



(10) **DE 10 2019 128 209 A1** 2021.04.22

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 128 209.8**

(22) Anmeldetag: **18.10.2019**

(43) Offenlegungstag: **22.04.2021**

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

G10K 11/168 (2006.01)

B60R 13/08 (2006.01)

(71) Anmelder:

Mohr, Daniel, 38518 Gifhorn, DE; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 39106 Magdeburg, DE

(72) Erfinder:

Mohr, Daniel, 38518 Gifhorn, DE; Schrader, Peter, 39112 Magdeburg, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

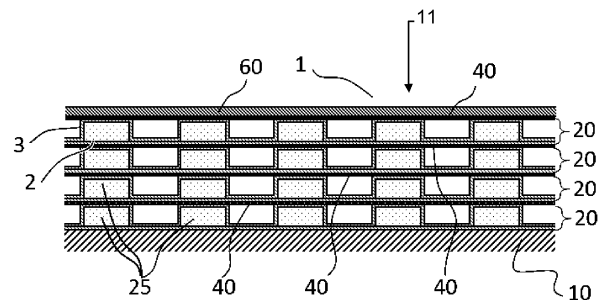
DE	39 03 471	A1
DE	44 14 566	A1
DE	79 29 637	U1
US	5 851 626	A
EP	0 781 445	B1
WO	94/ 07 708	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Schallabsorbierende Vorrichtung mit Noppenfolienverbund**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine schallabsorbierende Vorrichtung (1), die als wesentlichen Bestandteil eine Kombination aus mindestens einer Noppenfolie (20, 21, 30) und einer Schwerschicht (60, 70, 75) als Deckschicht und gegebenenfalls einer oder mehreren Schwerschichten (62, 65) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine schallabsorbierende Vorrichtung zur Verminderung der Schallabstrahlung an schwingenden Oberflächen durch Dämpfung von Körperschall oder zur Unterbindung der Reflexion und Transmission durch Dämpfung von auf eine Oberfläche einfallenden Luftschalls mit einem Noppenfolienverbund als Bestandteil.

[0002] Eine allgemein bekannte und kostengünstig erhältliche Noppenfolie sind herkömmliche Luftpolsterfolien.

[0003] Schallschutz ist ein wesentlicher Aspekt sowohl im privaten als auch im öffentlichen Umfeld. Lärmbelästigung durch unerwünschte Geräusentwicklung und Geräuscheinwirkung ist nicht nur unangenehm, sondern kann auf Dauer auch die Gesundheit beeinträchtigen.

[0004] Schallschutz spielt eine wichtige Rolle am Arbeitsplatz oder in Fahrzeugen. Wünschenswert sind daher z. B. Vorrichtungen, die in der Lage sind, unerwünschten Schall zu eliminieren oder zumindest zu reduzieren. Diese Vorrichtungen sollten möglichst einfach und kostengünstig in der Herstellung sein und dennoch in der Lage sein, auftretenden Schall effizient zu absorbieren. In Fahrzeugen sollten sie aus Verbrauchsgründen auch möglichst leicht sein.

[0005] Der Einsatz von Luftpolsterfolien in einer schallabsorbierenden Vorrichtung ist bereits beschrieben. Nichtsdestotrotz bestand der Wunsch nach Alternativen für schallabsorbierende Vorrichtungen, die kostengünstig sind, sich einfach handhaben lassen und schalleffizient dämmen bzw. dämpfen können.

[0006] Erfindungsgemäß wird eine schallabsorbierende Vorrichtung bereit gestellt, die eine Kombination aus mindestens einer Noppenfolie und mindestens einer Schwerschicht als Deckschicht aufweist, die mit der Noppenfolie verbunden ist.

[0007] Eine erfindungsgemäße Noppenfolie ist eine Folie, deren Noppen hohl, elastisch verformbar und mit einem Gas gefüllt sind. Nicht zwingend ist das Noppeninnere gegen das Noppenäußere abgedichtet, aber ist es stets, wenn das Gas in den Noppen einen vom äußeren Gas unterschiedlichen Druck aufweist oder aus anderen Stoffen besteht. Im einfachsten Fall ist eine erfindungsgemäße Noppenfolie eine Luftpolsterfolie.

[0008] Ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass handelsübliche, preisgünstige Luftpolsterfolien eingesetzt werden können.

[0009] Die Noppen können mit Luft, aber auch mit einem anderen Gas oder Gasgemisch gefüllt sein.

[0010] In ihrer einfachsten Ausführungsform besteht eine Noppenfolie, wie z. B. eine Luftpolsterfolie, aus zwei Folienlagen, nämlich einer ersten Folienlage mit einem vorbestimmten Noppenmuster (Noppenlage) und damit verbunden einer zweiten Folienlage (Decklage) zum Verschließen der Öffnungen der Noppen. Das Noppenmuster kann in die Noppenlage durch Thermoforming oder Tiefziehen einer entsprechenden Folie erhalten werden.

[0011] Bekannt ist auch ein sogenannter dreilagiger Aufbau, wobei auf der Noppenseite der Noppenlage eine weitere Folienlage aufgebracht ist.

[0012] Die mindestens eine Schwerschicht ist durch mindestens eine Noppenfolie von einer Trägerfläche getrennt, auf der der Verbund befestigt sein kann, oder ist durch mindestens eine Noppenfolie von einer unter ihr liegenden weiteren Schwerschicht getrennt. Dies gilt für die Anwendung der Erfindung als Dämmung und Luftschallabsorber, wie als Dämpfung und Körperschallabsorber gleichermaßen.

[0013] Die einzelnen Noppenfolien des Verbundes einschließlich der Schwerschicht und gegebenenfalls weiteren Schwerschichten sind miteinander stoffschlüssig verbunden, z. B. thermisch wie durch Schweißen, chemisch und/oder mittels Kleben mit oder ohne dazwischen liegender Klebeschicht. Die Klebeschicht kann ein fester Klebefilm sein, wie beispielsweise ein doppelseitig wirkendes Klebeband, welches bei ausreichendem Flächengewicht gleichzeitig als Schwerschicht wirken kann.

