(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 10 450 T2** 2007.03.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 570 138 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 10 450.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/FR03/50112**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 780 302.0**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/055284**
(86) PCT-Anmeldetag: **30.10.2003**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **01.07.2004**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.09.2005**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.03.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***E04B 1/86*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
0215564 **10.12.2002** **FR**

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

(73) Patentinhaber:
Sandoz, Jean-Luc, Morges, CH

(74) Vertreter:
Freischem und Kollegen, 50667 Köln

(72) Erfinder:
Sandoz, Jean-Luc, 1110 Morges, CH

(54) Bezeichnung: **LÄRMSCHUTZKONSTRUKTION**

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).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine akustische Struktur, die dazu bestimmt ist, Schall zu mindernd, zu absorbieren und/oder abzuschirmen. Die vorliegende Erfindung betrifft eine Platte, die aus einer derartigen akustischen Lärmschutzstruktur besteht. Die vorliegende Erfindung betrifft zudem eine Decke oder die Wände eines Raums oder auch eine Schallschutzwand im Freien, die mit einer derartigen akustischen Lärmschutzstruktur ausgestattet ist.

[0002] Allgemein stellt Schall einen der häufig vernachlässigten Parameter für das Wohlbefinden dar. Urbanisierung, die explosionsartige Zunahme des Straßenverkehrs, die Zunahme von mehrstöckigen Wohngebäuden, all dies sind Entwicklungen die eine zunehmend lärmintensivere Umgebung erzeugen. Automatisierte Produktionsstraßen in Industrieanlagen sind ebenfalls zunehmend lärmintensiv.

[0003] Im Baubereich und insbesondere im Bereich des Wohnungsbaus (Einfamilienhäuser, Wohnblöcke), in öffentlich zugänglichen Gebäuden, in kommerziell genutzten Gebäuden oder auch in Industrieanlagen müssen die Konstruktionen akustischen Normen entsprechen, um die Umgebung des privaten und beruflichen Lebens komfortabler und weniger ermüdend zu gestalten.

Stand der Technik

[0004] Die Verbesserung der Umweltqualität aus akustischer Sicht wird grundsätzlich von Oberflächenplatten übernommen, die auf oder an Gebäudestrukturen angebracht werden. Diese Platten bestehen aus weichen und porösen Materialien. Holz wird sehr oft beispielsweise mit Faserplatten (die Dichte ist etwa 0,1) verwendet, mit Korkplatten oder auch mit mikroperforierten Platten auf Holzfaserbasis.

[0005] Diese Bauelemente werden auf die vorhandener Oberflächen aus Beton oder Metall aufgesetzt. Sie können also als die Akustik korrigierende Platten betrachtet werden. Diese Akustikplatten sind von geringer Stärke und weisen abgesehen von den Perforierungen eine glatte Oberfläche auf. Ihre Eigenschaften bezüglich der Absorption von Luftschall variieren in Abhängigkeit von der Dichte der Platte (eine weniger dichte Platte wird weicher sein und daher besser absorbieren), sowie von der Größe und Anzahl der Perforierungen, die schallabsorbierende Öffnungen für hochfrequente Töne darstellen. Aufgrund ihrer homogenen Oberflächenbeschaffenheit sind diese korrigierenden Platten sehr geeignet für die Absorption der hohen Frequenzen, im Bereich von 1200 Hz bis 4000 Hz.

[0006] Ihre Oberflächen sind allerdings nicht ausreichend strukturiert, um in einem niederfrequenteren Bereich effektiv zu sein, beispielsweise von 50 Hz bis 1200 Hz. Eine einfache homogene Platte kann nur begrenzt korrigierend wirken, da sie eine glatte Oberfläche hat. Außerdem enthalten diese Platten viel Klebstoff und flüchtige organische Verbindungen, was unter dem Aspekt der Umwelt nicht ideal ist.

[0007] Lärmschutzstrukturen aus homogenem Endlosmaterial sind aus den Dokumenten FR-1.064.968, WO-00/61.888 und US-4.244.439 bekannt. Diese Strukturen weisen Reihen paralleler Lamellen auf, die mit ihrem hinteren Boden oder ihrer Seitenwand Reihen von parallelen blinden Kanälen bilden.

[0008] Das Dokument US-4.821.839 beschreibt eine Töne zerstreuende und reflektierende Struktur, die eine Reihe von parallel zueinander mit der Schmalseite nach unten angeordneten Teiler aufweist, deren Längsachse parallel zur Ebene der Struktur verläuft und die in Richtung des Schallquellenbereichs ausgerichtet sind.

[0009] Diese Strukturen weisen jedoch den Nachteil auf, dass sie monolithische Massen darstellen, die zusätzliche störende Vibrationen hervorrufen. Des Weiteren können diese Strukturen aufgrund ihrer Gestaltung sehr schwer angepasst werden, sowohl hinsichtlich der Größe als auch hinsichtlich der Bauweise an die Oberflächen, die sie bedecken, und an die Eigenschaften der Schallwellen, die sie absorbieren sollen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0010] Eines der Hauptprobleme, die sich stellen, besteht darin, eine Struktur bereitzustellen gegen akustische Störungen aus einer Geräuschquelle im selben Bereich des Raumes. Ein zweites Problem besteht darin, eine Bauweise für eine akustische Strukturplatte oder für zum Schutz der Umwelt bestimmte Trennwände zu finden, die verschiedene Konstruktionsmaßstäbe integriert, um auf einem breiten Frequenzband wirksam zu sein und um in einer Vielzahl von Umgebungen geeignet zu sein, von der privaten bis zur geschäftlichen, von Büroräumen bis zu Produktionsfabriken. Ein drittes Problem besteht darin, einen Platte vorzusehen, die im gesamten Frequenzband wirksam ist, von den niedrigen Frequenzen von 50 Hz bis 400 Hz bis zu den hohen Frequenzen von mehr als 1600 Hz bis 10 kHz.

[0011] Die Erfindung betrifft folglich eine Struktur, die eine Ebene definiert und zur akustischen Absorption oder Korrektur von Schallwellen im hörbaren Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 10 kHz bestimmt ist, welche aus einem Schallquellenbereich kommen. Die Struktur umfasst eine Bretteranordnung, deren Bretter zueinander parallel und mit der Schmalseite nach unten angeordnet sind und mit ihrer Längsachse parallel zur Ebene der Struktur und in Richtung

des Schallquellenbereichs ausgerichtet sind.

[0012] Erfindungsgemäß ist die Struktur dadurch gekennzeichnet, dass die Bretter aus Holz sind und durch einen Freiraum voneinander getrennt sind.

[0013] Die Freiräume bilden Schallöffnungen, welche die Schallwellen aufnehmen und in ihrer vorbestimmten Breite durch eine Anordnung von Distanzelementen aus Holz gehalten werden, welche eine feste Verbindung zwischen diesen Brettern herstellen.

[0014] Diese Bretter und die Distanzelemente werden zusammengesetzt, um ein halbsteifes System zu bilden, wobei jedes Brett und jedes Distanzelement für sich vibrieren kann.

[0015] Anders gesagt: Die Struktur ist dreidimensional ausgebildet, wodurch Fallen für die Schallwellen erzeugt werden können. Diese Fallen haben die Form von Schallöffnungen oder Töne aufnehmenden Hohlräumen, die durch Abstandshalter erhalten bleiben. Die Bretter erzeugen eine erste zweidimensionalen Anordnung und die Distanzelemente fügen eine zusätzliche Dimension auf dem Grund der Schallöffnungen hinzu.

[0016] Die funktionellen Eigenschaften dieser Struktur auf der Basis von Brettern und Distanzelementen aus Holz sollen zugleich den Aufbau und die akustische Korrektur betreffen. Die Struktur summiert demnach die beiden Funktionen, um als Bodenplatte oder als tragende Wand verwendet zu werden, oder als einfaches, auf die vorhandene Struktur aufgesetztes, nicht in die Struktur einbezogenes Korrekturelement. Diese Bestandteile aus Holz können ohne Klebstoff, nur mit Schrauben oder Nägeln miteinander verbunden sein.

[0017] Das physikalische Grundprinzip ist die Erzeugung eines Masse-Feder-Masse-Systems, das vibrieren und die hohe Energie der niedrigen Frequenzen zu absorbieren kann. Um dieses Prinzip umzusetzen, muss eine Struktur entwickelt werden, die hinreichend steif ist, um wie eine Mauer oder eine Wand zu schwingen. Die Bretter werden miteinander verbunden, um ein halbsteifes System zu bilden, wobei jedes Brett und jedes Element für sich vibrieren und auf diese Weise sehr viel mehr niedrige Frequenzen absorbieren kann im Vergleich zu den monolithischen Strukturen nach dem Stand der Technik. Außerdem müssen auf der Oberfläche, die den Geräuschen ausgesetzt ist, verschiedene Komplexitätsstufen wiederzufinden sein, so dass der Wirkungsgrad der Struktur auf einem breiten Frequenzband erhöht wird.

[0018] Um die Bretter der Bretteranordnung fest miteinander zu verbinden und in einer ersten Ausführungsvariante kann die Anordnung der Distanzelemente aus einer Anordnung von Abstandshaltern bestehen. Jeder der Abstandshalter kann in den Freiraum zwischen jedem der Bretter eingeklemmt sein. Auf diese Weise kann jeder der Abstandshalter eine mechanische Verbindung zwischen diesen Brettern herstellen. Um eine Reihe von Hohlräumen zu bilden, die Fallen für den Schall bilden, weisen die Abstandshalter jedoch eine geringere Länge auf, als die konstitutiven Bretter.

[0019] Um die Bretter der Bretteranordnung fest miteinander zu verbinden und in einer zweiten Ausführungsvariante kann die Anordnung der Distanzelemente eine oder mehrere in jedes der Bretter der Bretteranordnung eingefügte Streben umfassen. Diese Strebe kann parallel zur Ebene der Struktur und senkrecht zur Längsachse der Bretter angeordnet sein und auf diese Weise einer mechanische Verbindung zwischen den Brettern herstellen.

[0020] Für die Herstellung bestimmter geräuscharmerer Decken, können die Bretter alle auf derselben Höhe liegen, mit einem dahinter angeordneten Raum und einem absorbierenden Schallisolator, wobei die Struktur eine Schicht aus akustischem Absorbtionsmaterial aufweisen kann. Die akustische Korrektureinrichtung kann einfach sein, ohne Schallöffnung und ohne Schallisolator, wobei ihr Wirkungsgrad dann geringer ist. Diese durchgehende Schicht ist parallel zur Ebene der Struktur auf den dem Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten der Bretteranordnung angeordnet, das heißt auf der Rückseite der Struktur.

[0021] In mehreren vorteilhaften Ausführungsformen und um verschiedene Niveaus von Hohlräumen zu erzeugen, die Fallen für den Schall bilden, können bestimmte Bretter versetzt sein gegenüber anderen, nicht versetzten Brettern der Bretteranordnung. Diese versetzten Bretter sind dann abwechselnd und nach einem regelmäßigen Muster geordnet. Diese Bretter sind senkrecht zur Ebene der Struktur und in Richtung des Schallquellenbereichs versetzt, d.h. zur Vorderseite der Struktur hin.

[0022] Um ihren Wirkungsgrad weiter zu verbessern, kann die Struktur Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial umfassen, die parallel zur Ebene der Struktur auf den dem Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten der versetzten Bretter und zwischen den nicht versetzten Brettern der Bretteranordnung angeordnet werden. In einem Bodenplattensystem hoher Leistungsfähigkeit kann sie Schallöffnungen ohne Absorbtionsmaterial oder mit Absorbtionsmaterial haben.

