



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 276 139**

⑤1 Int. Cl.:
E04B 1/86 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **03780302 .0**

⑧6 Fecha de presentación : **30.10.2003**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1570138**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2005**

⑤4 Título: **Estructura antirruído.**

③0 Prioridad: **10.12.2002 FR 02 15564**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

⑦3 Titular/es: **Jean-Luc Sandoz**
Chemin de la Brume 4
1110 Morges, CH

⑦2 Inventor/es: **Sandoz, Jean-Luc**

⑦4 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 276 139 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Estructura antirruido.

La presente invención se refiere a una estructura acústica destinada a atenuar, absorber y/o hacer de pantalla al ruido. La presente invención se refiere a una placa formada a partir de una estructura acústica antirruido. La presente invención se refiere asimismo a un techo o a unas paredes de una sala o incluso a una pantalla exterior antirruido equipada a partir de dicha estructura acústica antirruido.

De forma general, el ruido constituye uno de los parámetros de comodidad que es bastante descuidado a menudo. La urbanización, la explosión del tráfico rodado, la densificación del hábitat con varios pisos son otros tantos desarrollos que generan un entorno cada vez más ruidoso. En los locales industriales, las cadenas automatizadas de producción son asimismo cada vez más ruidosas.

En el ámbito de la construcción y, más especialmente en los edificios de viviendas (villas, inmuebles), en los edificios abiertos al público, en los edificios comerciales o incluso en los locales industriales, las construcciones deben responder a unas normas acústicas a fin de que el entorno de vida privada o profesional resulte más cómodo y menos fatigante.

Estado de la técnica

La mejora del entorno desde un punto de vista acústico es tratada, en principio, por unos paneles superficiales chapados sobre o contra las estructuras de los edificios. Estos paneles son de materiales blandos y porosos. La madera es utilizada muy a menudo con, por ejemplo, los paneles de fibras (densidad sustancialmente igual a 0,1), los paneles de corcho o incluso paneles microperforados a base de fibras de madera.

Estos elementos de construcción se aplican sobre las superficies existentes de hormigón o de metal. Por tanto, pueden verse como paneles correctores acústicos. Estos paneles acústicos son de escaso espesor y ofrecen una superficie lisa con la excepción de las perforaciones. Sus características de absorción del ruido aéreo varían en función de la densidad del panel (un panel menos denso será más blando y, por tanto, mejor absorberá), y del tamaño y del número de perforaciones, que son otras tantas puertas que atrapan los sonidos de alta frecuencia. Dada su configuración superficial homogénea, estos paneles correctores son muy buenos para la absorción de altas frecuencias, en el intervalo de 1.200 Hz a 4.000 Hz.

Sin embargo, no están bastante estructurados al nivel de la superficie para ser eficaces en un ámbito de frecuencias más bajas, por ejemplo de 50 Hz a 1.200 Hz. Un panel homogéneo simple no puede ser sino un corrector limitado porque tiene una superficie lisa. Además, estos paneles contienen mucho pegamento o compuestos orgánicos volátiles, lo que no es ideal desde un punto de vista ambiental.

Se conocen asimismo, según los documentos FR 1.064.968, WO-00/61.888 y US n° 4.244.439, unas estructuras antirruido realizadas en un material continuo y homogéneo. Estas estructuras presentan series de láminas paralelas, que forman series de canales paralelos ciegos, con su fondo trasero o su pared lateral.

El documento US n° 4.821.839 describe una estructura difusora y reflectante de los sonidos, que comprende una serie de divisores paralelos entre ellos dispuestos de canto, con su eje longitudinal paralelo

al plano de la estructura y orientados en dirección de la zona fuente.

Sin embargo, estas estructuras adolecen del inconveniente de constituir masas monolíticas que engendran vibraciones suplementarias parásitas. Además, por parte de su concepción, estas estructuras pueden adaptarse muy difícilmente, tanto sobre el plano dimensional como sobre el plano estructural, a las superficies que recubren y a las características de las ondas sonoras que están encargadas de absorber.

Resumen de la invención

Uno de los principales problemas que se plantean es poder poner a punto una estructura contra las molestias acústicas de una fuente de ruido situada en la misma zona del espacio. Un segundo problema es conseguir que se encuentre un panel estructural acústico o paredes de separación destinadas a proteger el entorno, integrando diferentes escalas de construcción para obtener una eficacia banda larga y, por tanto, conveniente en una multitud de entornos, del privado al comercial, de las oficinas a las fábricas de producción. Un tercer problema es prever un panel eficaz en toda la banda de frecuencias, de las bajas frecuencias de 50 Hz a 400 Hz hasta las altas frecuencias de más de 1600 Hz a 10 kHz.

La invención se refiere así a una estructura, que define un plano, destinada a la absorción o a la corrección acústica de ondas sonoras, en el intervalo de las frecuencias audibles entre 50 Hz y 10 kHz, que proceden de una zona fuente de ondas sonoras. La estructura comprende un conjunto de planchas paralelas entre sí dispuestas de canto, con su eje longitudinal paralelo al plano de la estructura y orientadas en dirección de la zona fuente.

De acuerdo con la invención, la estructura está caracterizada porque las planchas son de madera y están separadas unas de otras por un espacio libre.

Los espacios libres forman rejillas captativas de las ondas sonoras y se mantienen con su anchura determinada por un conjunto de elementos de separación de madera, que realizan una solidarización entre dichas planchas.

Estas planchas y los elementos de separación están ensamblados a fin de formar un sistema semirrígido, pudiendo cada plancha y cada elemento de separación vibrar por sí mismos.

Dicho de otra manera, la estructura presenta una configuración tridimensional que permite crear unas trampas para las ondas sonoras. Estas trampas tienen la forma de rejillas o cavidades captativas de sonidos que se mantienen gracias a unos separadores. Las planchas crean una primera configuración bidimensional y los elementos de separación agregan una dimensión suplementaria al fondo de las rejillas.

Las características funcionales de esta estructura a base de planchas y de elementos de separación de madera son a la vez de orden estructural y corrector acústico. Por tanto, la estructura acumula las dos funciones para ser utilizada como losa o como muro portador o como simple corrector no estructural aplicado sobre la estructura ya existente. Estos constituyentes de madera pueden ser ensamblados sin cola, concretamente, con tornillos o con clavos.

El principio físico de base es crear un sistema masa-resorte-masa que pueda vibrar y absorber la energía elevada de las bajas frecuencias. Para aplicar este principio, es necesario desarrollar una estructura suficientemente rígida para vibrar como un muro o una

pared. Las planchas son ensambladas a fin de formar un sistema semirrígido, pudiendo vibrar cada plancha y cada elemento por sí mismos y pudiendo absorber así muchas más bajas frecuencias, con respecto a las estructuras monolíticas del estado de la técnica. Además, sobre su superficie expuesta a los ruidos deben encontrarse diferentes escalas de complejidad, de forma que se aumente la eficacia de la estructura en una ancha banda de frecuencias.

A fin de realizar una solidarización del conjunto de planchas entre sí, y en una primera variante de realización, el conjunto de elementos de separación puede comprender un conjunto de riostras. Cada una de las riostras puede ser acunada en el espacio libre entre cada una de las planchas. De esta manera, cada una de las riostras puede realizar una conexión mecánica entre estas planchas. Sin embargo, y a fin de crear una serie de cavidades que forman trampas para los sonidos, las riostras presentan una longitud inferior a la de las planchas constitutivas.