[0014] Die erfindungsgemäße Kombination aus einem Verbund von mindestens einer Noppenfolie mit gasgefüllten Noppen und einer Schwerschicht bildet ein resonantes System, das nach dem Masse/Federprinzip arbeitet. Dabei werden einfallende Schallwellen dissipiert bzw. absorbiert, indem sie in Wärme umgewandelt werden. Die Schwerschicht und in einem geringeren Maße das Folienmaterial der Noppenfolie bilden die Masse und die gasgefüllten Innenräume der Noppen und Zwischenräume zwischen den Noppen die Feder.

[0015] Weiter bewirkt die Hinzufügung der Schwerschicht zu dem Noppenfolienstapel einen besonders wirkungsvollen Impedanzsprung. Bei der Dämpfung des Körperschalls, welcher in eine Umgebung abgegeben wird, wird durch die Schwerschicht der Schall teils zurückgeworfen und damit die Dissipation innerhalb der Noppenfolie(n) verstärkt. Somit wird die Fähigkeit des Systems Schall zu absorbieren, neben dem resonanten Dämpfungseffekt signifikant erhöht.

[0016] Die Einstellung eines gewünschten zu absorbierenden Frequenzbereichs kann durch Auswahl des Folienmaterials für die Noppenfolie, die Abmessungen und Volumina der Noppen, die Zahl der Noppenfolien-Schichten, den Gasdruck in den Noppen, und des Flächengewichts der Schwerschicht erfolgen. Es wird hierzu auf einschlägige Fachliteratur verwiesen, wie z. B. Helmut Fuchs, Raum-Akustik und Lärm-Minderung, Springer-Verlag, 4. Aufl. sowie Helmut Fuchs, Schallabsorber und Schalldämpfer, Springer-Verlag, 2010.

[0017] Die Noppen im Noppenfolienstapel können regelmäßig oder unregelmäßig zueinander angeordnet sein. Die Noppen von übereinander angeordneten Noppenfolien können senkrecht übereinander oder zueinander verschoben angeordnet sein. Die Schichtungsrichtung der Folien kann variabel gewählt werden.

[0018] Noppenfolien mit unterschiedlicher Noppengröße können übereinander angeordnet werden.

[0019] Im Prinzip ist jede Anordnung denkbar, solange der Bestimmungszweck gewahrt bleibt.

[0020] Für die Noppenfolie können im Prinzip alle Werkstoffe verwendet werden, aus denen umformbare Folien hergestellt werden können, wie Thermoplaste oder metallische Werkstoffe.

[0021] Beispiele für geeignete Materialien für die Noppenfolie sind Kunststoffe wie z. B. Polyethylen, Polypropylen, Polyester und/oder Polyurethan sowie Kombinationen davon.

[0022] Beispiele für metallische Werkstoffe sind Aluminium oder Stahl.

[0023] Ein geeigneter Bereich für die Foliendicke liegt zwischen 20 µm und 5 mm. Wie bereits genannt, ist ein bevorzugtes Füllfluid für die Noppen Luft, jedoch kann je nach Anwendungsfall auch ein anderes Gas eingesetzt werden. Weiterhin kann bei geschlossenen Noppen der Gasdruck innerhalb der Noppen vom äußeren Gasdruck verschieden sein.

[0024] Schwerschichten für akustische Absorber sind an sich bekannt. Für die Erfindung geeignete Materialien für Schwerschichten sind anorganische Materialien wie Metalle, z. B. Aluminium, Pappe oder aus Kunststoff mit oder ohne Füllstoffen wie z. B. PU-Schwerschäum oder Polypropylen, die mit sogenannten „Schwerstoffen“ versetzt sein können, wie z. B. Schwerspat (BaSO_4). Polyolefin-Elastomere (POE), Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuke (EPDM, Synthese-Kautschuke mit gesättigter Hauptkette nach DIN M-Gruppe). Geeignet sind ferner dünne Metallbleche aus Aluminium, Stahl, etc., welche bei gleichem Flächengewicht einen geringe-

ren Platzbedarf haben. Die Schwerschicht ist vorzugsweise dämpfend. Bei metallischen Dämpfungssichten können dünne, dämpfende Zwischenschichten integrierter Teil der Schwerschicht sein.

[0025] Die Auswahl des Materials für die Schwerschicht richtet sich nach dem konkreten Anwendungsfall. Die Dicke der Schwerschicht bestimmt ihr Flächengewicht und ist entsprechend der am stärksten zu dämpfenden Frequenz und der Federsteifigkeit des Noppenfolienstapels durch den Konstrukteur festzulegen.

[0026] In der Regel wird der erfindungsgemäße akustische Absorber für die Anwendung mit der Außenseite, die der Deckschicht gegenüberliegt (Vorrichtungsrückseite), auf eine feste Trägerkonstruktion aufgebracht. Die Art und Form der Trägerkonstruktion richtet sich hierbei gleichfalls nach der Anwendung.

[0027] Prinzipiell eignet sich der erfindungsgemäße akustische Absorber für Anwendungen im Innen- sowie Außenbereich, und z. B. für Fahrzeuge.

[0028] Die Trägerkonstruktion kann ein zu dämpfendes Bauteil sein, beispielsweise eine zu dämpfende Ölwanne eines Verbrennungsmotors oder Karosserieteile eines Fahrzeugs.

[0029] Es kann eine weitere Schwerschicht auf der der Deckschicht gegenüberliegenden Seite der Vorrichtung (Vorrichtungsrückseite) angebracht sein. Ein derartiger Verbund mit einer Schwerschicht auf der Vorrichtungsrückseite eignet sich z. B. für den Innenraumbau von Gebäuden, als Trennwand oder Raumteiler.

[0030] Die Schallabsorption der erfindungsgemäßen Kombination aus mindestens einer Noppenfolie mit Schwerschicht kann durch Vorsehen von kleinen Löchern (Mikroporen) zumindest in der Schwerschicht, die die Deckschicht bildet, verbessert, und der Absorptions-Frequenzbereich eingestellt bzw. vergrößert werden. Dabei ist die Frequenz bzw. der Frequenzbereich, bei der der einfallende Schall vollständig oder nahezu vollständig absorbiert wird, durch den Durchmesser der Mikroporen und deren Flächenanteil bezogen auf die Gesamtfläche der Schwerschicht bestimmt.