[0023] Um ihre Handhabung und/oder ihre Montage und ihre Anbringung an einem Träger zu erleichtern, kann die Struktur eine Platte aus Holz umfassen, die parallel zur Ebene der Struktur und auf den dem

Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten der Bretteranordnung angeordnet ist, d.h. auf der Rückseite der Struktur. In einer anderen Ausführungsform kann die Struktur des Weiteren eine Deckschicht aus Beton umfassen, die auf der Holzplatte angeordnet ist. Auf einem Boden kann eine Platte genügen. Eine Deckschicht aus Beton kann jedoch hinzugefügt werden, um die Absorption des Körperschalls zu verbessern. Unter Beton wird jedes Material auf der Basis eines wasserhärtenden Bindemittels verstanden.

[0024] Um die Aufnahme der Scherkräfte der Bretter untereinander zu verbessern, kann die Struktur mindestens ein zusätzliches Verbindungselement umfassen, das in die nicht versetzten Bretter der Bretteranordnung parallel zur Ebene der Struktur und senkrecht zur Längsachse der Bretter eingefügt ist. Zur Aufnahme der Zugkräfte zwischen das Verbindungselementen kann die Struktur mindestens eine Stange umfassen, die mechanisch mindestens zwei Verbindungselemente verbindet und die parallel zur Ebene der Struktur und parallel zur Längsachse zwischen den nicht versetzten Brettern der Bretteranordnung angeordnet ist. Die Struktur kann eine Betonschicht umfassen, die auf die Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial gegossen wird, die parallel zur Ebene der Struktur und zwischen den nicht versetzten Brettern der Bretteranordnung angeordnet sind, um eine echte Bodenplatte aus einem Stück herzustellen.

[0025] In einer wiederum anderen Ausführungsform können die versetzten Bretter so angeordnet sein, dass die Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial, die parallel zur Ebene der Struktur auf den dem Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten der versetzten Bretter und zwischen den nicht versetzten Brettern der Bretteranordnung angeordnet sind, bündig mit den dem Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten der nicht versetzten Bretter der Bretteranordnung abschließen, d.h. auf der Rückseite der Struktur.

[0026] Um eine Installation der Struktur im Freien, als Schallschutzwand für Straßen, Autobahnen und Flughäfen zu ermöglichen, können Dichtungsteile auf den Bändern aus akustischem Absorbtionsmaterial angeordnet werden und bündig mit den dem Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten der nicht versetzten Bretter der Bretteranordnung abschließen, d.h. auf der Rückseite der Struktur. Um störende Vibrationen der Bretter zu verhindern, können Dämpfeinlagen aus einem nachgiebigen Material auf den dem Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten der nicht versetzten Bretter der Bretteranordnung angeordnet werden, d.h. auf der Rückseite der Struktur.

[0027] In einer Ausführungsform können bestimmte Bretter, die abwechselnd nach einem regelmäßigen Muster geordnet sind, günstigerweise eine Breite aufweisen, die geringer oder gleich ihrer Dicke ist im Vergleich zu anderen Brettern der Bretteranordnung. In einer Ausführungsvariante können die Bretter, deren Breite geringer oder gleich ihrer Dicke ist, einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt aufweisen, um einen Hohlraum zu erzeugen, der Fallen für den Schall bildet und ein großes Volumen aufweist, aber einen Einlass mit geringem Flächeninhalt, der einen Unterdruckbereich erzeugt für eine bessere Schallabsorption.

[0028] Um die Reflexionen der Schallwellen auf der Struktur zu modifizieren, können die dem Schallquellenbereich zugewandten Kanten der Bretter der Bretteranordnung, d.h. auf der Vorderseite der Struktur, gerillt sein. Um alle Arten von Material verwenden zu können, können die Bretter der Bretteranordnung aus mindestens zwei Abschnitten gebildet sein. In einer Variante können die Abschnitte der Bretter so miteinander verbunden sein, dass sie in Richtung des Schallquellenbereichs, d.h. zur Vorderseite der Struktur hin, zueinander versetzt sind. Die Bretter der Bretteranordnung können eine Neigung aufweisen. Die Bretter können zum Boden hin ausgerichtet sein, um als Schallladen zu wirken und um Regenwasser abzuleiten, im Fall der Verwendung der Struktur als Schallschutzwand, die der Außenwitterung ausgesetzt ist.

[0029] Aus Lärmschutzstrukturen wie der oben beschriebenen kann eine Platte oder eine Bodenplatte gebildet werden. Eine Lärmschutzstruktur wie die oben beschriebene kann so verwendet werden, dass die Struktur in die Mauern und/oder die Decke eines Raums eingesetzt wird, oder sie kann als Schallschutzwand im Freien verwendet werden.

Beschreibung der Zeichnungen

[0030] Die Erfindung wird gut zu verstehen sein und ihre diversen Vorteile und verschiedenen Eigenschaften werden besser ersichtlich durch die folgende Beschreibung des nicht beschränkenden Ausführungsbeispiels gestützt auf die beiliegenden schematischen Zeichnungen:

[0031] die Fig. 1 bis Fig. 3 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von hinten, eine Seitenansicht und eine Frontansicht einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0032] die Fig. 4 und Fig. 5 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von vorne und eine Seitenansicht einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0033] die Fig. 6 bis Fig. 8 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von vorne, eine Seitenansicht

und eine Ansicht von vorne einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0034] die Fig. 9 und Fig. 10 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von vorne und eine Seitenansicht einer vierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0035] die Fig. 11 und Fig. 12 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von vorne und eine Seitenansicht einer fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0036] die Fig. 13 und Fig. 14 zeigen jeweils eine perspektivische freigelegte Ansicht von hinten und eine freigelegte Ansicht von der Seite einer sechsten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0037] die Fig. 15 bis Fig. 20 zeigen eine perspektivische Ansicht von sechs verschiedenen Ausführungsformen von Verbindungselementen für die sechste Ausführungsform gemäß Fig. 13;

[0038] die Fig. 21 zeigt eine perspektivische freigelegte Ansicht von hinten einer siebten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0039] die Fig. 22 und Fig. 23 zeigen jeweils eine perspektivische freigelegte Ansicht von vorne und eine Seitenansicht einer achten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0040] die Fig. 24 bis Fig. 26 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von hinten einer neunten, zehnten und elften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0041] die Fig. 27 und Fig. 28 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von vorne und eine Seitenansicht einer zwölften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur;

[0042] die Fig. 29 und Fig. 30 zeigen jeweils eine perspektivische Seitenansicht im Teilschnitt von vorne und eine Seitenansicht einer dreizehnten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur; und

[0043] die Fig. 31 und Fig. 32 zeigen jeweils eine perspektivische Ansicht von oben und in einer Seitenansicht einer vierzehnten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur.

Genaue Beschreibung

[0044] Die wichtigsten Konstruktionsmodelle für korrigierende Platten in Büro- und Wohnräumen, von Bodenplatten und/oder selbsttragenden Wänden werden nachfolgend veranschaulicht. In einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur, dargestellt in den Fig. 1 bis Fig. 3, ist vorgesehen, dass die Struktur **1** eine nicht zur Struktur gehörende korrigierende Platte ist, die an einem Träger, wie einer Decke oder einer Wand, befestigt werden kann. Die Lärmschutzstruktur **1** umfasst eine Anordnung von Brettern **2**. Die Bretter **2** verlaufen parallel zueinander und definieren eine Ebene (P) für die Struktur **1**.

[0045] Die Bretter **2** sind auf ihren hinteren Kanten **3** angeordnet und ihre Längsachse (L) verläuft parallel zur Ebene (P) der Struktur **1**. Die Bretter **2** sind auf diese Weise in Richtung des Schallquellenbereichs (S) ausgerichtet, von der aus die Schallwellen (O) in Richtung der Vorderseite der Struktur **1** kommen. Die Bretter **2** sind regelmäßig durch einen Freiraum **4** voneinander getrennt.

[0046] Alle Bretter **2** sind durch Abstandshalter **6** oder ein Distanzholz getrennt, das meistens die Form eines Blocks aus Sprerrholz oder Massivholz annimmt. Die Abstandshalter **6** sorgen für einen Zusammenhalt und eine mechanisch feste Verbindung der Bretter **2** untereinander, sowie dafür, dass die Freiräume **4** in ihrer vorbestimmten Breite gehalten werden. Drei Reihen von Abstandshaltern **6** wurden in der Ausführungsform gemäß Fig. 3 verwendet, von denen zwei Reihen an jedem der Enden eingeklemmt sind und eine Reihe sich in der Mitte der Struktur **1** befindet.

[0047] Auf der Rückseite der Lärmschutzstruktur **1** ist eine Schicht eines akustisch absorbierenden Materials **7** angeordnet. Das akustische Absorbtionsmaterial **7** weist im Allgemeinen eine geringe Dichte auf, in der Größenordnung von 0,05. Das akustische Absorbtionsmaterial **7** kann beispielsweise aus den folgenden Materialien – einzeln oder im Gemisch – gewählt werden: des Typs Steinwolle, Holzfasern geringer Dichte, Hanfstengel, Recyclinggummi, mit Druckluft behandeltes Altpapier, Glaswolle, Tonkugeln, Polystyrolzellen oder andere. Diese Schicht aus akustischem Absorbtionsmaterial **7** ist fest mit den hinteren Kanten **3** der Bretter **2** verbunden, beispielsweise durch Verkleben. Diese Struktur erweist sich auf einem breiten Frequenzband als sehr wirksam. Sie wird aus normierten und daher äußerst günstigen Brettern aufgebaut. In Abhängigkeit von den erforderlichen konstruktiven Eigenschaften kann diese Grundstruktur angepasst werden.

[0048] In einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur, dargestellt in den Fig. 4 und Fig. 5, nimmt diese Struktur **8** die Form einer Strukturplatte an. Die Struktur **8** umfasst eine erste Anordnung von hinteren Brettern **9**. Die hinteren Bretter **9** sind zueinander parallel und auf ihren hinteren Kanten **3** angeordnet und ihre Längs-

achse (L) verläuft parallel zur Ebene der Struktur **8**. Die Bretter **9** sind auf diese Weise in Richtung des Schallquellenbereichs ausgerichtet, von dem aus die Schallwellen in Richtung der Vorderseite der Struktur **8** kommen. Die hinteren Bretter **9** sind regelmäßig voneinander getrennt durch eine erste Reihe von Freiräumen **11**.

[0049] Eine zweite Anordnung von vorderen Brettern **12** ist parallel zur ersten Anordnung von hinteren Bretter **9** vorgesehen, wobei die vorderen Brettern **12** zwischen jedem der hinteren Bretter **9** angeordnet und in Richtung der Geräuschquelle, zur Vorderseite der Struktur **8** hin, versetzt sind. Die vorderen Bretter **12** sind regelmäßig voneinander getrennt durch einen Freiraum **13**. Die statische Höhe der Struktur **8** wird durch den Versatz erhöht.

[0050] Die hinteren und vorderen Bretter (**9** und **12**) sind alle durch Abstandshalter **6** getrennt, die für einen Zusammenhalt und eine mechanisch feste Verbindung der Gesamtheit der Bretter (**9** und **12**) untereinander sorgen, sowie dafür, dass die Freiräume **11** in ihrer vorbestimmten Breite gehalten werden. Auf diese Weise entstehen Schallöffnungen mit einem Zugang zu dem hinteren Freiraum **11**. Um die entsprechende selbsttragenden Bodenplatte herzustellen, wird eine Holzplatte **14** auf der Rückseite der Struktur **8** auf den hinteren Kanten **3** der hinteren Bretter **9** der ersten Anordnung befestigt. Diese Holzplatte **14** kann einen Boden für einen umbauten Raum bilden.