A fin de realizar una solidarización del conjunto de planchas entre sí, y en una segunda variante de realización, el conjunto de elementos de separación puede comprender uno o varios travesaños insertados en cada una de las planchas del conjunto de planchas. Este travesaño puede situarse paralelamente al plano de la estructura y perpendicularmente al eje longitudinal de las planchas, realizando de esta manera una conexión mecánica entre dichas planchas.

Para una realización de ciertos techos más discretos, las planchas pueden estar todas ellas a la misma altura con un espacio y un aislante absorbente en la parte posterior, pudiendo comprender la estructura una capa de un absorbente acústico. El corrector acústico puede ser simple, sin rejilla y sin aislante, siendo su eficacia entonces más escasa. Esta capa continua está situada paralelamente al plano de la estructura sobre los cantos opuestos a la zona fuente del conjunto de planchas, es decir, a la parte posterior de la estructura.

En diversos modos de realización ventajosos, y a fin de crear diferentes niveles de cavidades que forman trampas para los sonidos, algunas de las planchas pueden estar desplazadas con respecto a otras planchas no desplazadas del conjunto de planchas. Estas planchas desplazadas son ordenadas entonces de manera alternativa y según un motivo regulador. Estas planchas están desplazadas perpendicularmente con respecto al plano de la estructura y en dirección de la zona fuente, es decir, hacia la parte delantera de la estructura.

A fin de mejorar aún su eficacia, la estructura puede comprender unas bandas de absorbente acústico que se situarán paralelamente al plano de la estructura sobre los cantos opuestos a la zona fuente de las planchas desplazadas y entre las planchas no desplazadas del conjunto de planchas. En un sistema de losas de altas prestaciones, esto se puede realizar mediante rejillas, sin absorbente o con absorbente.

A fin de facilitar su manipulación y/o su montaje y su anclaje contra un soporte, la estructura puede comprender un panel de madera situado paralelamente al plano de la estructura y posicionado sobre los cantos opuestos a la zona fuente del conjunto de planchas, es decir, a la parte posterior de la estructura. En otro modo de realización, la estructura puede comprender además una capa protectora de hormigón situada sobre el panel de madera. Sobre un piso, puede ser sufi-

ciente un panel. Pero puede añadirse una capa protectora de hormigón para mejorar la absorción del ruido sólido. Por hormigón se entiende cualquier material a base de aglomerante hidráulico.

Para mejorar la recuperación de los esfuerzos del cizallamiento de las planchas entre sí, la estructura puede comprender al menos un conector suplementario insertado en las planchas no desplazadas del conjunto de planchas, paralelamente al plano de la estructura y perpendicularmente al eje longitudinal de las planchas. Para efectuar recuperaciones de tracción entre conectores, la estructura puede comprender al menos una barra que una mecánicamente al menos dos conectores, posicionada paralelamente al plano de la estructura y paralelamente al eje longitudinal entre las planchas no desplazadas del conjunto de planchas. La estructura puede comprender una capa de hormigón vaciada sobre las bandas de absorbente acústico posicionadas paralelamente al plano de la estructura y entre las planchas no desplazadas del conjunto de planchas para realizar una losa verdadera de un sola pinza.

Aún en otro modo de realización, las planchas desplazadas pueden disponerse de modo que las bandas de absorbente acústico posicionadas paralelamente al plano de la estructura sobre los cantos opuestos a la zona fuente de las planchas desplazadas y entre las planchas no desplazadas del conjunto de planchas vengan a enrasar con los cantos opuestos a la zona fuente de las planchas no desplazadas del conjunto de planchas, es decir, a la parte posterior de la estructura.

Para permitir una instalación de la estructura a pleno aire, a título de muro antiruido para carreteras, autopistas y aeropuertos, las piezas de estanqueidad pueden posicionarse sobre las bandas de absorbente acústico y vienen a enrasar con los cantos opuestos a la zona fuente de las planchas no desplazadas del conjunto de planchas, es decir, a la parte posterior de la estructura. Para impedir vibraciones parásitas de las planchas, las piezas de amortiguación de un material flexible pueden posicionarse sobre los cantos opuestos a la zona fuente de las planchas no desplazadas del conjunto de planchas, es decir, a la parte posterior de la estructura.

En un modo de realización, ciertas planchas, ordenadas de manera alternativa según un motivo regular, pueden presentar de manera favorable una anchura inferior o igual a su espesor con respecto a otras planchas del conjunto de planchas. En una variante de realización, las planchas con anchura inferior o igual a su espesor pueden presentar una sección en forma de cola de milano, a fin de crear una cavidad que forma trampas para los sonidos con un volumen importante, pero una entrada de escasa superficie, generando una zona en depresión para una mayor absorción sonora.

Para modificar las reflexiones de las ondas sonoras sobre la estructura, los cantos, que están enfrentados a la zona fuente, es decir, a la parte delantera de la estructura, de las planchas del conjunto de planchas pueden estar acanalados. Para utilizar todos los tipos de materiales, las planchas del conjunto de planchas pueden reconstituirse a partir de al menos dos partes. En una variante, las partes de las planchas pueden estar ensambladas de manera desplazada unas con respecto a otras en dirección a la zona fuente, es decir, hacia la parte delantera de la estructura. Las planchas del conjunto de planchas pueden presentar una inclinación. Las planchas pueden orientarse hacia el suelo

como un tornavoz y también para evacuar el agua de lluvia en el caso de utilización de la estructura como muro antirruido expuesto a la intemperie en el exterior.

Puede formarse una placa o una losa a partir de una estructura antirruido tal como la descrita anteriormente. Puede preverse una utilización de una estructura antirruido, tal como la descrita anteriormente, disponiendo la estructura en los muros y/o en el techo de una sala o incluso como pantalla antirruido en el exterior.

Descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor y sus diversas ventajas y diferentes características se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente del ejemplo no limitativo de realización, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los cuales:

- las Figuras 1 a 3 representan, respectivamente, una vista en perspectiva posterior, una vista lateral y una vista en planta delantera de un primer modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 4 y 5 representan, respectivamente, una vista en perspectiva delantera y una vista lateral de un segundo modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 6 a 8 representan, respectivamente, una vista en perspectiva delantera, una vista lateral y una vista en planta delantera de un tercer modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 9 y 10 representan, respectivamente, una vista en perspectiva delantera y una vista lateral de un cuarto modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 11 y 12 representan, respectivamente, una vista en perspectiva delantera y una vista lateral de un quinto modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 13 y 14 representan, respectivamente, una vista en perspectiva seccionada posterior y una vista lateral seccionada de un sexto modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 15 a 20 representan una vista en perspectiva de seis realizaciones diferentes de conectores para el sexto modo de realización según la Figura 13;

- la Figura 21 representa una vista en perspectiva seccionada posterior de un séptimo modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 22 y 23 representan, respectivamente, una vista en perspectiva seccionada delantera y una vista lateral de un octavo modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 24 a 26 representan cada una de ellas una vista en perspectiva posterior de un noveno, de un décimo y de un undécimo modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 27 y 28 representan, respectivamente, una vista en perspectiva delantera y una vista lateral de un duodécimo modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención;

- las Figuras 29 y 30 representan, respectivamente, una vista en perspectiva parcial lateral delantera y una vista lateral de un decimotercero modo de reali-

zación de la estructura antirruido de acuerdo con la invención; y

- las Figuras 31 y 32 representan, respectivamente, una vista en perspectiva desde arriba y una vista lateral de un decimocuarto modo de realización de la estructura antirruido de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

Se ilustran más adelante los principales modelos de construcción para paneles correctores de oficinas o de viviendas, losas y/o muros autoportantes. En un primer modo de realización de la estructura antirruido representado en las Figuras 1 a 3, esta estructura (1) se presenta en forma de un panel corrector no estructural que puede fijarse al soporte, tal como un techo o un muro. La estructura antirruido (1) comprende un conjunto de planchas (2). Las planchas (2) son paralelas entre sí y definen un plano (P) para la estructura (1).