[0031] Ein geeigneter Durchmesser für die Mikroporen ist in der Regel kleiner als 1,5 mm, vorzugsweise kleiner als 1,0 mm, und insbesondere kleiner als 0,5 mm mit einem Flächenanteil von mehr als 5 Löchern pro Quadratzentimeter. Durch die Löcher wird die Schwerschicht zu einem mikroperforierten Absorber (MPA). Aufgrund des üblicherweise kleinen Flächenanteils der Mikroporen wird der vorstehend beschriebene Impedanzsprung, der durch die Schwerschicht

als solche bewirkt wird, im Wesentlichen beibehalten, da die Mikroporen aufgrund ihres geringen Durchmessers und geringen Flächenanteils die Masse der Schwerschicht nur unerheblich verringern.

[0032] Als MPA-Schwerschicht kann auch ein sogenanntes akustisch wirksames Gitter eingesetzt werden, das ein Metalldrahtgitter ist, dessen Schussdrähte so eng aneinander geschlagen sind, dass die Spaltweiten in der Größenordnung der Mikroporen liegen und akustisch analog der Mikroporen wirken. Es kann sich hierbei um sogenannte Tressengeflechte mit entsprechenden Drahtdurchmessern von vorzugsweise kleiner als 1,5 mm, bevorzugt kleiner als 1,00 mm und insbesondere kleiner als 0,5 mm handeln. Ein konkretes Beispiel ist das Gitter MASH® der Firma Filtertechnik Europe.

[0033] Weiter kann als MPA-Schwerschicht auch ein entsprechend durchlässiges Gewebe, Vlies, Gelege oder dergleichen eingesetzt werden, das ein passendes Flächengewicht hat.

[0034] Die durch die Mikroporen bewirkte Schallabsorption ist nach der Theorie von D. Y. Maa beschrieben, unter anderem in Helmut Fuchs, sh. oben, und in Bezug auf Frequenzbereich und maximaler Absorptionswirkung berechenbar.

[0035] Eine weitere Möglichkeit, den absorbierenden Frequenzbereich einzustellen und die Absorptionswirkung zu verbessern ist die Ausgestaltung der Schwerschicht als Lochabsorber. Dafür werden in der Schwerschicht Löcher vorgesehen, die vorzugsweise mit dem Zwischenraum einer darunter angeordneten Noppenfolie in Verbindung stehen. Als Zwischenraum einer Noppenfolie wird das Freivolumen zwischen den einzelnen Noppen bezeichnet. Im Ergebnis wird eine Reihe von Helmholtz-Resonatoren erzeugt, wobei das Lochvolumen eine schwingfähige Luftmasse darstellt, die auf das Volumen des Zwischenraums als Gasfeder aufgestützt ist. Die Resonanzfrequenz kann durch die Größe des Zwischenraums über den Lochflächenanteil in der Schwerschicht und die Dicke der Schwerschicht abgestimmt werden.

[0036] Die Berechnung kann nach der Theorie der Lochblechabsorber in der Bauakustik erfolgen, z. B. nach Helmut Fuchs, sh. oben oder nach Gerhard Müller, Michael Möser, Handbook of Engineering Acoustics, Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2013, pp. 184 ff.

[0037] Anwendungsspezifisch kann zwischen Schwerschicht und darunter angeordneter Noppenfolien-schicht eine dünne undurchlässige Sperrfolie vorgesehen sein, die den Helmholtz-Resonanzeffekt nicht oder allenfalls nur unwesentlich beeinträchtigt.

[0038] Beispielsweise kann eine wasserundurchlässige Sperrfolie verwendet werden, um Wasserdichtigkeit des Verbundes zu erzielen.

[0039] Um die Wirkung eines Helmholtz-Resonators zu erzielen, ist der Durchmesser und der Flächenanteil der Löcher deutlich größer als bei den vorstehend genannten Mikroporen. Geeignete Lochgrößen sind Durchmesser von größer als 1,5 mm bei einem Loch oder weniger pro Quadratzentimeter.

[0040] Beispielsweise können die Löcher einen Durchmesser in der Größenordnung von 2 mm und einen Abstand von 12 mm bei hexaedrischem Gitter aufweisen.

[0041] Es kann eine Schwerschicht als Zwischenschicht zwischen zwei aneinandergrenzenden Noppenfolien vorgesehen sein und damit eine Schichtanordnung „Noppenfolie-Schwerschicht-Noppenfolie“ gebildet werden.

[0042] Je nach Anwendung und Bedarf können im Schichtstapel weitere zusätzliche Schwerschichten als Zwischenschichten unter Ausbildung einer Schichtenabfolge „Noppenfolien-Schwerschicht-Noppenfolien“ vorgesehen sein. Durch diese Maßnahmen kann die Zahl der Frequenzen der resonanten Dämpfung, das heißt die Wirkbreite des Effekts im Frequenzbereich, erhöht und zusätzlich die Anzahl und folglich die Masse der Impedanzsprünge vergrößert werden. Dies hat eine Verringerung der unteren Wirkfrequenz und Verstärkung der Tiefbass-Barriere zur Folge. Dies ist insbesondere bei der Anwendung als Körperschall-Dämpfung wirksam.

[0043] Eine oder mehrere der Schwerschichten, die als Zwischenschicht eingefügt sind, können mit Mikroperforation oder Löchern versehen sein, wie vorstehend beschrieben.

[0044] Der Schalleinfall bewirkt in dem erfindungsgemäßen Schichtsystem Druckdifferenzen zwischen dem Noppeninnenraum und dem offenen Zwischenraum zwischen den Noppen. Diese lokalen Druckdifferenzen können gleichfalls für eine zusätzliche Absorptionswirkung ausgenutzt werden. Dafür wird in der Noppenwand mindestens eine Mikropore (Durchmesser kleiner als 1,5 mm, vorzugsweise kleiner als 1,0 mm) vorgesehen, die das Noppeninnere mit dem offenen Noppenzwischenraum verbindet. Die durch die Druckdifferenz induzierte Strömung bildet Wirbel, die den Strömungswiderstand erhöhen und damit Schall absorbieren.