[0051] Die Lärmschutzstruktur **16** einer dritten Ausführungsform, dargestellt in den Fig. 6 bis Fig. 8 entspricht in etwa der Lärmschutzstruktur **8** der zweiten, oben beschriebenen Ausführungsform. Für höhere Anforderungen hinsichtlich der akustischen Absorption, wird akustisches Absorbtionsmaterial hinzugefügt, in Form von Bändern **17**, die in dem hinteren Freiraum **11** der ersten Anordnung von hinteren Brettern **9** angeordnet werden. Die Bänder **17** sind auf jeder der hinteren Kanten **18** der vorderen Bretter **12** der zweiten versetzten Anordnung verklebt und auf den Abstandshaltern **6**.

[0052] Im Falle der zweiten und dritten Ausführungsformen beispielsweise einer Bodenplatte (vgl. Fig. 8), erhält man durch die Abstandshalter **6** Schallöffnungen **19**, die einen Zugang zu den Freiräumen **11** zwischen den hinteren Brettern **9** der ersten Anordnung herstellen. Aus konstruktionsbedingten Gründen der Verschiebung des aus den Brettern (**9** und **12**) zusammengesetzten Querschnitts durch den Effekt des Scherflusses, wenn die Struktur gebogen wird (gebogene Bodenplatte), sind die Schallöffnungen **19** zu den Auflagern der Struktur (**8** und **16**) hin unterbrochen etwa bei einem Fünftel der Auflagelänge von dem Auflager aus gesehen. Die Struktur (**8** und **16**) umfasst auf diese Weise längere Abstandshalter **21** zur Aufnahme von Scherkräften.

[0053] Diese Unterbrechung der Schallöffnungen **19** ermöglicht eine gute Beständigkeit gegenüber Scherkräften durch mit den berechneten Verbindungen **22**, die mechanisch die Anordnung der Bretter (**9** und **12**) und den Abstandshalter **21** befestigen, ohne die akustische Funktion der Struktur (**8** und **16**) zu beeinträchtigen. Tatsächlich werden die Töne nahe den Wänden bereits teilweise gedämpft, dadurch dass sie in dem Winkel Bodenplatte-Wand reflektiert werden. Die Geräuschquelle ist deutlich schwächer im Vergleich zur der Mitte der Bodenplatte.

[0054] Die Lärmschutzstruktur **23** einer vierten Ausführungsform, dargestellt in den Fig. 9 und Fig. 10 entspricht ungefähr der Lärmschutzstruktur **16** der dritten, oben beschriebenen Ausführungsform. Wenn die oben schon beschriebenen schallabsorbierenden Strukturen als Bodenplatten verwendet werden, mit Wohn- oder Büroräumen die sich über der Bodenplatte befinden, muss die Struktur **23** im Bereich der unteren Decke die Funktion des Schallaufnehmers für Luftschall wahrnehmen und im Bereich der oberen Decke die Funktion des Schallaufnehmers für Körperschall (Druckschall wie etwa von Absätzen usw.).

[0055] Die Physik des Körperschalls zeigt, dass für die Absorption dieses Druckschalls ebenso wie für die niedrigen Frequenzen von Luftschall ein System des Typs Masse-Feder-Masse erforderlich ist. In diesem Fall wird die Gestaltung der Struktur sich weiterentwickeln zu einem gemischten Charakter Holz-Beton oder weiterhin Holzschweres Material, beispielsweise Tonziegel, Gips, Materialien auf der Basis von Kalk oder andere. Beispielsweise wird eine Betonschicht **24** auf die Holzplatte **14** gegossen, die auf der Rückseite der Struktur **23** befestigt ist. Dieser Beton wird auf diese Weise schwimmende Schicht **24** auf die Holzplatte **14** aufgebracht und stellt eine Art Deckschicht dar. Diese Deckschicht aus Beton **24** kann eine Bodenplatte für eine Etagendecke **14** darstellen und den Körperschall absorbieren.

[0056] Nur als Beispiel kann die Breite der hinteren Bretter **9** ungefähr 210 mm betragen und ihre Dicke ungefähr 58 mm. Die Holzplatte **14** weist eine Dicke auf, die ungefähr 22 mm beträgt. Diese sehr einfachen Strukturen können in Modulen hergestellt werden, die eine Breite haben, die das manuelle oder mechanische Tragen ermöglichen. Die komplette Platte wird dann zusammengebaut durch Aneinanderreihung von mehreren Basismodulen mit einer konstanten Breite (beispielsweise einer Breite von ungefähr 1 m).

[0057] Die Lärmschutzstruktur **26** einer fünften Ausführungsform, dargestellt in den Fig. 11 und Fig. 12 entspricht im Wesentlichen der Lärmschutzstruktur

23 der vierten, oben beschriebenen Ausführungsform. Jedes der Bretter der ersten Anordnung von hinteren Bretter **9** oder der zweiten Anordnung von vorderen Brettern **12** ist aus zwei Abschnitten (**27** und **28**) gebildet, die gegenseitig miteinander zusammengesetzt werden. Diese beiden Abschnitte (**27** und **28**) können aus beklebten Brettern bestehen oder aus Faserplatten oder Gleichwertigem. Für die Herstellung der akustisch korrigierenden Strukturen sind massive, gehobelte Bretter oft das wirtschaftlichste Ausgangsmaterial. Aber die Strukturen können mit beschichteten Brettern (Duo, lamelliertes Holz) oder beschichteten Platten oder Spanplatten hergestellt werden.

[0058] In einer sechsten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur, dargestellt in den Fig. 13 und Fig. 14, nimmt diese Struktur **29** die Form einer gemischten Strukturplatte Holz-Beton an. Die Struktur **29** umfasst eine erste Anordnung von hinteren Brettern **9**. Die hinteren Bretter **9** sind zueinander parallel und auf ihren hinteren Kanten **3** angeordnet und ihre Längsachse (L) verläuft parallel zur Ebene der Struktur **29**. Die Bretter **9** sind auf diese Weise in Richtung des Schallquellenbereichs ausgerichtet, von dem aus die Schallwellen in Richtung der Vorderseite der Struktur **29** kommen. Die hinteren Bretter **9** sind regelmäßig voneinander getrennt durch eine erste Reihe von Freiräumen **11**.

[0059] Eine zweite Anordnung von vorderen Brettern **12** ist parallel zur ersten Anordnung von hinteren Bretter **9** vorgesehen, wobei die vorderen Brettern **12** zwischen jedem der hinteren Bretter **9** angeordnet und in Richtung der Geräuschquelle, zur Vorderseite der Struktur **29** hin, versetzt sind. Die vorderen Bretter **12** sind regelmäßig voneinander getrennt durch einen Freiraum **13**. Die statische Höhe der **29** wird durch den Versatz erhöht.

[0060] Die hinteren und vorderen Bretter (**9** und **12**) sind alle durch Abstandshalter **6** getrennt, die für einen Zusammenhalt und eine mechanisch feste Verbindung der Gesamtheit der Bretter (**9** und **12**) untereinander sorgen, sowie dafür, dass die Freiräume **11** in ihrer vorbestimmten Breite gehalten werden. Ein den Scherkräften entgegenwirkendes Verbindungselement **31** wird in einen Einschnitt entsprechender Dicke eingeführt, der durch einen Sägeschnitt in jedem der Bretter der ersten Anordnung der hinteren Bretter **9** angebracht wird, und auch in den Bändern aus akustischem Absorbtionsmaterial **17**, senkrecht zu ihrer Längsachse (L) und in der Ebene der Struktur **29**.

[0061] Für größere Spannweiten der Struktur **29**, kann der Abschnitt aus Holz und Beton gemischt sein, wobei das Holz Zugkraft und der Beton Druckkraft ausübt. Eine Betonschicht **32** wird also in die Freiräume **11** zwischen die hinteren Bretter **9** gegossen, um eine Bodenplatte zu bilden. In diesem Fall reicht der Beton bis auf das akustische Absorbtionsmaterial **17**.

[0062] Damit der zusammengesetzte Abschnitt wirksam ist, muss das Verbindungselement **31** eingesetzt werden, das den Scherflüssen des zusammengesetzten Abschnitts entgegenwirkt. Das Verbindungselement **31**, das den Scherkräften entgegenwirkt, verstärkt den Zusammenhalt des Holzes mit dem Beton der Schicht **32**. Die Anzahl der Verbindungselemente **31** wird ausgearbeitet in Abhängigkeit von den Scherkräften, die aufgenommen werden müssen, damit der gemischte Abschnitt Holz-Beton einwandfrei funktionieren kann. Jede Art von Querverbinder **31** kann jedoch verwendet werden (metallische Stange, Querbrett oder Querlatte usw.) Das den Scherflüssen des zusammengesetzten Abschnitts entgegenwirkende Verbindungselement **31** wird nahe den Auflagern eingesetzt (maximale Scherflüsse) für einstückige Bodenplatten, die auf zwei Auflagern aufliegen.

[0063] Die Fig. 15 bis Fig. 20 zeigen sechs verschiedene Ausführungen von Verbindungselementen für die sechste Ausführungsform. Das Verbindungselement der Fig. 16 besteht aus einem dünnen Blech, mit einem umgekehrten L-Profil **33**. Das Verbindungselement der Fig. 17 besteht aus einem dünnen Blech, das ein Profil **34** mit einem seitlich abstehenden Flügel **35** aufweist. Das Verbindungselement der Fig. 18 besteht aus einem dünnen Blech mit einem T-Profil **36**.

[0064] Der Horizontalsteg des umgekehrten L-Profils **33** oder des T-Profils **36** oder des Flügels weist Löcher **35a** auf, um das Verschrauben auf die hintere Kante **3** der hinteren Bretter **9** zu ermöglichen. Dieser Horizontalsteg versteift das Blech des Verbindungselements (**33**, **34** und **36**), das dadurch höhere Schubkräfte des Betons der Schicht **32** aufnehmen kann. Die Verschraubung kann Querzugkräfte des Betonblocks **32** relativ zum Holzblock, insbesondere in der Mitte des Feldes aufnehmen.

[0065] In dem Blech der Verbindungselemente (**31**, **33**, **34** und **36**) sind Perforierungen **37** ausgespart, um zu ermöglichen, dass der Beton und seine Granulate in diese Perforierungen **37** strömen kann, um die Freiräume **11** zwischen den hinteren Brettern **9** komplett zu verschließen. Nach dem Abbinden wird der Beton **32** vollständig blockiert sein durch diese Verbindungselemente (**31**, **33**, **34** und **36**) und die Verbindung des Betons mit der Holzstruktur wird einwandfrei und vollkommen effizient.

[0066] Eine siebte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur, dargestellt in Fig. 21, entspricht im Wesentlichen der Lärmschutzstruktur **29** der oben beschriebenen sechsten Ausführungs-

form. Im Falle einer Bodenplatte mit einer Struktur **38** aus zwei Feldern, aufsetzend auf drei Abstützungen, werden die Kräfte, die auf die Bodenplatte wirken, umgekehrt durch Zugspannung im Beton der Schicht **32** und Druck im Holz der hinteren und vorderen Bretter (**9** und **12**).

[0067] Die beiden Verbindungselemente **39**, die zu beiden Seiten der Abstützung angeordnet sind, werden komplettiert durch die metallischen Gewindestangen **41**, welche die Zugkräfte aufnehmen. Die Verbindungselemente der Fig. 19 und Fig. 20 weisen Perforierungen **42** auf, um die Verankerung der Gewindestangen **41** zu ermöglichen. Die Gewindestangen **41** sind im Bereich der Freiräume (U) zwischen zwei hinteren Brettern **9** angeordnet und sind eingebettet in die Betonschicht **32**.