Las planchas (2) están dispuestas sobre su canto trasero (3), presentando su eje longitudinal (L) paralelo al plano (P) de la estructura (1). Las planchas (2) están orientadas así en dirección a la zona fuente (S), de la cual proceden las ondas sonoras (O) en dirección a la parte delantera de la estructura (1). Las planchas (2) están separadas regularmente unas de otras por un espacio libre (4).

Las planchas (2) están todas ellas separadas por unas riostras (6) o una plancha separadora, presentándose éstas lo más a menudo en forma de un bloque de contrachapado de madera maciza. Las riostras (6) aseguran una cohesión y una solidarización mecánica de las planchas (2) entre sí, así como un mantenimiento de los espacios libres (4) en su anchura determinada. En el modo de realización según la Figura 3 se han utilizado tres series de riostras (6), con dos series acunadas en cada uno de los extremos y encontrándose una serie en el centro de la estructura (1).

En la parte posterior de la estructura antirruido (1) está dispuesta una capa de un material absorbente acústico (7). El absorbente acústico (7) presenta generalmente una escasa densidad, del orden de 0,05. El absorbente acústico (7) se elige, por ejemplo, entre los materiales siguientes, solos o mezclados, del tipo de lana mineral, fibras de madera de escasa densidad, a base de tallos de cáñamo, cauchos reciclados, viejos papeles soplados, lana de vidrio, bolas de arcilla, poliestireno alveolado o incluso otros. Esta capa de absorbente acústico (7) se solidariza, por ejemplo, por encolado sobre los cantos traseros (3) de las planchas (2). Esta estructura resulta muy eficaz en una ancha banda. Se construye con planchas estándar y, por tanto, muy económicas. Esta estructura de base podrá adaptarse en función de las características estructurales exigidas.

En un segundo modo de realización de la estructura antirruido representado en las Figuras 4 y 5, esta estructura (8) se presenta en forma de un panel estructural. La estructura (8) comprende un primer conjunto de planchas posteriores (9). Las planchas posteriores (9) son paralelas entre sí y están dispuestas sobre su canto trasero (3), presentando su eje longitudinal (L) paralelo al plano de la estructura (8). Las planchas posteriores (9) están orientadas así en dirección de la zona fuente, de la cual proceden las ondas sonoras en dirección de la parte delantera de la estructura (8). Las planchas posteriores (9) están separadas regularmente unas de otras por una primera serie de espacios libres (11).

Está previsto un segundo conjunto de planchas delanteras (12) paralelo al primer conjunto de planchas posteriores (9), estando posicionadas las planchas delanteras (12) entre cada una de las planchas posteriores (9) debido a que están desplazadas en dirección de la fuente de ruido hacia la parte delantera de la estructura (8). Las planchas delanteras (12) están separadas regularmente unas de otras por un espacio libre (13). La altura estática de la estructura (8) es aumentada por el desplazamiento.

Las planchas posteriores y delanteras (9 y 12) están todas ellas separadas por unas riostras (6) que aseguran una cohesión y una solidarización mecánica de la totalidad de las planchas (9 y 12) entre sí, así como un mantenimiento de los espacios libres (11) en su anchura determinada. Se crean así unas rejillas de acceso al espacio libre trasero (11). Para realizar la losa estructural autoportadora correspondiente, una placa de madera (14) se solidariza con la parte posterior de la estructura (8) sobre los cantos traseros (3) de las planchas posteriores (9) del primer conjunto. Esta placa de madera (14) puede constituir un suelo para una sala explotada.

La estructura antirruido (16) de un tercer modo de realización representado en las Figuras 6 a 8 es sustancialmente análoga a la estructura antirruido (8) del segundo modo de realización descrito anteriormente. Para exigencias más importantes en términos de absorción acústica, se ha añadido absorbente acústico en forma de bandas (17) posicionadas en el espacio libre (11) del primer conjunto de planchas posteriores (9). Las bandas (17) están encoladas sobre cada uno de los cantos traseros (18) de las planchas delanteras (12) del segundo conjunto desplazado, así como sobre las riostras (6).

En el caso del segundo y del tercer modo de realización para una loseta, por ejemplo (véase la Figura 8), unas rejillas (19) que generan un acceso a los espacios libres (11) entre unas planchas posteriores (9) del primer conjunto se obtienen por medio de las riostras (6). Por razones estructurales de deslizamiento de la sección compuesta de las planchas (9 y 12) por el efecto del flujo de cizallamiento cuando la estructura está flexionada (losa en flexión), las rejillas (19) son interrumpidas al llegar a los apoyos de la estructura (8 y 16), en aproximadamente una quinta parte de la longitud de alcance a partir del apoyo. La estructura (8 y 16) comprende así unas riostras más largas (21) para la reanudación del cizallamiento.

Esta interrupción de las rejillas (19) permite resistir bien los esfuerzos de cizallamiento con unas uniones (22) calculadas a este efecto, que fijan mecánicamente el conjunto de las planchas (9 y 12) y la riostra (21) sin disminuir la función acústica de la estructura (8 y 16). En efecto, cerca de los muros, los sonidos son ya parcialmente atenuados por su reverberación sobre el ángulo losa-muro. La fuente de ruido es sustancialmente más débil en comparación con el centro de la losa.

La estructura antirruido (23) de un cuarto modo de realización representado en las Figuras 9 y 10 es sustancialmente análoga a la estructura antirruido (16) del tercer modo de realización descrito anteriormente. Cuando estas estructuras absorbentes acústicas ya descritas anteriormente son utilizadas como losas, encontrándose habitaciones u oficinas sobre la losa, la estructura (23) debe tener la función de absorbedor acústico para el sonido aéreo al nivel del techo infe-

rior, más la función de absorbedor del ruido sólido (ruido de impacto como el de los tacones, etc.) al nivel del suelo o piso superior.

La física de los sonidos sólidos muestra que para absorber este ruido de impacto, es necesario asimismo un sistema de tipo masa-resorte-masa, como para las bajas frecuencias aéreas. En este caso, el concepto de la estructura evolucionará favorablemente hacia la mezcla madera-hormigón o incluso madera-material pesado, por ejemplo del tipo de ladrillo de arcilla, yeso, materiales a base de cal o incluso otros. Por ejemplo, se vierte una capa de hormigón (24) sobre la placa de madera (14) solidarizada con la parte posterior de la estructura (23). Este hormigón es así colocado como una capa flotante (24) sobre el piso de madera (14), del tipo de capa protectora. Esta capa protectora de hormigón (24) puede constituir una losa para un piso (14) y absorber el ruido sólido.