[0045] Es können einige oder alle Noppen einer Noppenfolien mit mindestens einer Mikropore in der Noppenwand versehen sein. Die Mikropore(n) kann an derselben Wandposition oder auch verschiedenen Wandpositionen vorgesehen sein.

[0046] Die sehr kleinen Perforationen in den Noppen tragen zu einer Verstärkung der Schallabsorption bei, ohne dass zusätzliche Masse erforderlich ist.

[0047] In den Noppenzwischenräumen können schalldämpfende Materialien wie Fein- und Mikrofasern oder leichte Granulate vorgesehen sein. Die schalldämpfenden Materialien erzeugen einen zusätzlichen Strömungswiderstand, und Kontaktreibung, die wiederum zur Absorption beitragen. Für diese zusätzlichen Effekte werden sehr leichte Fasern oder Granulate eingesetzt, wobei Faseranordnung, Partikelgröße, Faserstärke, Partikelgrößenverteilung, Faserstärkenverteilung, Oberflächenrauigkeit bzw. Zerklüftung von Partikeln und Fasern für den Verstärkungseffekt entscheidend sind. Vorteilhaft ist eine lose Einbringung dieser schalldämpfenden Materialien. Eine lose Einbringung begünstigt zusätzlich mikroskopische Inertialdämpfungseffekte.

[0048] Geeignete Fasern sind natürliche oder synthetische Fasern oder Mischungen davon. Sie können pflanzlichen Ursprungs wie z. B. Baumwolle, Leinen, Hanf, Sisal, Jute etc., tierischen Ursprungs wie z. B. Wolle, Schurwolle, Mohair, Angora, Seiden, etc. oder anorganischen Ursprungs wie z. B. Gesteinsfasern, sein. Geeignet sind auch künstliche Fasern aus natürlichen Polymeren wie Viskose oder aus synthetischen Polymeren wie Polyamid, Aramid, Polyester, Polyethylen, Polypropylen, etc..

[0049] Geeigneter Weise sollten die Fasern ein Raumgewicht von weniger 150 kg/m^3 und eine Faserfeinheit von kleiner als 1 dtex (Mikrofasern), kleiner als 8 dtex (Feinfasern) oder kleiner als 20 dtex (Grobfasern) aufweisen.

[0050] Ein geeignetes Granulat hat insbesondere eine Schüttdichte von kleiner als 150 kg/m^3 mit einer Größenklassifizierung nach der von Sand, wobei „grob“ eine Korngröße von größer als 0,63 mm, mittel: von 0,2 bis 0,63 mm und fein: von kleiner als 0,2 mm aufweist. Beispiele für geeignete Granulate mit geringer Masse sind Perlit, Aerogel, Polystyrol, Polystyrolschaumstoff wie Styropor oder Styrodur.

[0051] Gemäß einer Abwandlung kann die schallabsorbierende Vorrichtung mindestens 3 Noppenfolien aufweisen, die - wie vorstehend beschrieben - einen Verbund bilden, und wobei - wie gleichfalls vorstehend beschrieben - in der Noppenwand mindestens eine Mikropore vorgesehen sein kann.

[0052] In diesem Fall kann auf eine Schwerschicht als Deckschicht verzichtet werden.

[0053] Nachstehend wird die vorstehende Erfindung anhand von Figuren näher erläutert, die Beispiele für Ausführungsformen der erfindungsgemäßen

schallabsorbierenden Vorrichtung mit Noppenfolienverbund zeigen.

In **Fig. 1a** und **Fig. 1b** sind verschiedene mögliche Designs einer Noppenfolien-schichtung für die erfindungsgemäße Vorrichtung dargestellt.

Fig. 2a, **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen Beispiele für verschiedene Ausführungsformen der erfindungsgemäßen schallabsorbierenden Vorrichtung.

Fig. 2b ist eine vergrößerte Darstellung des Ausschnitts A in **Fig. 2a**.

Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße schallabsorbierende Vorrichtung, ohne Trägerkonstruktion und mit zwei Schwerschichten.

[0054] In **Fig. 1a** ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung **1** mit vier zweilagigen Noppenfolien **20** mit glatter Deckschicht **2** und Noppenlage **3** dargestellt. Die vier Noppenfolien sind identisch und in derselben Noppenorientierung übereinander angeordnet. Auf der in der **Fig. 1** obersten Noppenfolie ist als Deckschicht eine Schwerschicht **60** aufgebracht. Die Noppenfolien sowie die Schwerschicht **60** sind untereinander mittels einer Klebstoffschicht **40** stoffschlüssig verbunden.

[0055] Die erfindungsgemäße Vorrichtung **1** mit Noppenfolien und Deckschicht als Schwerschicht sind mit der Außenfläche, die in die von der Deckschicht abgewandte Richtung zeigt (Vorrückseite), auf eine Trägerkonstruktion **10** aufgebracht.

[0056] **Fig. 1b** zeigt einen Verbund aus vier Noppenfolien **20**, **21**, **30**. Dabei sind die Noppen des ersten Folientyps **30** breiter und tiefer als die Noppen des zweiten Folientyps **20**, **21**. Im Verbund sind die Folien des ersten und zweiten Typs alternierend übereinander angeordnet. Die Noppen des ersten Folientyps **30** sind nicht wie in **Fig. 1a** übereinander, sondern zueinander und zu den Noppen des zweiten Folientyps **20**, **21** verschoben angeordnet.

[0057] Die in der **Fig. 1b** oberste Noppenfolie **21** hat gegenüber den drei anderen Noppenfolien eine inverse Orientierung. Die Deckschicht **2** zeigt in die vom Folienverbund abgewandte Seite nach außen in Raumrichtung **11** und bildet mit der darauf gelagerten Schwerschicht **60** eine Oberfläche mit glattem Abschluss.