[0068] Die Struktur **29** greift in einer achten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur, dargestellt in den Fig. 22 und Fig. 23, ein Prinzip auf, das im Wesentlichen dem der dritten Ausführungsform entspricht. Die Struktur **43** ist gebildet aus einer regelmäßig alternierenden Folge von breiten hinteren Brettern **9** und schmalen versetzten Brettern **44**. Zwischen den breiten hinteren Brettern **9** und den schmalen versetzten Brettern **44** sind Abstandshalter **6** vorgesehen, die den Abstand herstellen. Die schmalen Bretter **44** weisen eine Breite auf, die geringer oder gleich ihrer Dicke ist im Verhältnis zu den breiten hinteren Brettern **9**. Die Struktur **43** ist so geöffnet, dass der Schall durch die Schallöffnungen **19** eindringen kann, die durch den Abstand der Bretter (**9** und **44**) gebildet werden.

[0069] Auf der Rückseite und auf den hinteren Kanten **18** der schmalen versetzten Bretter **44** befinden sich Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial **17**. Der Versatz der schmalen Bretter **44** zur Vorderseite ist so vorgesehen, dass die Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial **17** bündig mit den hinteren Kanten **3** der breiten hinteren Bretter **9** abschließen. Die Struktur **43** umfasst vertikal versetzte Bretter oder Bretter verschiedener Breiten **44**, um eine Lücke als Falle für den Schall zu bilden. Anschließend bildet der horizontale Abstand der Bretter (**9** und **44**) die die Schallöffnungen **19** begrenzen, eine Falle für den Schall auf einem anderen Niveau.

[0070] Schließlich absorbiert auf der Rückseite des schmalen Bretts **44** ein schallisolierendes Band **17** den Schall, der in das Schalloch **19** eingedrungen ist.

[0071] Nur als Beispiel kann die Breite der hinteren Bretter **9** ungefähr 80 mm betragen und ihre Dicke ungefähr 58 mm. Die Breite der schmalen, versetzten hinteren Bretter **44** beträgt ungefähr 20 mm und ihre Dicke ungefähr 58 mm. Die Abstandshalter **6** haben einen quadratischen Querschnitt von ungefähr 20 mm. Die Breite der isolierenden Bänder **17** beträgt ungefähr 98 mm und ihre Dicke ungefähr 30 mm. Die akustische Funktion der Platte kann durch Variieren der folgenden vier Einstellparameter optimiert werden:

– Dicke der Bretter **44**, die das erste Schallabsorptionsniveau bereitstellen mit breiten Öffnungen für die niedrigen Frequenzen (Dicke des Brettes **44** plus Dicke des Abstandshalters **6**)
– Versatz des Abstandshalters **6** bezogen auf das obere Brett, wobei für einen nicht zur Struktur gehörendes Korrekturelement auf den Abstandshalter **6** verzichtet werden kann;
– die Breite des Schallochs **19**, die durch die Dicke des Abstandshalter **6** oder den horizontalen Abstand der Bretter gegeben ist; und
– das Absorbtionsmaterial **17** und seine mikrostrukturelle Definition, d.h. seine Dichte, seine ausgesetzte Oberfläche oder sein Profil und seine eigentliche Zusammensetzung.

[0072] Wenn man diese vier Abmessungen dieser Struktur vergrößert, verbessert die Platte sich im Bereich der niedrigen Frequenzen, von 50 Hz bis 1000 Hz. Wenn man die vier Abmessungen dieser Struktur verkleinert, verbessert die Platte sich im Bereich der hohen Frequenzen, von 500 Hz bis 2000 Hz. In Abhängigkeit von den Erfordernissen der Struktur werden diese vier Parameter in die eine oder die andere Richtung verändert.

[0073] Die Lärmschutzstruktur **46** einer neunten Ausführungsform, dargestellt in Fig. 24, entspricht im Wesentlichen der Lärmschutzstruktur **43** der oben beschriebenen achten Ausführungsform. Nur zwei Querstreben **47** sind parallel zur Ebene der Struktur **46** und senkrecht zur Längsachse (L) der Bretter (**9** und **44**) in einer in die Kante von jedem der hinteren Bretter **9** gesägten Kerbung eingefügt. Die hintere Kante **18** aller schmalen Bretter **44** drückt gegen die Querstrebe **47**.

[0074] Diese Querstrebe **47** stellt auf diese Weise eine mechanische Verbindung zwischen den breiten hinteren Brettern **9** und den schmalen Brettern **44** her, die voneinander beabstandet bleiben, um die Schallöffnungen **19** zu bilden, wobei die Struktur **46** keine Abstandshalter mehr benötigt. Die Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial **17** schließen bündig mit den hinteren Kanten **3** der breiten hinteren Bretter **9** und mit der hinteren Oberfläche der Querstrebe **47** ab.

[0075] Die Lärmschutzstruktur **48** einer zehnten Ausführungsform, dargestellt in Fig. 25, entspricht im Wesentlichen der Lärmschutzstruktur **46** der oben beschriebenen neunten Ausführungsform. Die schmalen Bretter **49** weisen einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt auf. Die Schallöffnungen **19** weisen auf diese Weise einen Einlass mit geringem Flächeninhalt auf, der in ein größeres, darun-

terliegendes Volumen mündet. Die Schallöffnungen **19** wirken wie ein Hohlraum mit Unterdruck, der Schallwellen besser absorbiert.

[0076] In einer elften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur, dargestellt in Fig. 26, weist diese Struktur **51** eine regelmäßig alternierenden Folge von breiten hinteren Brettern **9** und schmalen, nicht versetzten, schwalbenschwanzförmigen Brettern **49** auf, sowie drei Verbindungs-Querstreben **47**. Diese Querstreben **47** drücken gegen die hinteren Kanten **3** der breiten hinteren Bretter **9** und der schmalen, nicht versetzten, schwalbenschwanzförmigen Bretter **49**, die alle dasselbe Niveau erreichen. Zwischen den Querstreben **47** sind zwei Schichten aus akustischem Absorbtionsmaterial **7** vorgesehen von gleicher Dicke, wie die Querstreben **47** und auf den hinteren Kanten **3** der breiten hinteren Bretter **9** und der schmalen, nicht versetzten, schwalbenschwanzförmigen Bretter **49** befestigt.

[0077] Die Lärmschutzstruktur **52** einer zwölften Ausführungsform, dargestellt in den Fig. 27 und Fig. 28 entspricht im Wesentlichen der Lärmschutzstruktur **43** der achten, oben beschriebenen Ausführungsform. Die Kanten **53** der Bretter (**9** und **44**) der alternierenden Bretterfolge, die der Geräuschquelle zugewandt sind, sind mit in der Längsrichtung (L) verlaufenden Riffelungen versehen. Mit dem Feld **53** der Bretter (**9** und **44**) das so geformt ist, dass eine raue Oberfläche entsteht, werden die hohen Frequenzen reflektiert und durch Zusammenprall annulliert. Das absorbierende Profil **53** der Bretter kann auch lediglich auf dem breiten hinteren Brett **9** vorgesehen sein, da der in den Freiraum **11** eindringende Schall auf der Vorderseite des schmalen Bretts **44** schon teilweise gefangen ist. Diese Riffelungen ermöglichen eine Verbesserung der akustischen Effizienz der Struktur **52**.

[0078] Die dreizehnte und die vierzehnte Ausführungsform gehören in den Bereich der Lärmschutzwände für Straßen, Autobahnen, Gleisanlagen und Flughäfen. Das Prinzip dieser akustischen Struktur kann auf vorteilhafte Weise angepasst werden an einen Schallschutz vor dem Schall des Straßenverkehrs und den akustischen Schutz von bewohnten Bereichen in der Nähe des Transportnetzes für den motorisierten Verkehr.

[0079] Die erste zusätzliche Eigenschaft ist die der Dauerhaftigkeit gegenüber der Witterung, sei es durch chemische Behandlung des Holzes im Autoklaven mit metallischen Salzen (nachteiliger unter dem Gesichtspunkt der Umweltverträglichkeit bei der Zerstörung der Platte). Die zweite zusätzliche Eigenschaft ist die, dass im oberen Teil der Struktur eine Einrichtung vorgesehen ist, die den Effekt der auf der oberen Linie der Struktur abprallenden Lärmwelle reduziert.

[0080] Die Lärmschutzstruktur **54** der dreizehnten Ausführungsform, dargestellt in den Fig. 29 und Fig. 30, umfasst eine ersten Anordnung von hinteren Brettern **9**. Die hinteren Bretter **9** sind zueinander parallel und auf ihren hinteren Kanten **3** angeordnet und ihre Längsachse (L) verläuft parallel zur Ebene der Struktur **54**. Die Bretter **9** sind auf diese Weise in Richtung des Schallquellenbereichs ausgerichtet, von dem aus die Schallwellen in Richtung der Vorderseite der Struktur **54** kommen. Die hinteren Bretter **9** sind durch einen Freiraum regelmäßig voneinander getrennt.

[0081] Eine zweite Anordnung von vorderen Brettern **12** ist parallel zur ersten Anordnung von hinteren Bretter **9** vorgesehen, wobei die vorderen Brettern **12** zwischen jedem der hinteren Bretter **9** angeordnet und in Richtung der Geräuschquelle, zur Vorderseite der Struktur **54** hin, versetzt sind. Die vorderen Bretter **12** sind durch einen Freiraum **13** regelmäßig voneinander getrennt. Die statische Höhe der Struktur **54** wird auf diese Weise durch den Versatz erhöht.

[0082] Die hinteren und vorderen Bretter (**9** und **12**) sind alle durch Abstandshalter **6** getrennt, die für einen Zusammenhalt und eine mechanisch feste Verbindung der Gesamtheit der Bretter (**9** und **12**) untereinander sorgen, sowie dafür, dass die Freiräume in ihrer vorbestimmten Breite gehalten werden. Der Freiraum zwischen den hinteren Brettern **9** ist vollständig durch ein akustisch absorbierendes Material **56** gefüllt.

[0083] Die hinteren und vorderen Bretter (**9** und **12**) sind nach unten abgeschrägt, in Richtung auf den Boden, um den Wasserablauf auf die Vorderseite der Struktur **54** zu begünstigen, und so ein Eindringen von Wasser in das akustische Absorbtionsmaterial möglichst zu verhindern. Das in dem akustischen Absorbtionsmaterial **56** eingeschlossene Wasser würde seine Dichte erhöhen und dazu führen, dass er seine akustischen Eigenschaften verliert. Außerdem schließt das Brett ein negatives Profil in der Art eines Wassertropfens ein, damit angekommenes Wasser auf die Kante an der Vorderseite des Bretts fällt. Dichtungsteile **57** sind des Weiteren auf dem akustisch absorbierenden Material **56** angeordnet und schließen bündig mit den hinteren Kanten **3** der nicht versetzten hinteren Bretter **9** ab.

[0084] In einer vierzehnten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lärmschutzstruktur, dargestellt in den Fig. 31 und Fig. 32, umfasst diese Struktur **58** eine Anordnung von hinteren Brettern **9** und eine Anordnung von zur Vorderseite versetzten Brettern **59**. Die vorderen Bretter **59** sind unmittelbar fest mit den hinteren Brettern **9** verbunden, um analog zu den Abschnitten der fünften Ausführungsform Paare zu bil-

den. Ein Abstandshalter **6** ist zwischen zwei Paaren von hinteren **9** und vorderen Brettern **59** vorgesehen. Der Freiraum zwischen den hinteren Brettern **9** hinter den vorderen Bretter **59** ist vollständig durch ein akustisch absorbierendes Material **56** gefüllt.

[0085] Um die Leistung als akustisches Absorbtionsmaterial der sehr niedrigen Frequenzen zu verbessern, ist die Struktur **58** an ihrem Träger **61** befestigt, wobei zwischen dem Träger **61** und der absorbierenden Struktur eine Dämpfungsscheibe aus Elastomer **62** zwischengefügt wird, die es der Struktur **58** erlaubt, sich gegen ihren Träger **61** zusammenzuziehen. Diese Teile aus einem nachgiebigen Material sind auf den hinteren Kanten **3** der nicht versetzten Bretter **9** angeordnet. Auf diese Weise bildet man ein Masse-Feder-Masse-System, das wie ein Helmholtz-Resonator funktioniert. Dadurch, dass diese Strukturplatte auf Auflagern aus Elastomer **62** oder absorbierendem Gummi befestigt wird, kann die Struktur **58** sich verformen, indem sie ihre Auflager quetscht und auf diese Weise die niedrigen Frequenzen absorbiert.