A título de ejemplo únicamente, la anchura de las planchas posteriores (9) es sustancialmente igual a 210 mm y su espesor sustancialmente igual a 58 mm. El piso de madera (14) presenta un espesor sustancialmente igual a 22 mm. Estas estructuras muy simples pueden fabricarse en módulos que tienen una anchura que permite el transporte manual o mecanizado. El panel completo es construido entonces por yuxtaposición de varios módulos de base de anchura constante (por ejemplo, sustancialmente de 1 m de anchura).

La estructura antirruido (26) de un quinto modo de realización representado en las Figuras 11 y 12 es sustancialmente análoga a la estructura antirruido (23) del cuarto modo de realización descrito anteriormente. Cada una de las planchas del primer conjunto de planchas posteriores (9) o del segundo conjunto de planchas delanteras (12) está constituida por dos partes (27 y 28) ensambladas una con otra. Estas dos partes (27 y 28) pueden consistir en planchas pegadas entre sí o en paneles aglomerados o equivalentes. Para la fabricación de las estructuras correctoras acústicas, las planchas macizas cepilladas constituyen la materia prima frecuentemente más económica. Sin embargo, las estructuras pueden realizarse con planchas encoladas (dúo, madera laminar encolada) con paneles de tipo contrachapado o paneles de partículas.

En un sexto modo de realización de la estructura antirruido representado en las Figuras 13 y 14, esta estructura (29) se presenta en forma de un panel estructural mixto madera-hormigón. La estructura (29) comprende un primer conjunto de planchas posteriores (9). Las planchas posteriores (9) son paralelas entre sí y están dispuestas sobre su canto trasero (3), presentando su eje longitudinal (L) paralelo al plano de la estructura (29). Las planchas posteriores (9) están orientadas así en dirección de la zona fuente, de la cual proceden las ondas sonoras en dirección a la parte delantera de la estructura (29). Las planchas posteriores (9) están separadas regularmente unas de otras por una primera serie de espacios libres (11).

Un segundo conjunto de planchas delanteras (12) está previsto paralelo al primer conjunto de planchas posteriores (9), estando posicionadas las planchas delanteras (12) entre cada una de las planchas posteriores (9), que están debido a que están desplazadas en dirección de la fuente de ruido hacia la parte delantera de la estructura (29). Las planchas delanteras (12) están separadas regularmente unas de otras por un espacio libre (13). La altura estática de la estructura (29) es aumentada por el desplazamiento.

Las planchas posteriores y delanteras (9 y 12) están todas ellas separadas por unas riostras (6) que aseguran una cohesión y una solidarización mecánica de la totalidad de las planchas (9 y 12) entre sí, así como un mantenimiento de los espacios libres (11) en su anchura determinada. Un conector de cizallamiento (31) está insertado en una muesca de espesor correspondiente practicada por un corte de sierra en cada una de las planchas del primer conjunto de planchas posteriores (9), o incluso en las bandas de absorbente acústico (17), transversalmente con respecto a su eje longitudinal (L) y en el plano de la estructura (29).

Para alcances más grandes de la estructura (29), la sección podrá ser mixta de madera-hormigón, con la madera actuando a tracción y el hormigón actuando a compresión. Por tanto, se vierte una capa de hormigón (32), en los espacios libres (11) entre las planchas posteriores (9) para constituir una losa. En este caso, el hormigón (32) vendrá a colocarse sobre el absorbente acústico (17).

Para que la sección compuesta sea eficaz, se necesitará interponer el conector (31), que trabaja para resistir el flujo de cizallamiento de la sección compuesta. El conector de cizallamiento (31) refuerza la cohesión de la madera con el hormigón de la capa (32). El número de estos conectores (31) se estudia en función de los esfuerzos de cizallamiento a realizar para hacer funcionar plenamente la sección mixta madera-hormigón. No obstante, podrá utilizarse cualquier tipo de conector transversal (31) (barra metálica, plancha o listón transversal, etc.). El conector de cizallamiento (31) es utilizado cerca de los apoyos (flujo de cizallamiento máximo) para losas en un solo tramo que descansan sobre dos apoyos.

En las Figuras 15 a 20 se han representado seis realizaciones diferentes de conectores para el sexto modo de realización. El conector de la Figura 16 se presenta en forma de una chapa delgada que tiene un perfil plegado en L invertida (33). El conector de la Figura 17 se presenta en forma de una chapa delgada que tiene un perfil (34) con un ala en excrescencia lateral (35). El conector de la Figura 18 se presenta en forma de una chapa fina que tiene un perfil en T (36).

La nervadura horizontal del perfil en L invertida (33) o en T (36) o el ala (35) presenta unos orificios (35a) para permitir el atornillamiento sobre el canto trasero (3) de las planchas posteriores (9). Esta nervadura horizontal rigidifica la chapa del conector (33, 34 y 36), que podrá entonces aceptar empujes más elevados del hormigón de la capa (32). Este atornillamiento podrá absorber los esfuerzos de tracción transversal del bloque de hormigón (32) con respecto al bloque de madera, más especialmente a mitad de envergadura.

Se han dispuesto unas perforaciones (37) en la chapa de los conectores de cizallamiento (31, 33, 34 y 36) para permitir que el hormigón y sus granulados circulen dentro de estas perforaciones (37) para tapar completamente los espacios libres (11) entre las planchas posteriores (9). Después de su aplicación, el hormigón (32) será así completamente bloqueado por estos conectores (31, 33, 34 y 36) y la unión del hormigón a la estructura de madera será perfecta con una eficacia total.

Un séptimo modo de realización de la estructura antirruido representado en la Figura 21 es sustancialmente análoga a la estructura antirruido (29) del sexto modo de realización descrito anteriormente. En el ca-

so de una losa con una estructura (38) en dos tramos que descansan sobre tres apoyos, los esfuerzos sobre la losa están invertidos con tracción en el hormigón de la capa (32) y con compresión en la madera de las planchas posteriores y delanteras (9 y 12).

Los dos conectores de cizallamiento (39) situados a una y otra parte del apoyo son completados por unos vástagos roscados metálicos bulonados (41) que absorben los esfuerzos de tracción. Los conectores de las Figuras 19 y 20 presentan unas perforaciones (42) para permitir el anclaje de los vástagos roscados (41). Los vástagos roscados (41) están situados al nivel de los espacios libres (11) entre dos planchas posteriores (9) y se encuentran empotrados en la capa de hormigón (32).

En un último modo de realización de la estructura antirruido representado en las Figuras 22 y 23, esta estructura (43) recupera un principio sustancialmente análogo al del tercer modo de realización. La estructura (43) está construida con una alternancia regular de planchas posteriores largas (9) y las planchas finas desplazadas (44). Entre las planchas posteriores largas (9) y las planchas finas desplazadas (44) están previstas unas riostras (6) que crean la separación. Las planchas finas (44) presentan una anchura inferior o igual a su espesor con respecto a las planchas posteriores largas (9). La estructura (43) está abierta de forma que deje penetrar los sonidos por las rejillas (19) creadas por la separación de las planchas (9 y 44).