[0058] **Fig. 2a** zeigt einen Schichtaufbau wie in **Fig. 1a**. Der Verbund aus Noppenfolien **20** und abschließender Schwerschicht **60** ist mit der Außenfläche auf der von der Raumrichtung **11** abgewandten Seite auf eine ebene Trägerkonstruktion **10** aufgebracht.

[0059] Aus der vergrößerten Ansicht des Bereichs A von **Fig. 2a** in **Fig. 2b** ist ersichtlich, dass der Noppeninnenraum **25** durch eine Mikropore **80** in der Noppenwand mit dem Noppenzwischenraum **28** verbunden ist. In der in **Fig. 2a** dargestellten Ausführungsform hat jede Noppe eine Mikropore **80**, die sich in der gleichen Seitenwand an der gleichen Position befindet; in den **Fig. 2a**, **Fig. 2b** jeweils in der rechten Seitenwand.

[0060] Es versteht sich, dass mehr als eine Mikropore **80** vorgesehen sein kann, und dass die Mikropore (n) **80** sich in derselben oder in verschiedenen Seitenwänden und/oder an dergleichen oder verschiedenen Positionen in der Seitenwand befinden können.

[0061] Auch die Anzahl der Noppen mit Mikropore(n) **80** ist variabel. So können nur einige oder alle Noppen **80** eine oder zwei oder mehrere Mikroporen aufweisen.

[0062] Die Mikroporen **80** tragen zum Druckausgleich zwischen dem Innenraum der Noppen **25** und deren Umgebung bei. Es bilden sich in ausreichend kleinen Löchern Fluidwirbel, die einen Teil der Schwingungsenergie des Luftschalls im Material dissipieren und so zur Schallabsorption beitragen.

[0063] Je nach Bedarf kann der Zwischenraum zwischen den Noppen **28** einer oder mehrerer Noppenfolien der Vorrichtung **1** mit einem Füllmaterial versehen sein. Das Füllmaterial kann ein Fasermaterial oder Granulat oder eine Kombination davon sein.

[0064] Ein Beispiel für eine Vorrichtung **1** mit Noppenfolien mit Füllmaterial in den Noppenzwischenräumen ist in **Fig. 3** dargestellt.

[0065] Der Aufbau des Folienverbundes entspricht im Wesentlichen dem Folienverbund gemäß **Fig. 1**. Die Zwischenräume der einzelnen Noppenfolien **20** sind jeweils mit unterschiedlichen Materialien verfüllt wie Mikrofasern **90** sowie Granulaten unterschiedlicher Körnung (fein: 100, mittel: 105, grob: 110).

[0066] Anstelle der Schwerschicht **60** kann eine mikroperforierte Schwerschicht **70** vorgesehen sein wie in **Fig. 3** gezeigt. Als mikroperforierte Schwerschicht **70** kann alternativ ein engmaschig gewobenes akustisches Gitter verwendet werden, wobei die Gitterspalten als Mikroperforationen wirken und eine entsprechende Größenordnung aufweisen. Alternativ zur mikroperforierten Schwerschicht **70** kann eine gelochte Schwerschicht **75**, darstellend einen Helmholtz-Resonator, entsprechend **Fig. 4**, verwendet werden.

[0067] **Fig. 4** zeigt eine Ausführungsform, wobei zusätzlich eine weitere Schwerschicht **62** als Zwischen-

schicht zwischen den Noppenfolien vorgesehen ist, wobei die Schwerschicht **62** hier zwischen der zweiten und dritten Noppenfolie von unten liegt.

[0068] Als Deckschicht ist eine Schwerschicht **75** mit Löchern vorgesehen, die die Wirkung eines Lochabsorbers zeigt.

[0069] Unterhalb der Schwerschicht **75**, das heißt der Deckschicht, befindet sich zwischen Schwerschicht **75** und darunter liegender Noppenfolie eine Sperrfolie **50**, die wasserundurchlässig sein kann, und die Vorrichtung z. B. gegen Witterungseinflüsse abdichtet. Die Sperrfolie **50** ist dabei so dünn zu wählen, dass der Resonanzeffekt nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt wird.

[0070] **Fig. 5** zeigt eine weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1**, wobei die Vorrichtung nicht mehr flächig auf einer Trägerkonstruktion aufgebracht ist, sondern eine Schwerschicht **65** auf der Vorrichtungsrückseite aufweist und beispielsweise als akustische Trennwand zwischen zwei Räumen oder als Raumteiler fungieren kann. Auch in diesem Fall kann die Schwerschicht **65** je nach Anwendungsanforderungen mit Mikroporen (**80**) oder Löchern versehen sein.

[0071] Ausgehend von einer Basis aus einer Kombination von mindestens einer Noppenfolie **20**, **21**, **30**, vorzugsweise einer Luftpolsterfolie, und einer Schwerschicht als Deckschicht **60**, **70**, **75** kann die erfindungsgemäße schallabsorbierende Vorrichtung **1** wie vorstehend anhand der Figuren beispielhaft aufgezeigt, auf vielfache Art und Weise variiert und damit für einen bestimmten Frequenzbereich optimiert werden.

[0072] Der erfindungsgemäße Noppenfolienaufbau kann auf einfache Art und Weise und kostengünstig erhalten werden, insbesondere da handelsübliche zweilagige oder auch dreilagige Noppenfolien eingesetzt werden können, die weit verbreitet und preiswert sind, und in Kombination mit einer Schwerschicht **60**, **70**, **75** als Deckschicht und gegebenenfalls mindestens einer weiteren Schwerschicht als Zwischenschicht (**62**) und/oder auf der Vorrichtungsrückseite (**65**) einen effizienten Schallschutz bieten können.