[0086] Auf der Rückseite der Schallwand **58** wird über die gesamte Oberfläche eine wasserdichte Abdichtung ausgebildet, um das akustisch absorbierende Material **56** zu schützen. Dieser Schutz kann aus teergebundenem Papier, aus Polyethylenfolie (thermoplastisches Polymermaterial), aus Blech oder anderem Material bestehen. Besondere Aufmerksamkeit wird auf den Anschluss der der Dichtungsbahnen gerichtet, damit diese Verbindungen ebenfalls dicht sind.

[0087] Ein Dach **63** wird auf die Struktur **58** gesetzt. Aus Gründen der Wirksamkeit gegenüber dem Effekt der Welle, hat dieses Dach einen freitragenden vorspringenden Teil bezogen auf die exponierte Seite der Struktur. Dies führt dazu, dass die Schallwelle eher in Richtung der Straßenmitte reflektiert wird, als dass man sie auf dem First der Struktur **58** abprallen lässt. Um diese Welle zu fragmentieren und ihre potenzielle Energie zu brechen, weist das Dach **63** ein horizontales Profil in gebrochener Linie auf, was zur Folge hat, dass die Welle an jeder positiven oder negativen Kante der gebrochenen horizontalen Linie gebrochen wird.

[0088] Ein Beispiel für eine sehr effektive Bedachung wird in dem Dokument FR-2.813.904 entwickelt. Das Beispiel dieses Daches **63** kann durch andere Varianten von Dächern aus Metallblech, aus Glas oder Plexiglas oder anderen Materialien mit gleichwertiger Leistungsfähigkeit ersetzt werden.

[0089] Das Dach **63** wird von einem Stabilisierungsarm **64** gehalten und ist in der Neigung einstellbar in Abhängigkeit von der Länge dieses Arms **64**. Die Länge und die Neigung dieses Holzdachs **63** werden auf der Basis von Kriterien eingestellt wie dem Schutz der Vorderseite der Struktur **58** gegen Regen, die mehr oder weniger hohe Reflexion der Schallwelle auf die Straße (offener bei eingeschlossenen Straßen und geschlossener bei flachem Relief) und dem architektonischen Wunsch nach Integration in die Landschaft.

[0090] Der Schallschutz funktioniert auch ohne Dach, aber sein Wirkungsgrad ist geringer ebenso wie seine Beständigkeit, selbst dann, wenn in einem Autoklav behandeltes Langholz eingesetzt wird mit chemischer Behandlung in der Masse.

[0091] Die vorliegende Erfindung ist nicht beschränkt auf die beschriebenen und illustrierten Ausführungsformen. Zahlreiche Änderungen können umgesetzt werden, ohne dadurch den Rahmen zu verlassen, der durch den Umfang der Anspruchssätze definiert ist.

[0092] Die verschiedenen oben beschriebenen Ausführungsformen können kombiniert werden, um noch weitere Lärmschutzstrukturen zu erhalten.

Patentansprüche

1. Struktur, die eine Ebene (P) definiert und zur akustischen Absorption oder Korrektur von Schallwellen im hörbaren Frequenzbereich zwischen 50 Hz und 10 kHz bestimmt ist, welche aus einem Schallquellenbereich (S) kommen, umfassend eine Bretteranordnung (**2**), deren Bretter zueinander parallel und mit der Schmalseite (**3**) nach unten angeordnet sind und mit ihrer Längsachse (L) parallel zur Ebene (P) der Struktur (**1**) und in Richtung des Schallquellenbereich (S) ausgerichtet sind, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die Bretter (**2**) aus Holz sind und durch einen Freiraum (**4**) voneinander getrennt sind,
dass die Freiräume (**4**) Schallwellen aufnehmende Schallöffnungen bilden und in ihrer vorbestimmten Breite durch eine Anordnung von Distanzelementen aus Holz (**6**) gehalten werden, die eine feste Verbindung zwischen den Brettern (**2**) herstellen und
dass die Bretter (**2**) und die Distanzelemente (**6**) zusammengesetzt werden, um ein halbsteifes System zu bilden, wobei jedes Brett (**2**) und jedes Distanzelement (**6**) für sich vibrieren kann.

2. Struktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung der Distanzelemente eine Anordnung von Abstandshaltern umfasst und jeder der Abstandshalter (**6**) in den Freiraum (**4**) zwischen jedem der Bretter (**2**) eingeklemmt ist, wobei die Abstandshalter (**6**) eine geringere Länge als die Bretter (**2**) aufweisen.

3. Struktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung der Distanzelemente

eine oder mehrere Querstreben (**47**) umfasst; die in jedes der Bretter (**9**) der Bretteranordnung parallel zur Ebene der Struktur (**46**) und senkrecht zur Längsachse (L) der Bretter (**9**, **44**) eingefügt sind.

4. Struktur nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Schicht aus akustischem Absorbtionsmaterial (**7**) umfasst, die parallel zur Ebene (P) der Struktur (**1**) auf den dem Schallquellenbereich (S) gegenüberliegenden Kanten (**3**) der Bretteranordnung (**2**) angeordnet ist.

5. Struktur nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass von den Brettern (**12**) bestimmte Bretter gegenüber anderen, nicht versetzten Brettern (**9**) der Bretteranordnung versetzt angeordnet sind und abwechselnd gemäß einem regelmäßigen Muster senkrecht zur Ebene der Struktur (**8**) und in Richtung zum Schallquellenbereich geordnet sind.

6. Struktur nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sie Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial (**17**) umfasst, die parallel zur Ebene der Struktur (**16**) auf den dem Schallquellenbereich (**18**) gegenüberliegen Kanten der versetzten Bretter (**12**) und zwischen den nicht versetzten Brettern (**9**) der Bretteranordnung angeordnet sind.

7. Struktur nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Holzplatte (**14**) umfasst, die parallel zur Ebene der Struktur (**8**) auf den dem Schallquellenbereich gegenüberliegenden Kanten (**3**) der Bretteranordnung (**9**) angeordnet ist, und dass sie eine Deckschicht aus Beton (**24**) umfasst, die auf der Holzplatte (**14**) angeordnet ist.

8. Struktur nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens ein zusätzliches Verbindungselement (**31**) umfasst, das in die nicht versetzten Bretter (**9**) der Bretteranordnung parallel zur Ebene der Struktur (**29**) und senkrecht zur Längsachse (L) der Bretter (**9**) eingefügt ist.

9. Struktur nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens eine Stange (**41**) umfasst, die mindestens zwei Verbindungselemente (**39**) mechanisch verbindet und parallel zur Ebene der Struktur (**38**) und parallel zur Längsachse (L) zwischen den nicht versetzten Brettern (**9**) der Bretteranordnung angeordnet sind.

10. Struktur nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Betonschicht (**32**) umfasst, die über die Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial (**17**) gegossen wird, die parallel zur Ebene der Struktur (**29**) und zwischen den nicht versetzten Brettern (**9**) der Bretteranordnung angeordnet sind.

11. Struktur nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die versetzten Bretter so angeordnet sind, dass die Bänder aus akustischem Absorbtionsmaterial (**17**), die parallel zur Ebene der Struktur auf den dem Schallquellenbereich (**18**) gegenüberliegenden Kanten der versetzten Bretter (**44**) und zwischen den nicht versetzten Brettern (**9**) der Bretteranordnung angeordnet sind, bündig mit den Kanten der nicht versetzten Bretter (**9**) der Bretteranordnung abschließen, die dem Schallquellenbereich (**3**) gegenüberliegen.

12. Struktur nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Dichtungsteile (**57**) auf den Bändern aus akustischem Absorbtionsmaterial (**56**) angeordnet sind und bündig mit den dem Schallquellenbereich (**3**) gegenüberliegenden Kanten der nicht versetzten Bretter (**9**) der Bretteranordnung abschließen.

13. Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Dämpfeinlagen (**62**) aus einem nachgiebigen Material auf den dem Schallquellenbereich (**3**) gegenüberliegenden Kanten der nicht versetzten Bretter (**9**) der Bretteranordnung angeordnet sind.

14. Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass von den Brettern (**44**) bestimmte Bretter, die abwechselnd nach einem regelmäßigen Muster geordnet sind, eine Breite aufweisen, die geringer oder gleich ihrer Dicke ist im Vergleich zu anderen Brettern (**9**) der Bretteranordnung.

15. Struktur nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Bretter, deren Breite geringer oder gleich ihrer Dicke ist, einen schwalbenschwanzförmigen Querschnitt (**49**) aufweisen.

16. Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Schallquellenbereich **53** zugewandten Kanten der Bretter (**9**, **44**) der Bretteranordnung gerillt sind.

17. Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bretter der Bretteranordnung aus mindestens zwei Abschnitten (**27**, **28**, **59**) gebildet sind und dass die Abschnitte (**27**, **28**, **59**) der Bretter in Richtung des Schallquellenbereichs zueinander versetzt zusammengesetzt sind.

18. Struktur nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bretter (**9**, **12**) der Bretteranordnung eine Neigung aufweisen und dass sie zum Boden hin ausgerichtet sind, als Schallladen und um Regenwasser abzuleiten, im Fall der Verwendung der Struktur als Schallschutzwand

(**58**), die der Außenwitterung ausgesetzt ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