En la parte posterior y sobre los cantos traseros (18) de las planchas finas desplazadas (44) se encuentran bandas de un absorbente acústico (17). El desplazamiento hacia la parte delantera de las planchas finas (44) está previsto de modo que las bandas de un absorbente acústico (17) vienen a enrasar con los cantos traseros (3) de las planchas posteriores largas (9). La estructura (43) comprende unas planchas desplazadas verticalmente o de diferentes anchuras (44) para crear una almena trampa para los sonidos. A continuación, la separación horizontal de las planchas (9 y 44) que cierran las rejillas (19), crea otro nivel de trampa para los sonidos. Finalmente, en la parte posterior de la plancha fina (44) una banda de aislante (17) absorbe los sonidos que han penetrado en la rejilla (19).

A título de ejemplo únicamente, la anchura de las planchas posteriores (9) es sustancialmente igual a 80 mm y su espesor es, sustancialmente igual a 58 mm. La anchura de las planchas finas desplazadas (44) es sustancialmente igual a 20 mm y su espesor es sustancialmente igual a 58 mm. Las riostras (6) tienen una sección cuadrada sustancialmente igual a 20 mm. La anchura de las bandas de aislante (17) es sustancialmente igual a 98 mm y su espesor es sustancialmente igual a 30 mm. La función acústica del panel será optimizada variando los cuatro parámetros de reglaje siguientes:

- el espesor de las planchas (44), que proporciona el primer nivel de absorción, con unas grandes rejillas para las bajas frecuencias (espesor de la plancha (44) más espesor de la riostra (6));
- el desplazamiento de la riostra (6) con respecto a la plancha superior, sabiendo que para un corrector no estructural puede suprimirse la riostra (6);

- la anchura de la rejilla (19), proporcionada por el espesor de la riostra (6) o el desplazamiento horizontal de las planchas; y
- el absorbente (17) y su definición microestructural, es decir, su densidad, su superficie expuesta o incluso su perfil y su composición propia.

Cuando se aumentan estas cuatro dimensiones de esta estructura, el panel mejora en el intervalo de las bajas frecuencias, de 50 Hz a 1.000 Hz. Cuando se disminuyen las cuatro dimensiones de esta estructura, el panel mejora en el intervalo de las altas frecuencias, de 500 Hz a 2.000 Hz. En función de las necesidades de la construcción, estos cuatro parámetros se cambiarán en un sentido o en otro.

La estructura antirruído (46) de un noveno modo de realización, representado en la Figura 24, es sustancialmente análoga a la estructura antirruído (43) del octavo modo de realización descrito anteriormente. Sólo dos travesaños (47) están insertados paralelamente al plano de la estructura (46) y perpendicularmente al eje longitudinal (L) de las planchas (9 y 44) en una muesca cortada en el canto de cada una de las planchas posteriores (9). El canto trasero (18) de todas las planchas finas (44) viene a colocarse contra el travesaño (47).

Este travesaño (47) realiza de esta manera una conexión mecánica entre las planchas posteriores largas (9) y las planchas finas (44), que permanecen separadas unas con respecto a otras para crear las rejillas (19), no necesitando ya la estructura (46) la presencia de las riostras. Las bandas de un absorbente acústico (17) vienen a enrasar con los cantos traseros (3) de las planchas posteriores largas (9), así como la superficie posterior del travesaño (47).

La estructura antirruído (48) de un décimo modo de realización representado en la Figura 25 es sustancialmente análoga a la estructura antirruído (46) del noveno modo de realización descrito anteriormente. Las planchas finas (49) presentan una sección en forma de cola de milano. Las rejillas (19) presentan de esta manera una entrada de escasa superficie que desemboca en un volumen subyacente más importante. Las rejillas (19) funcionan como una cavidad en depresión que absorbe mejor las ondas sonoras.

En un undécimo modo de realización de la estructura antirruído, representado en la Figura 26, esta estructura (51) presenta una alternancia de planchas posteriores anchas (9) y de planchas finas no desplazadas en cola de milano (49) y tres travesaños de conexión (47). Estos travesaños (47) están aplicados contra los cantos traseros (3) de las planchas posteriores anchas (9) y de las planchas finas no desplazadas en cola de milano (49), llegando todos ellos al mismo nivel. Entre los travesaños (47) están previstas dos capas de absorbente acústico (7) del mismo espesor que los travesaños (47) y fijadas sobre los cantos traseros (3) de las planchas posteriores largas (9) y de las planchas finas no desplazadas en cola de milano (49).

La estructura antirruído (52) de un duodécimo modo de realización, representado en las Figuras 27 y 28, es sustancialmente análoga a la estructura antirruído (43) del octavo modo de realización descrito anteriormente. Los cantos (53) de las planchas (9 y 44) de la alternancia de planchas que están enfrentados a la zona fuente de ruido están provistos de acanaladuras estriadas en el sentido longitudinal (L). Con

el canto (53) de las planchas (9 y 44) así trabajado de forma que se cree una superficie rugosa, las altas frecuencias serán reflejadas y anuladas por acoplamiento telescópico. Este perfil absorbente (53) de las planchas únicamente podrá estar previsto sobre la plancha posterior ancha (9), siendo ya parcialmente atrapados los sonidos que vuelven a entrar en el espacio libre (11) de la parte delantera de la plancha fina (44). Estas acanaladuras permiten mejorar la eficacia acústica de la estructura (52).

Los modos de realización decimotercero y decimocuarto entran en el ámbito de las paredes antirruído para carreteras, autopistas, vías férreas y aeropuertos. El principio de esta estructura acústica puede adaptarse ventajosamente a una pantalla acústica para el sonido del tráfico rodado y la protección acústica de las zonas habitadas cerca de la red de transporte motorizado.

La primera característica suplementaria es la durabilidad con respecto a la intemperie, sea por tratamientos químicos de las maderas en autoclave con sales metálicas (lo que perjudica más desde un punto de vista ecológico la destrucción del panel), sea por una concepción que es ella misma una protección constructiva contra la intemperie. La segunda característica suplementaria es la de presentar en la parte alta de la estructura una construcción que reduce el efecto de ola de ruido que rebota sobre la línea superior de la estructura.

La estructura antirruído (54) del decimotercer modo de realización, representado en las Figuras 29 y 30, comprende un primer conjunto de planchas posteriores (9). Las planchas posteriores (9) son paralelas entre sí y están dispuestas sobre su canto trasero (3), presentando su eje longitudinal (L) paralelo al plano de la estructura (54). Las planchas posteriores (9) están orientadas así en dirección de la zona fuente, de la cual proceden las ondas sonoras en dirección de la parte delantera de la estructura (54). Las planchas posteriores (9) están separadas regularmente unas de otras por un espacio libre.

Un segundo conjunto de planchas delanteras (12) está previsto paralelo al primer conjunto de planchas posteriores (9), estando posicionadas las planchas delanteras (12) entre cada una de las planchas posteriores (9) debido a que están desplazadas en dirección de la fuente de ruido hacia la parte delantera de la estructura (54). Las planchas delanteras (12) están separadas regularmente unas de otras por un espacio libre (13). La altura estática de la estructura (54) es aumentada así por el desplazamiento.