Bezugszeichenliste

1	Noppenfolienverbund
2	Decklage
3	Noppenlage
10	Trägerkonstruktion
11	Raumrichtung
20	Noppenfolie

21	Noppenfolie
25	Noppeninnenraum
28	Noppenzwischenraum
30	Noppenfolie
40	Klebstoffschicht
50	Sperrfolie
60	Schwerschicht als Deckschicht
62	Schwerschicht als Zwischenschicht
65	Schwerschicht auf Vorrichtungsrückseite
70	Schwerschicht mit Mikroporen bzw. engmaschig gewobenes akustisches Gitter
75	Schwerschicht mit Löchern (Lochabsorber)
80	Mikropore / --poren in Noppenwand
90	Fein- bzw. Mikrofasern
100	Granulat unterschiedlicher Körnung (fein)
105	Granulat unterschiedlicher Körnung (mittel)
110	Granulat unterschiedlicher Körnung (grob)

Patentansprüche

1. Schallabsorbierende Vorrichtung (1) umfassend eine Kombination aus mindestens einer Noppenfolie (20, 21, 30) und einer Schwerschicht (60, 70, 75) als Deckschicht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei mindestens drei Noppenfolien (20, 21, 30) vorgesehen sind, die übereinander angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Schwerschicht (62) als Zwischenschicht zwischen zwei übereinander angeordneten Noppenfolien (20, 21, 30) vorgesehen ist, oder zweifach oder mehrfach zwischen zwei übereinander angeordneten Noppenfolien (20, 21, 30) eine Schwerschicht (62) als Zwischenschicht vorgesehen ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Noppen (25) verschiedener Noppenfolien (20, 21, 30) sich in der Form, in den Abmessungen und/oder Noppenvolumen und/oder der Foliendicke der Noppenlage (2) unterscheiden.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens die Schwerschicht (60, 70, 75), die die Deckschicht bildet, eine Mikroperforation mit Mikroporen (80) in einer Größenordnung von kleiner als 1,5 mm aufweist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei mindestens die Schwerschicht (60, 70, 75), die die Deckschicht bildet, Löcher mit einem Durchmesser von größer als 1,5 mm mit einem Loch oder weniger Löchern pro cm² aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Zwischenräume zwischen den Noppen (28) einer oder mehrerer Noppenfolien (20, 21, 30) zumindest teilweise mit Mikro- und/oder Feinfasern (90) oder einem Granulat (100, 105, 110) oder einer Mischung davon verfüllt sind.

8. Vorrichtung nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei mehrere oder alle Noppen von mindestens einer Noppenfolie (20, 21, 30) eine oder mehrere Mikroporen (80) aufweist, die das Noppeninnere (25) mit dem Noppenzwischenraum (28) verbindet.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Vorrichtung (1) mit der Oberflächenseite, die von der Deckschicht abgewandt ist, auf einer Trägerkonstruktion (10) aufgebracht ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Vorrichtung (1) auf der Oberflächenseite, die von der Deckschicht abgewandt ist, eine Schwerschicht (65) aufweist.

11. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 für den Schallschutz im Innen-, Außenbereich und für Fahrzeuge.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