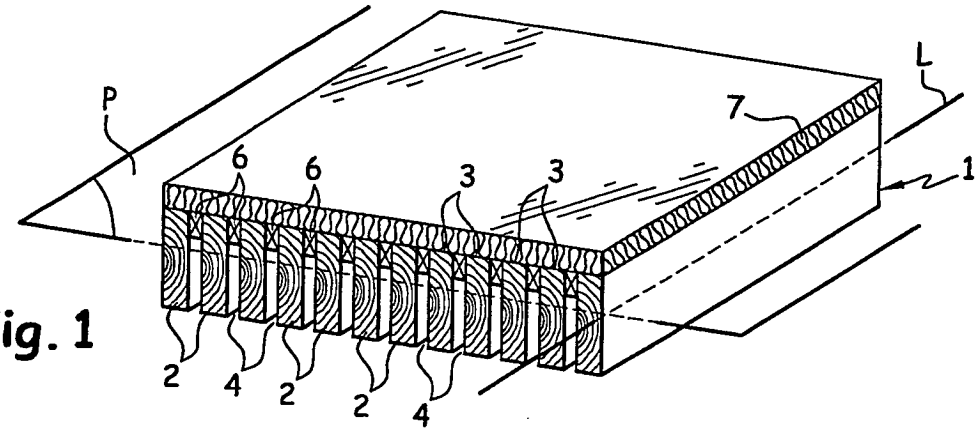


Fig. 1

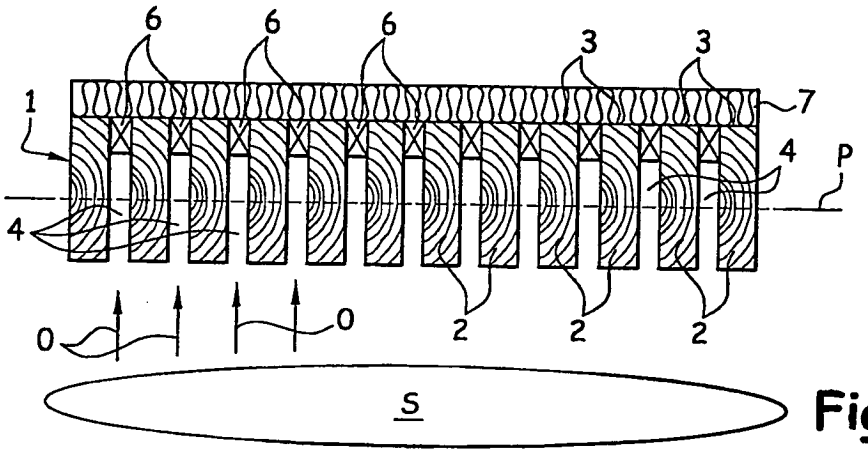


Fig. 2

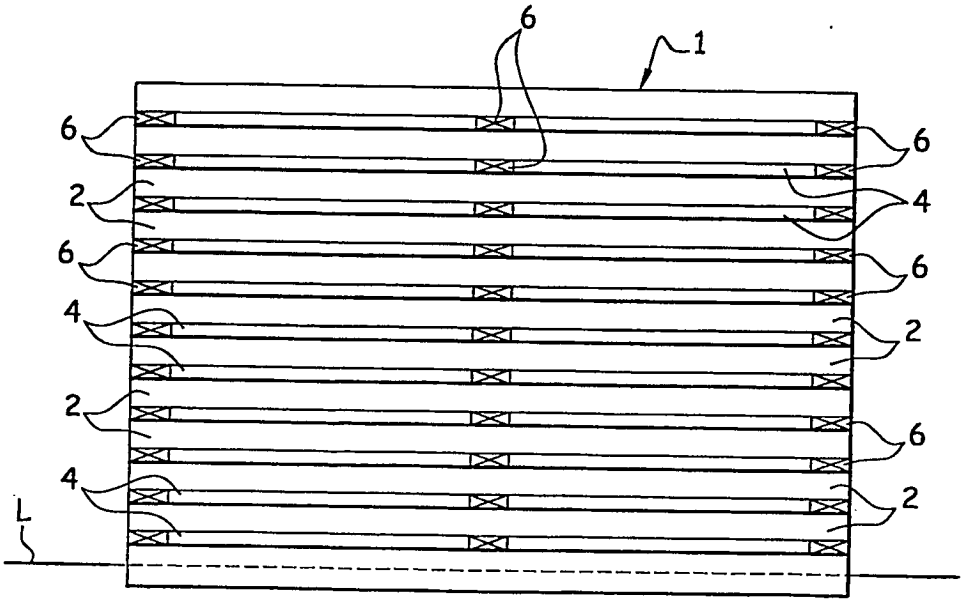


Fig. 3

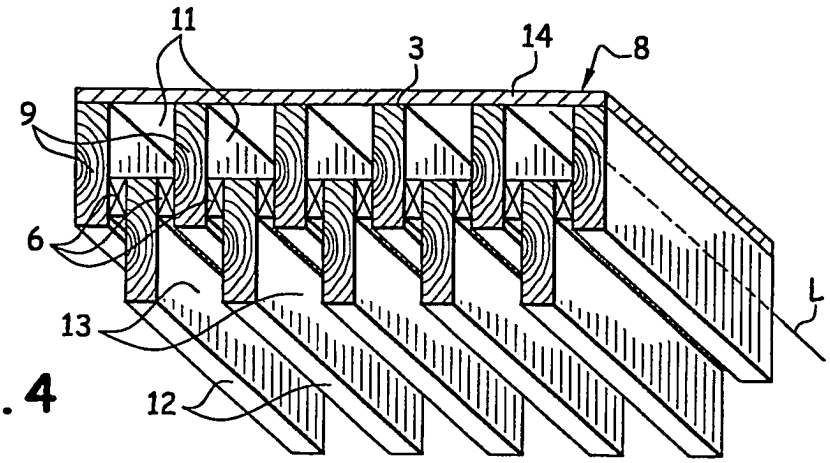


Fig. 4

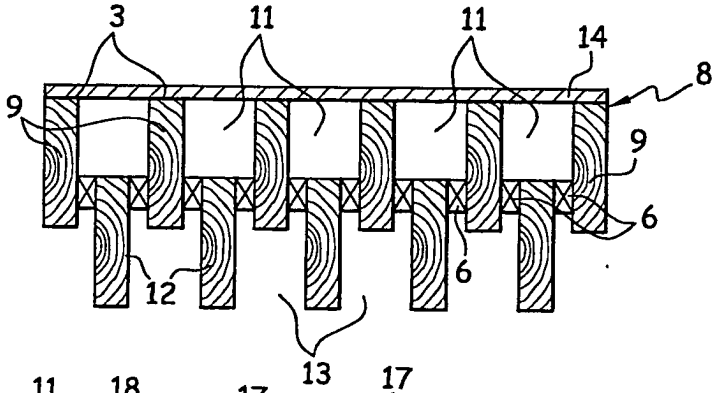


Fig. 5

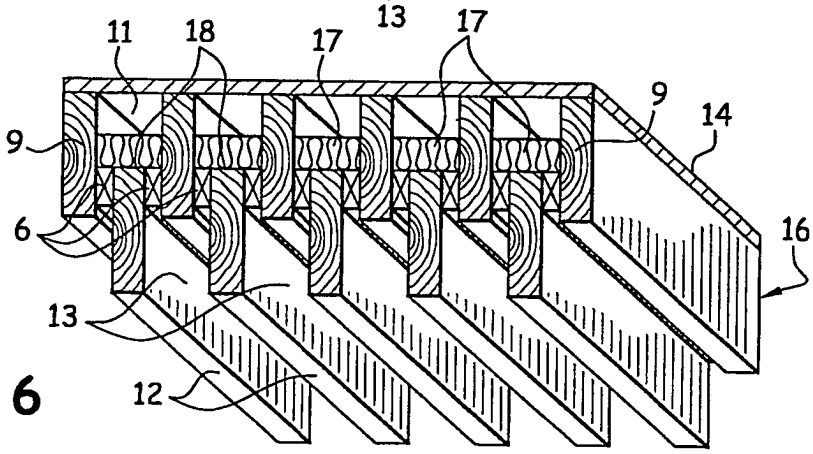


Fig. 6

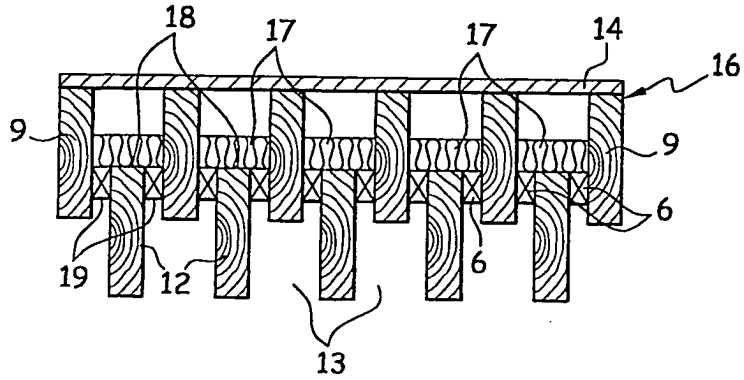


Fig. 7

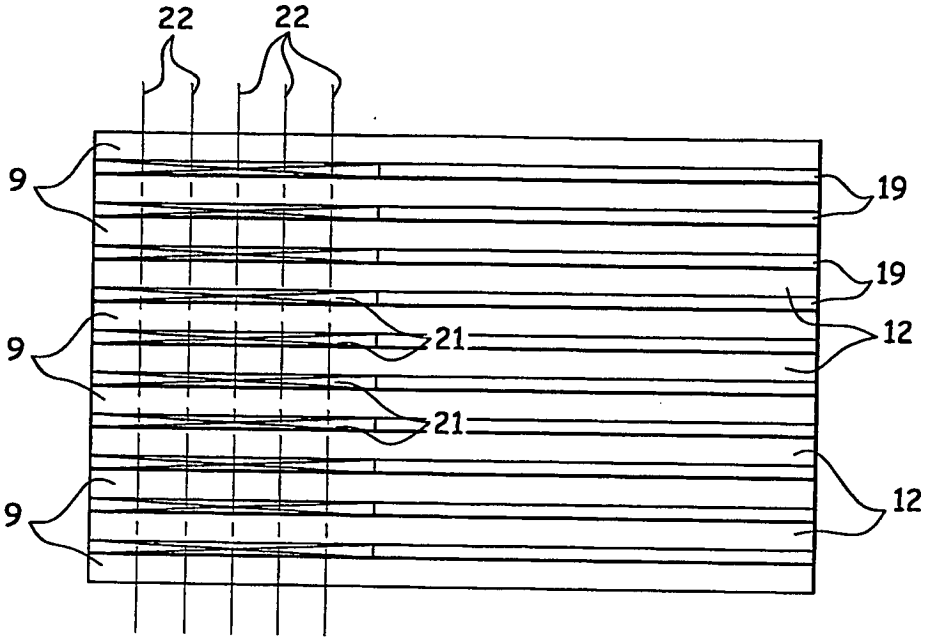


Fig. 8

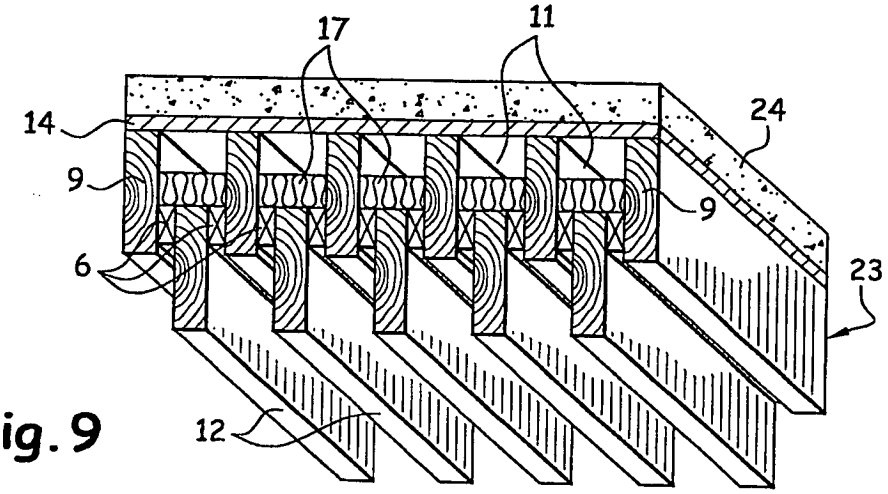


Fig. 9

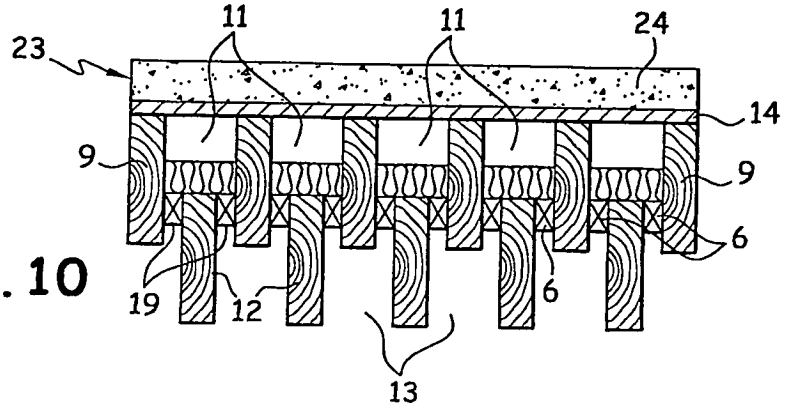


Fig. 10

Fig. 11

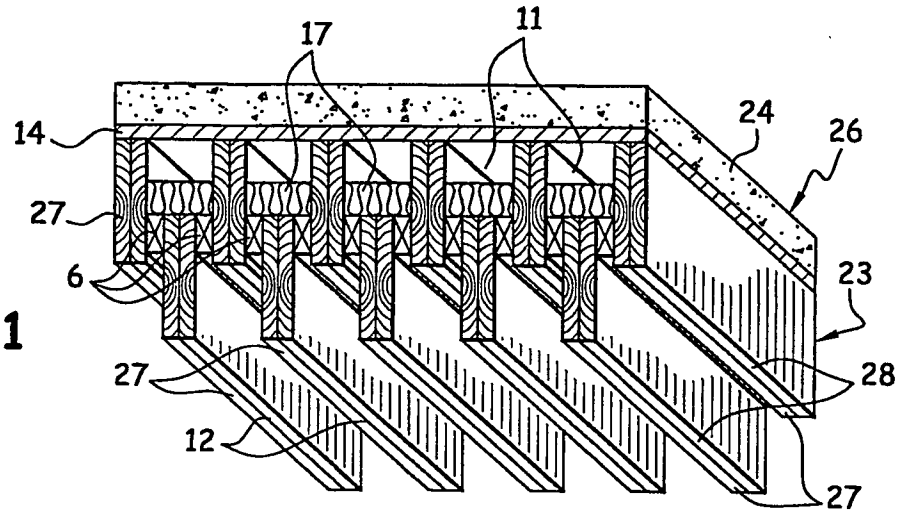


Fig. 12

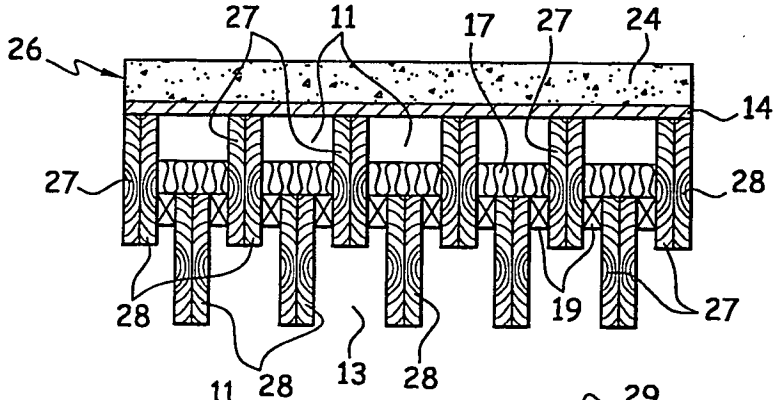


Fig. 13

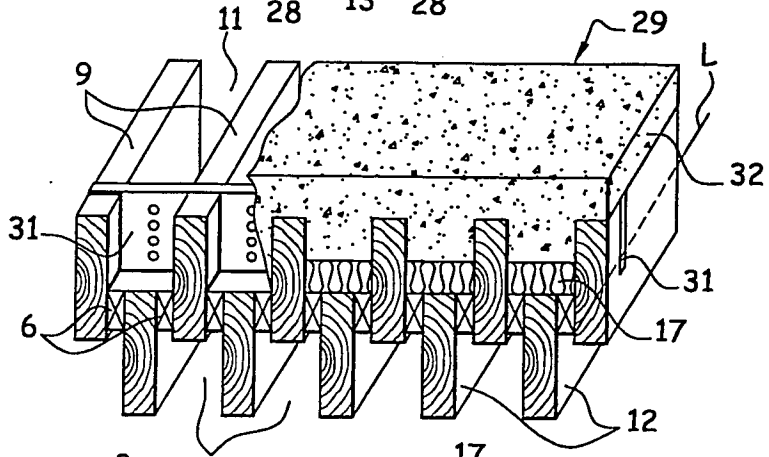
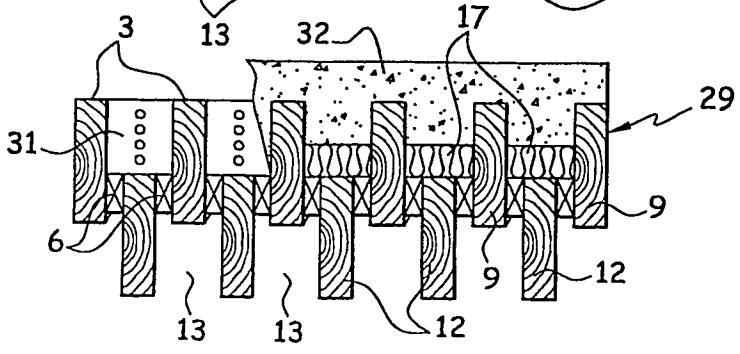