Las planchas posteriores y delanteras (9 y 12) están todas ellas separadas por unas riostras (6) que aseguran una cohesión y una solidarización mecánica de la totalidad de las planchas (9 y 12) entre sí, así como un mantenimiento de los espacios libres con su anchura determinada. El espacio libre entre las planchas posteriores (9) está totalmente relleno con un material absorbente acústico (56).

Las planchas posteriores y delanteras (9 y 12) están inclinadas hacia abajo en dirección al suelo para favorecer la circulación del agua sobre la cara delantera de la estructura (54), a fin de evitar al máximo las infiltraciones de agua en el absorbente acústico (56). El agua aprisionada en el absorbente acústico (56) aumentaría su densidad y le haría perder sus propiedades acústicas. Además, la plancha integra un perfil negativo del tipo de gota de agua para hacer que el

agua llegada caiga sobre el canto en la parte delantera de la plancha. Unas piezas de estanqueidad (57) están situadas además sobre el material absorbente acústico (56) y vienen a enrasar con los cantos traseros (3) de las planchas posteriores no desplazadas (9).

En un decimocuarto modo de realización de la estructura antirruido representado en las Figuras 31 y 32, esta estructura (58) comprende un conjunto de planchas posteriores (9) y un conjunto de planchas desplazadas hacia delante (59). Las planchas delanteras (59) están directamente solidarizadas sobre las planchas posteriores (9) para formar parejas de manera análoga a las partes del quinto modo de realización. Una riostra (6) está prevista entre dos pares de planchas posteriores (9) y delanteras (59). El espacio libre entre las planchas posteriores (9) detrás de las planchas delanteras (59) está totalmente relleno con un material absorbente acústico (56).

Para mejorar las prestaciones del absorbedor acústico de las frecuencias muy bajas, la estructura (58) se fija a su soporte (61) intercalando entre el soporte (61) y la estructura absorbente una arandela de amortiguación en elastómero (62) que permite que la estructura (58) se comprima contra su soporte (61). Estas piezas de material flexible están situadas sobre los cantos traseros (3) de las planchas posteriores no desplazadas (9). Se crea así un sistema masa-resorte-masa que funciona como un resonador de Helmutz. Fijando este panel estructural sobre unos apoyos elastómeros (62) o de caucho absorbente, la estructura (58) puede deformarse aplastando sus apoyos y absorber así las bajas frecuencias.

En la parte posterior de la pantalla acústica (58) se desarrollará una estanqueidad al agua sobre toda la superficie para proteger el absorbente (56). Esta protección podrá ser de papel alquitranado, de película de polietileno (polímero termoplástico), de chapa, u otros. Se pondrá atención particular a la conexión de las bandas de estanqueidad para que estas uniones sean asimismo estancas.

Un techo (63) está situado sobre la estructura (58). Por razones de eficacia sobre el efecto de ola, este techo (63) presenta un saliente en voladizo con respecto a la cara expuesta de la estructura (58). Esto tiene como efecto devolver la ola de ondas sonoras hacia el interior de la carretera, en vez de dejarla rebotar sobre la cresta de la estructura (58). Para fragmentar esta ola y romper su energía potencial, este techo (63) desarrolla un perfil horizontal en línea quebrada, lo que tiene como consecuencia que se rompa la ola en cada arista positiva o negativa de la línea quebrada horizontal.

Un ejemplo de techo muy eficaz se da a conocer en el documento FR 2.813.904. El ejemplo de este techo (63) podrá sustituirse por otras variantes de techos, en chapa metálica, en vidrio o plexiglás o incluso con otros materiales de prestaciones equivalentes.

Este techo (63) se mantiene por medio de un brazo de estabilización (64) y es regulable en inclinación en función de la anchura de este brazo (64). La longitud y la inclinación de este techo de madera (63) se regulan sobre la base de criterios tales como la protección contra la lluvia de la cara delantera de la estructura (58), la devolución de la ola de ondas sonoras más o menos alta sobre la carretera (más abierta en el caso de carreteras muy encajonadas y más cerrada para relieves planos), y el deseo arquitectónico de integración en el propio lugar.

La pantalla acústica funciona asimismo sin techo, pero su eficacia es entonces inferior y lo mismo ocurre con su durabilidad, incluso con maderas de construcción tratadas en autoclave con tratamiento químico en la masa.

La presente invención no está limitada a los modos de realización descritos e ilustrados. Pueden realizarse numerosas modificaciones sin apartarse por ello del marco definido por el alcance del juego de reivindicaciones.

Los diferentes modos de realización descritos anteriormente pueden combinarse para crear estructuras antirruido todavía diferentes.

REIVINDICACIONES

1. Estructura, que define un plano (P), destinada a la absorción o a la corrección acústica de ondas sonoras, en el intervalo de frecuencias audibles entre 50 Hz y 10 kHz, que proceden de una zona fuente de ondas sonoras (S), que comprende un conjunto de planchas (2), paralelas entre sí, dispuestas de canto (3), con su eje longitudinal (L) paralelo al plano (P) de la estructura (1) y orientadas en dirección de la zona fuente (S), **caracterizada**

porque las planchas (2) son de madera y están separadas unas de otras por un espacio libre (4),

porque los espacios libres (4) forman unas rejillas captativas de las ondas sonoras y se mantienen con su anchura determinada por medio de un conjunto de elementos de separación de madera (6), realizando una solidarización entre dichas planchas (2), y

porque dichas planchas (2) y los elementos de separación (6) están ensamblados a fin de formar un sistema semirrígido, pudiendo vibrar cada plancha (2) y cada elemento de separación (6) por sí mismos.

2. Estructura según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el conjunto de elementos de separación comprende un conjunto de riostras (6), estando acunada cada una de las riostras (6) en el espacio libre (4) entre cada una de las planchas (2), presentando las riostras (6) una longitud inferior a la de dichas planchas (2).

3. Estructura según la reivindicación 1, **caracterizada** porque el conjunto de elementos de separación comprende uno o varios travesaños (47) insertados en cada una de las planchas (9) del conjunto de planchas, paralelamente al plano de la estructura (46), y perpendicularmente al eje longitudinal (L) de las planchas (9, 44).

4. Estructura según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizada** porque comprende una capa de absorbente acústico (7) situada paralelamente al plano (P) de la estructura (1) sobre los cantos (3) opuestos a la zona fuente (S) del conjunto de planchas (2).

5. Estructura según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizada** porque algunas de las planchas (12) están desplazadas con respecto a otras planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas, ordenadas de manera alternativa según un motivo regular, perpendicularmente al plano de la estructura (8) y en dirección de la zona fuente.

6. Estructura según la reivindicación 5, **caracterizada** porque comprende unas bandas de absorbente acústico (17) situadas paralelamente al plano de la estructura (16) sobre los cantos opuestos a la zona fuente (18) de las planchas desplazadas (12) y entre las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas.

7. Estructura según la reivindicación 6, **caracterizada** porque comprende un panel de madera (14) situado paralelamente al plano de la estructura (8) sobre los cantos (3) opuestos a la zona fuente del conjunto de planchas (9), y porque comprende una capa protectora de hormigón (24) situada sobre el panel de madera (14).