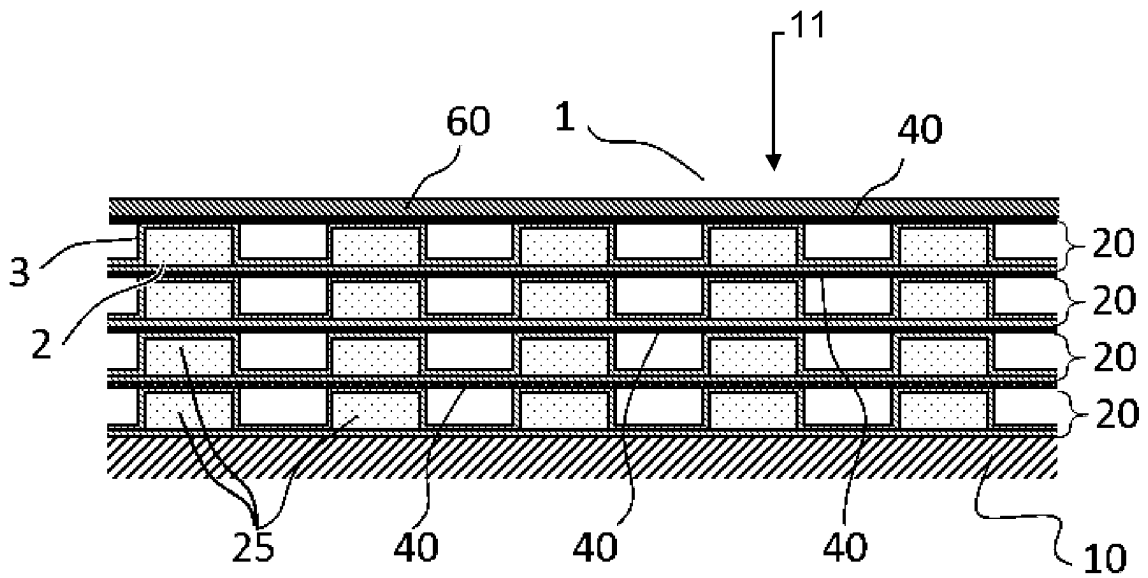


Fig. 1a

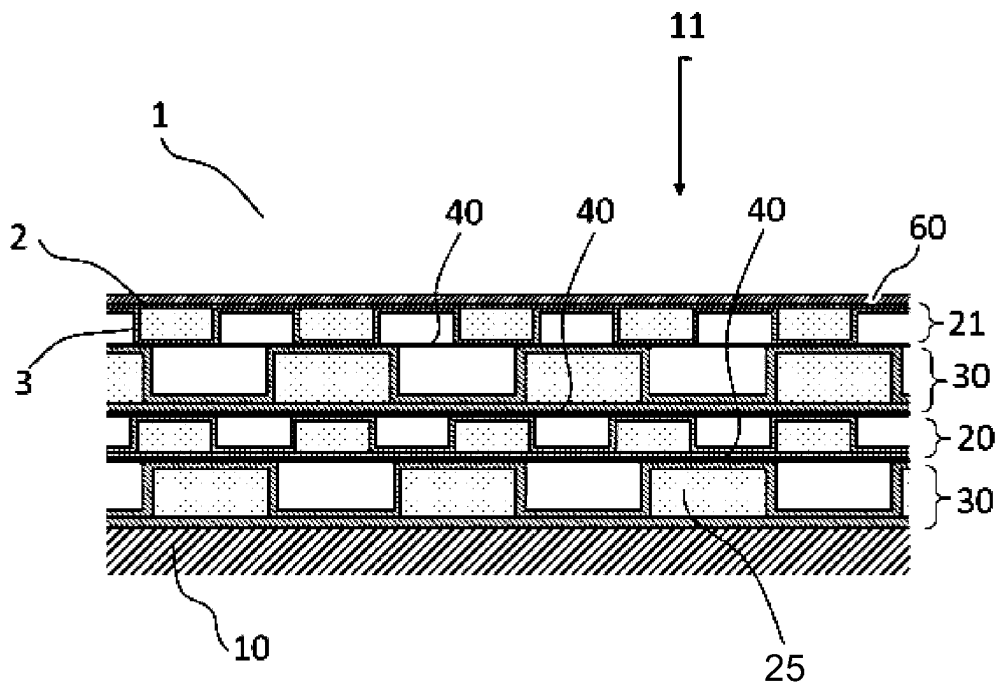


Fig. 1b

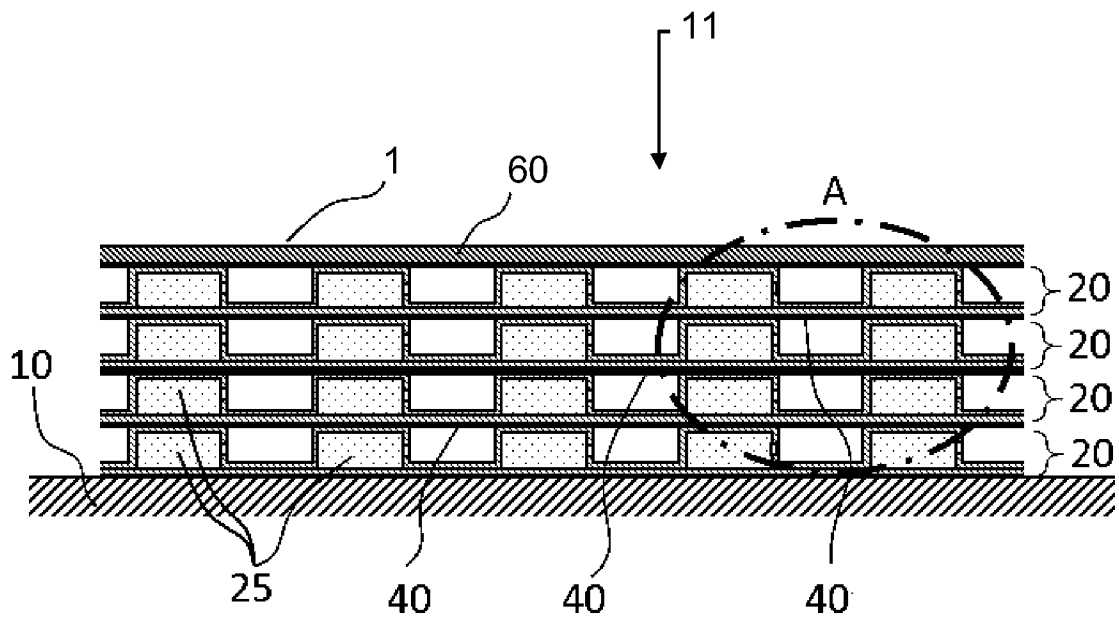


Fig. 2a

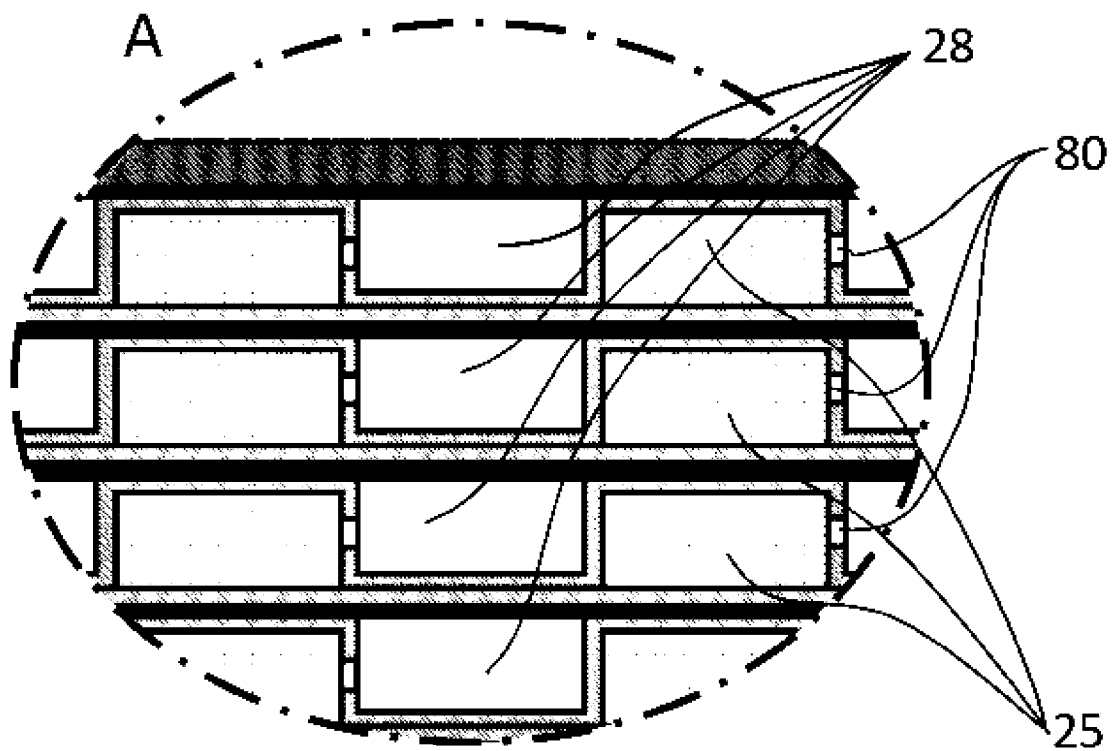