Fig. 14



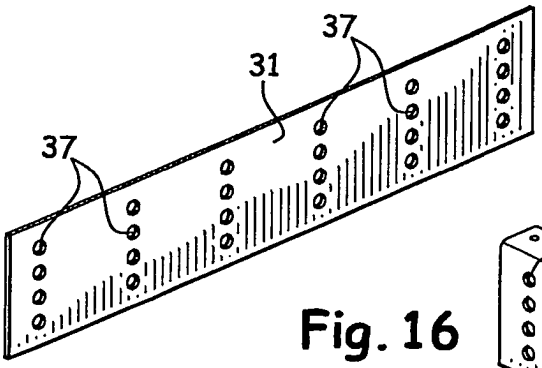


Fig. 15

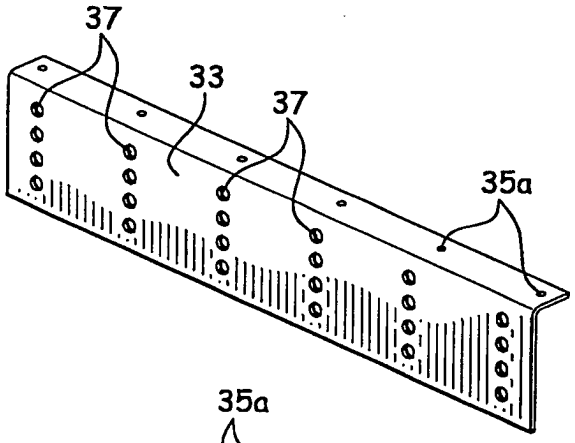


Fig. 16

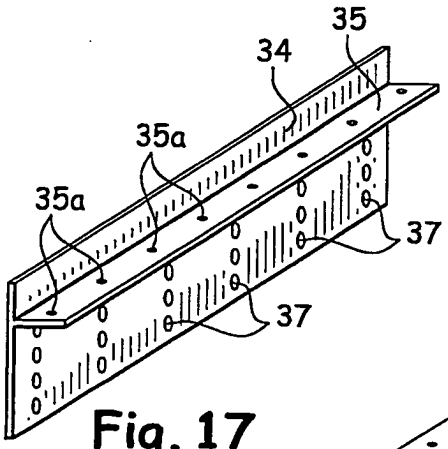


Fig. 17

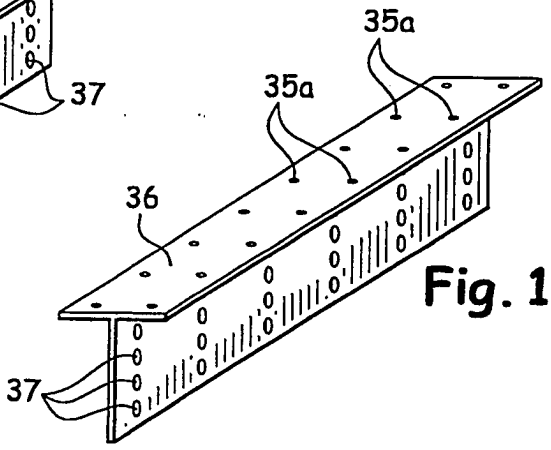


Fig. 18

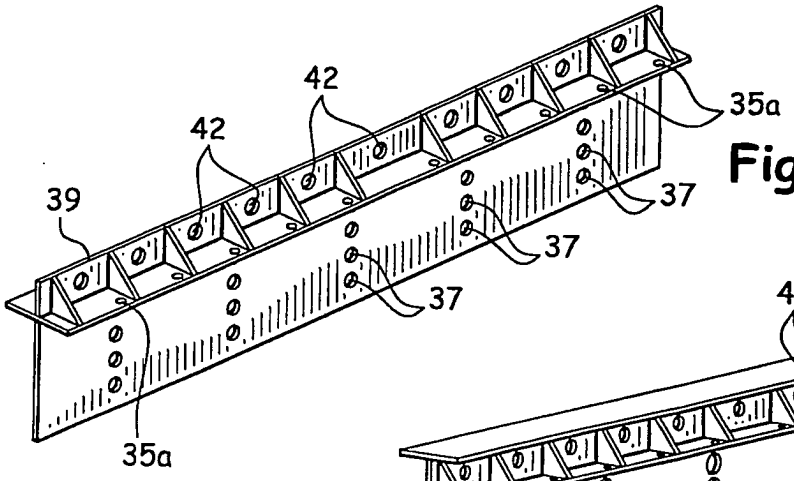


Fig. 19

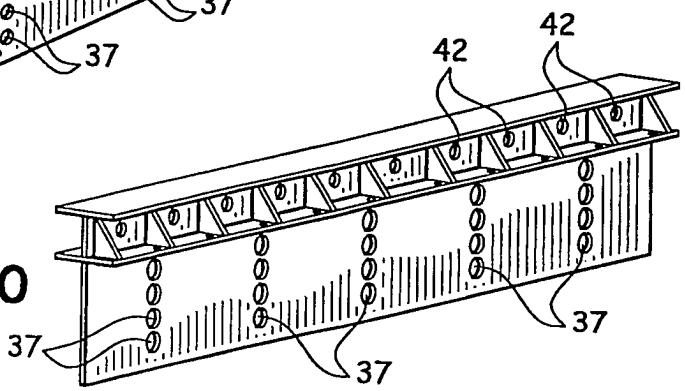


Fig. 20

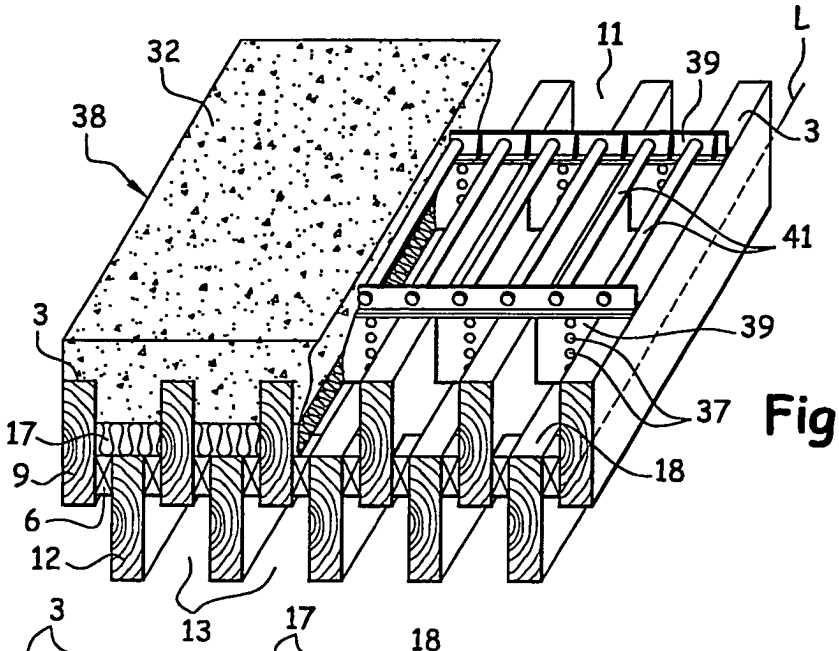


Fig. 21

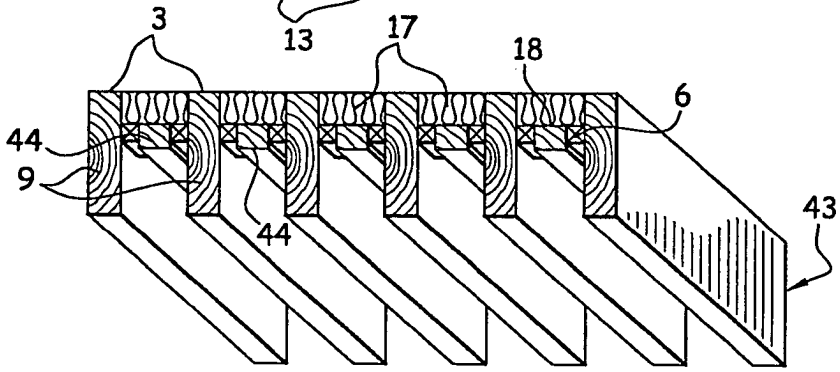


Fig. 22

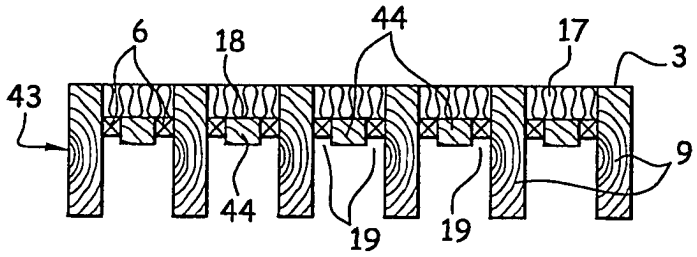