8. Estructura según la reivindicación 5 ó 6, **caracterizada** porque comprende al menos un conector suplementario (31) insertado en las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas paralelamente al

plano de la estructura (29) y perpendicularmente al eje longitudinal (L) de las planchas (9).

9. Estructura según la reivindicación 8, **caracterizada** porque comprende al menos una barra (41) que une mecánicamente al menos dos conectores (39), situada paralelamente al plano de la estructura (38) y paralelamente al eje longitudinal (L) entre las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas.

10. Estructura según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizada** porque comprende una capa de hormigón (32) colada sobre las bandas de absorbente acústico (17) posicionadas paralelamente al plano de la estructura (29) y entre las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas.

11. Estructura según una de las reivindicaciones 5 a 10, **caracterizada** porque las planchas desplazadas están dispuestas de modo que las bandas de absorbente acústico (17) posicionadas paralelamente al plano de la estructura sobre los cantos opuestos a la zona fuente (18) de las planchas desplazadas (44) y entre las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas vienen a enrasar con los cantos opuestos a la zona fuente (3) de las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas.

12. Estructura según la reivindicación 11, **caracterizada** porque unas piezas de estanqueidad (57) están situadas sobre las bandas de absorbente acústico (56) y vienen a enrasar con los cantos opuestos a la zona fuente (3) de las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas.

13. Estructura según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque unas piezas de amortiguación (62) realizadas en un material flexible están situadas sobre los cantos opuestos a la zona fuente (3) de las planchas no desplazadas (9) del conjunto de planchas.

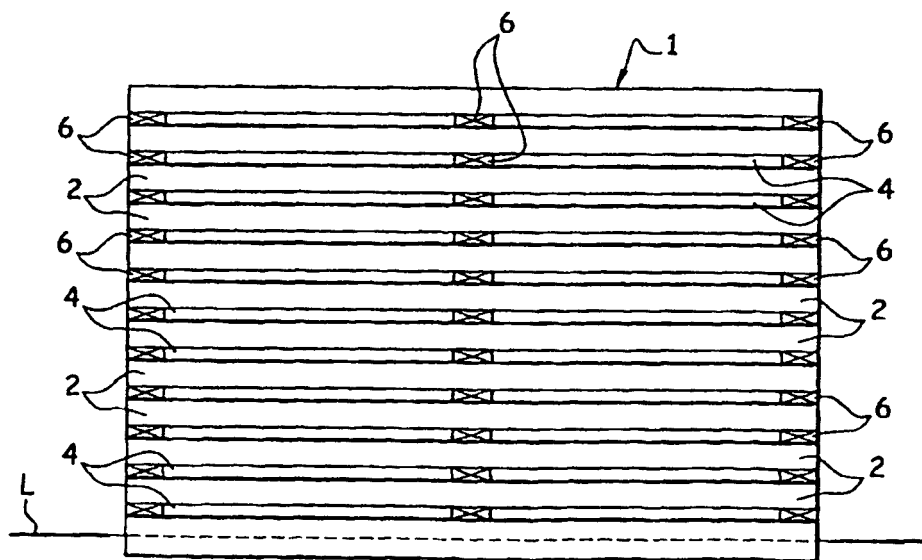
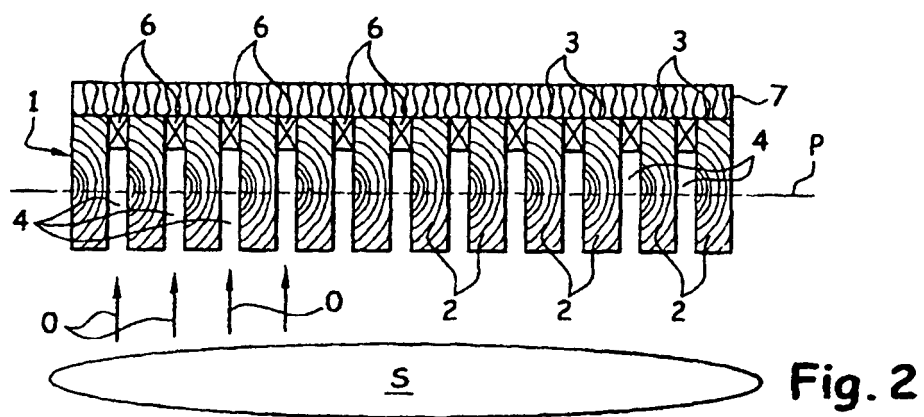
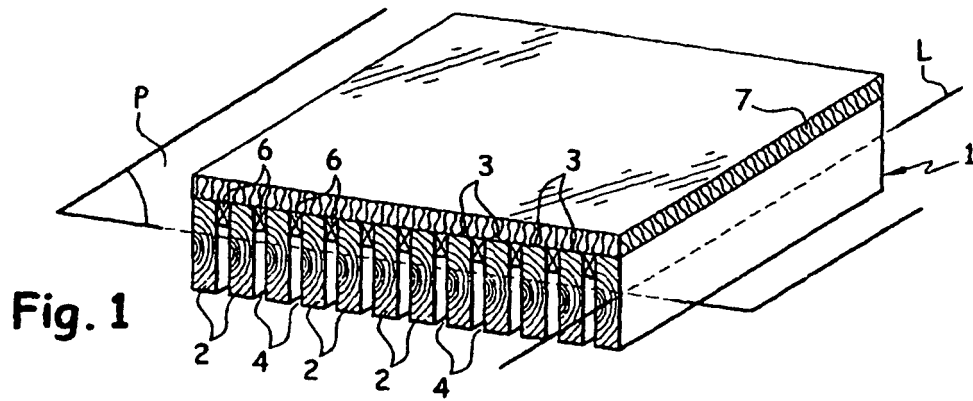
14. Estructura según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque algunas de las planchas (44), ordenadas de manera alternativa según un motivo regular, presentan una anchura inferior o igual a su espesor con respecto a otras planchas (9) del conjunto de planchas.