Fig. 2b

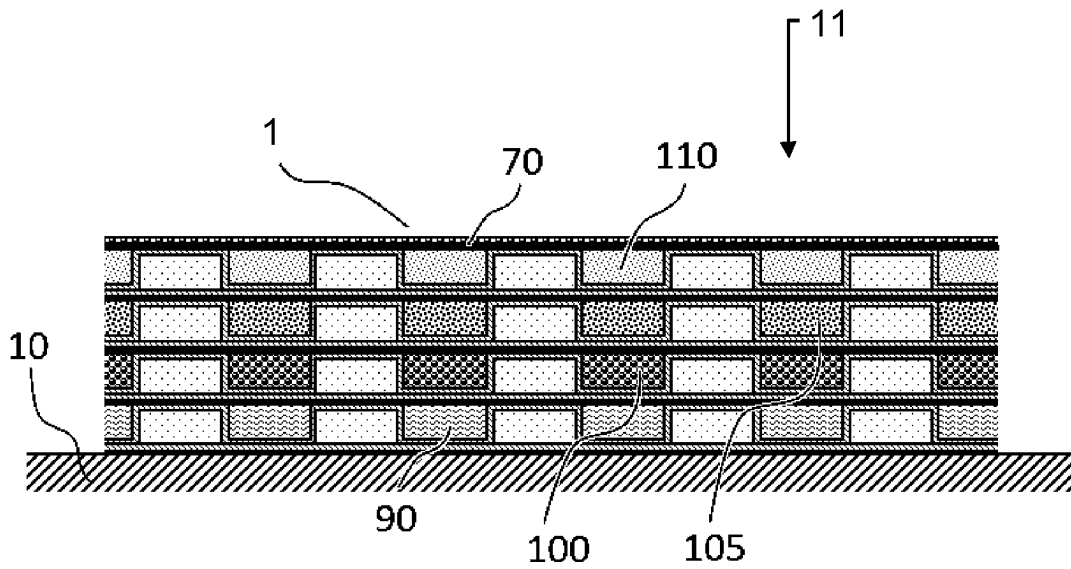


Fig. 3

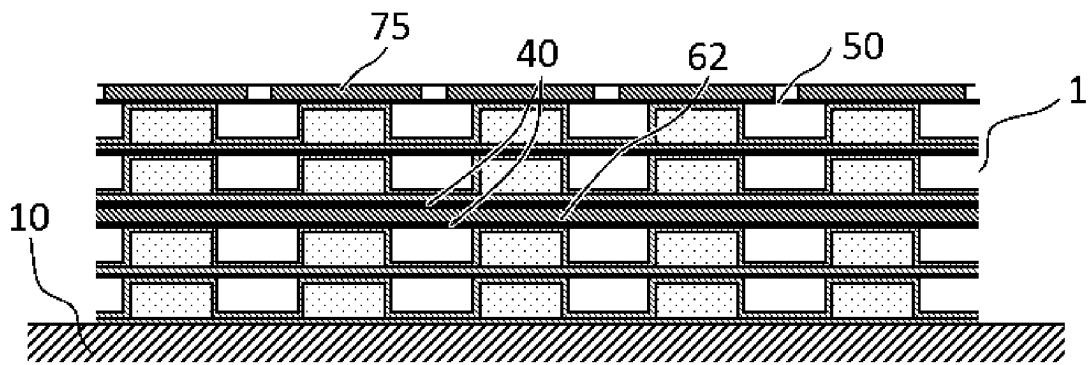


Fig. 4

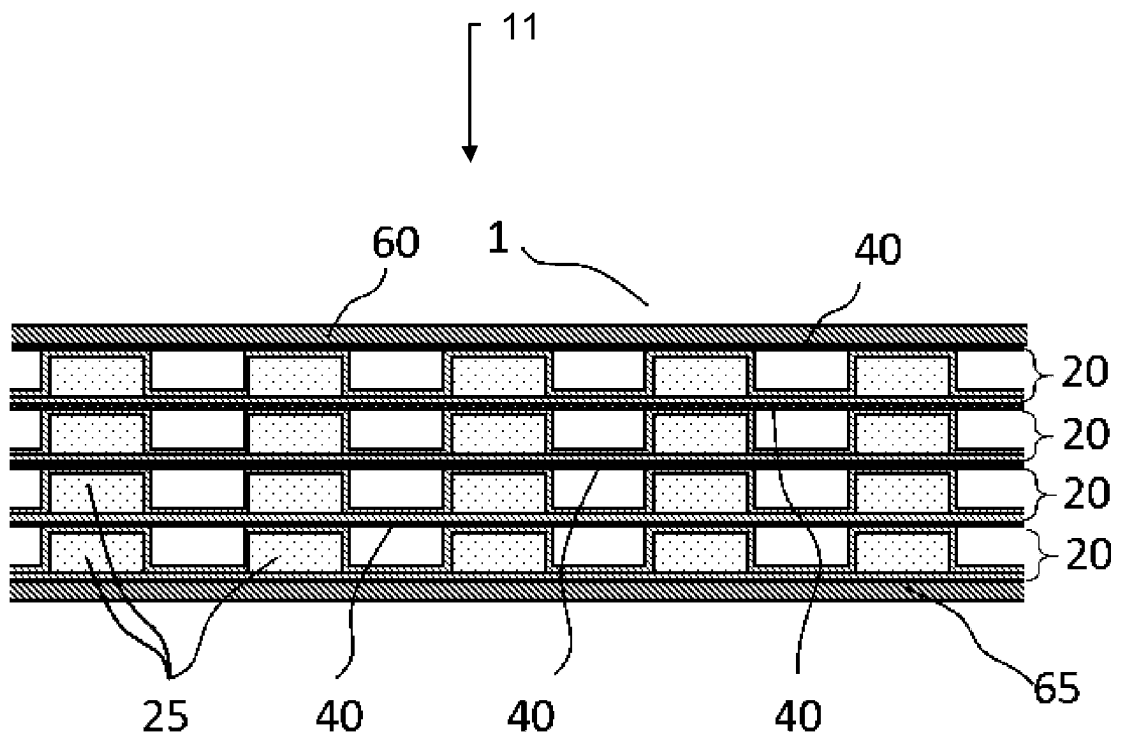


Fig. 5