Fig. 23

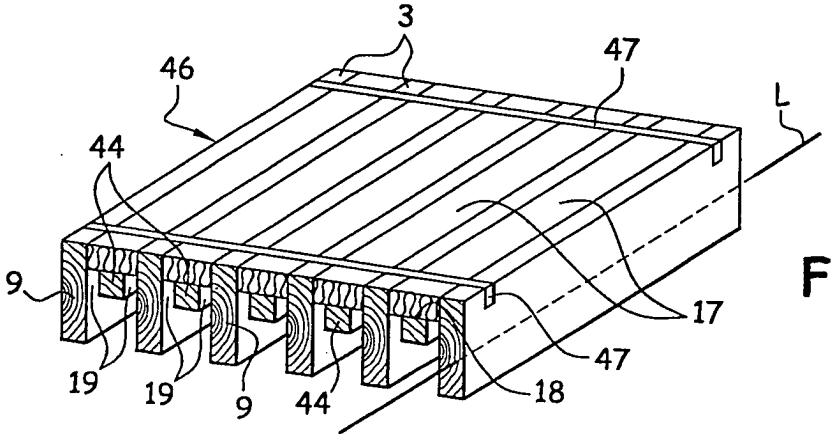


Fig. 24

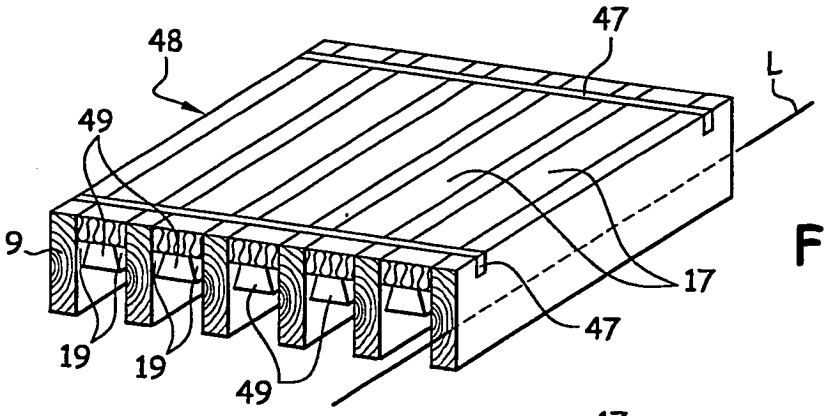


Fig. 25

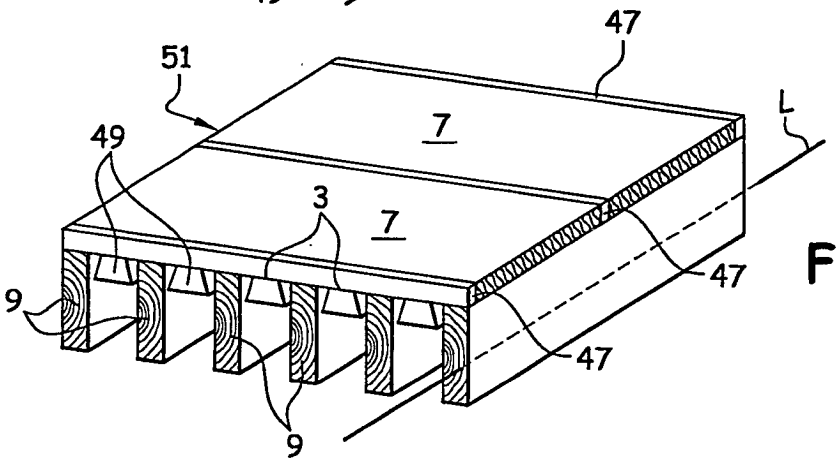


Fig. 26

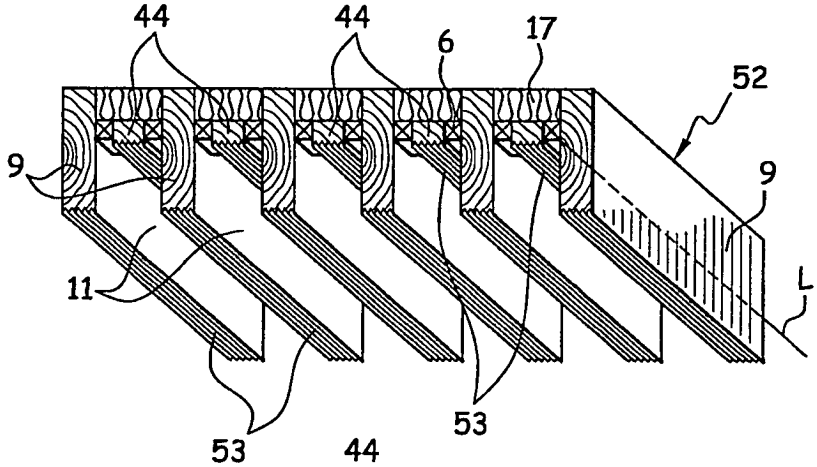


Fig. 27

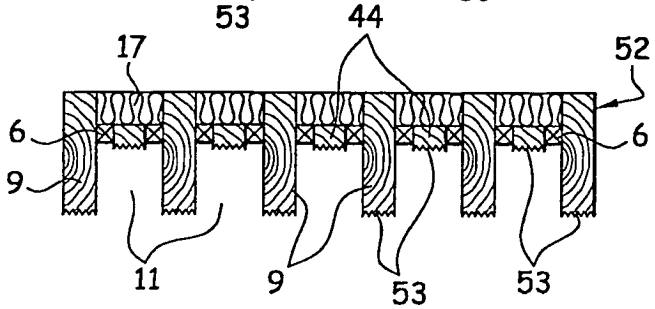


Fig. 28

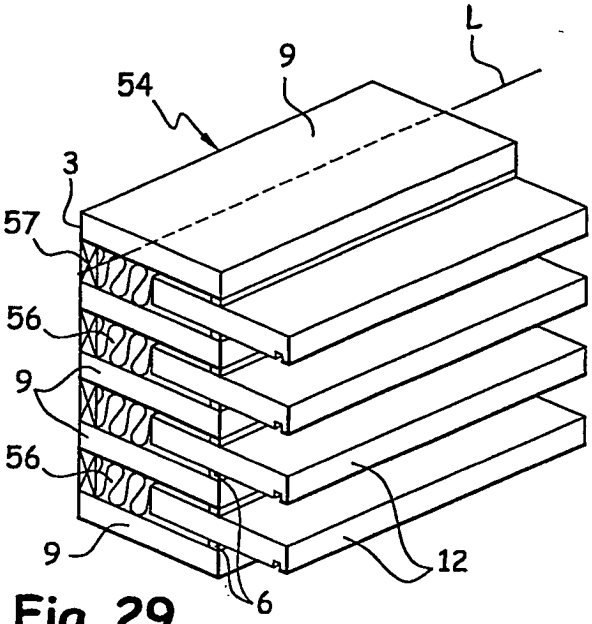


Fig. 29

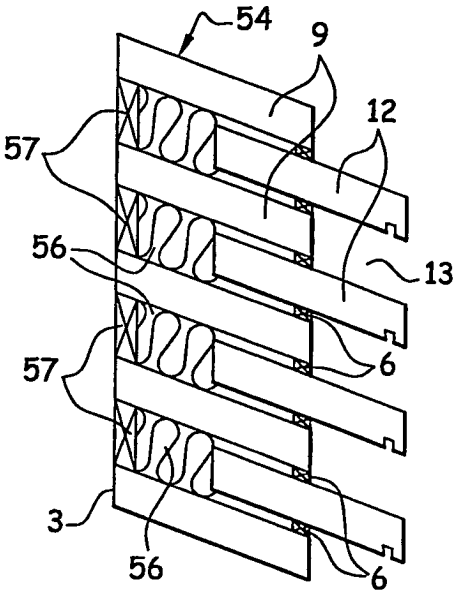


Fig. 30

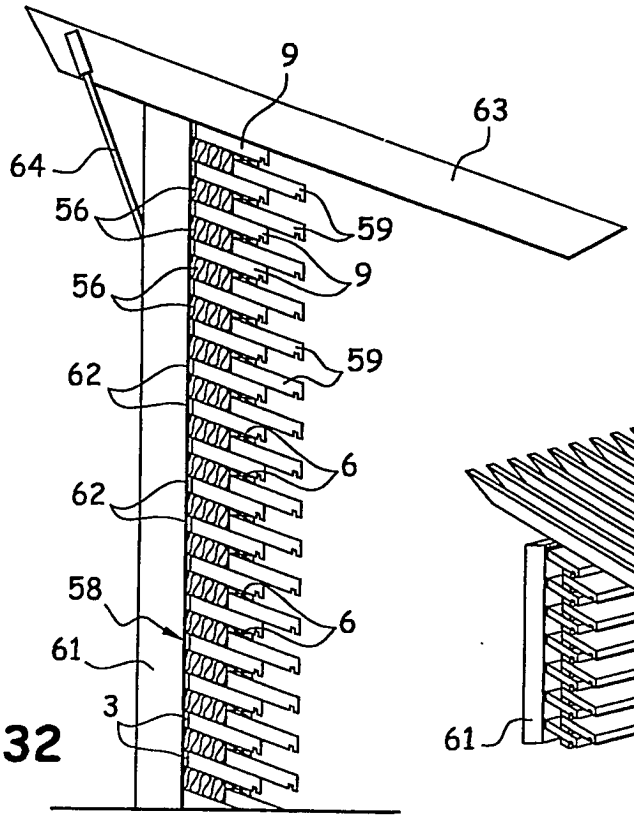


Fig. 32

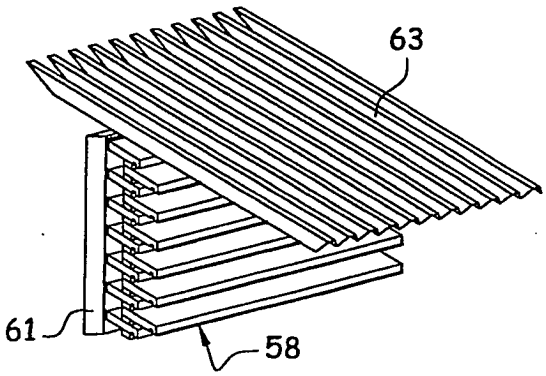


Fig. 31