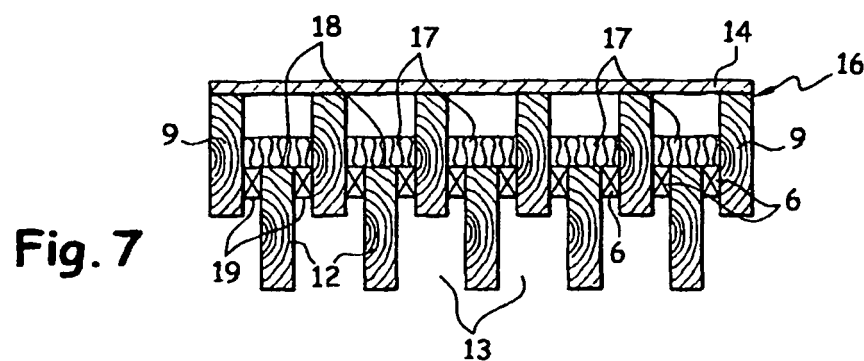
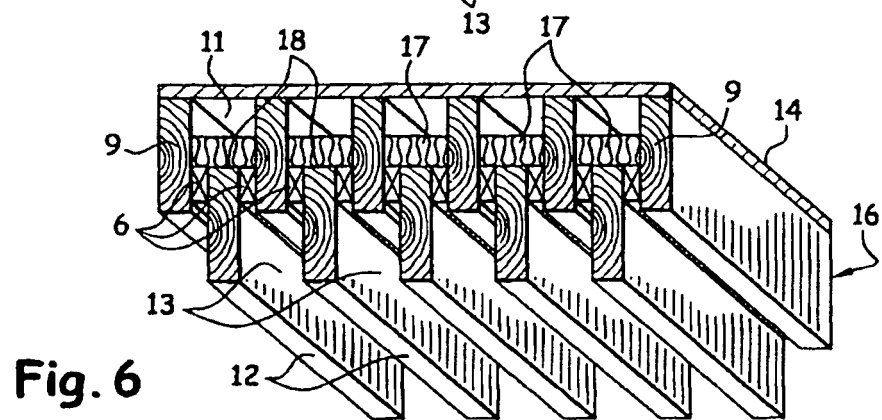
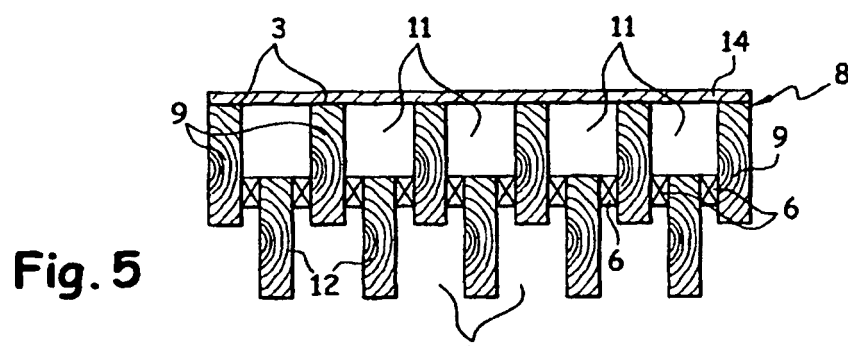
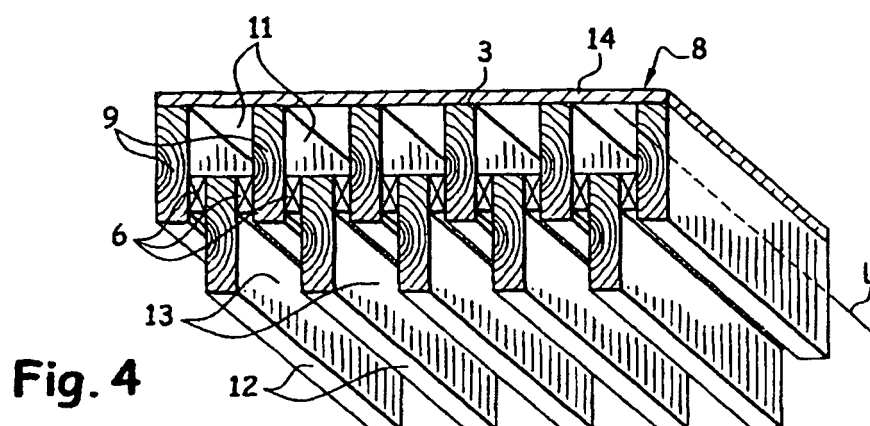
15. Estructura según la reivindicación 14, **caracterizada** porque las planchas con anchura inferior o igual a su espesor presentan una sección en forma de cola de milano (49).

16. Estructura según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque los cantos, que se enfrentan a la zona fuente (53) de las planchas (9, 44) del conjunto de planchas, están acanalados.

17. Estructura según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las planchas del conjunto de planchas están constituidas a partir de al menos dos partes (27, 28, 59), y porque las partes (27, 28, 59) de las planchas están ensambladas de manera desplazada unas con respecto a otras en dirección de la zona fuente.

18. Estructura según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las planchas (9, 12) del conjunto de planchas presentan una inclinación y porque están orientadas hacia el suelo como un tornavoz y para evacuar el agua de lluvia, en el caso de utilización de la estructura como muro antirruído (58) expuesto a la intemperie en el exterior.





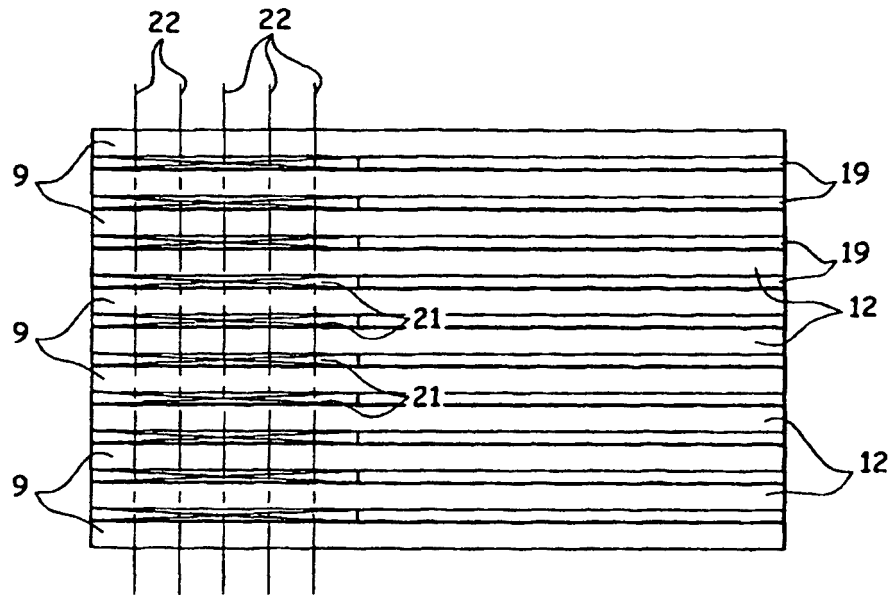


Fig. 8

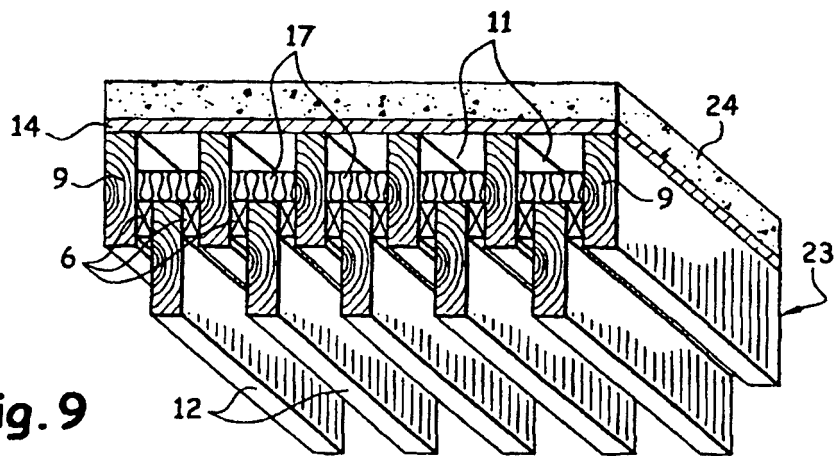


Fig. 9

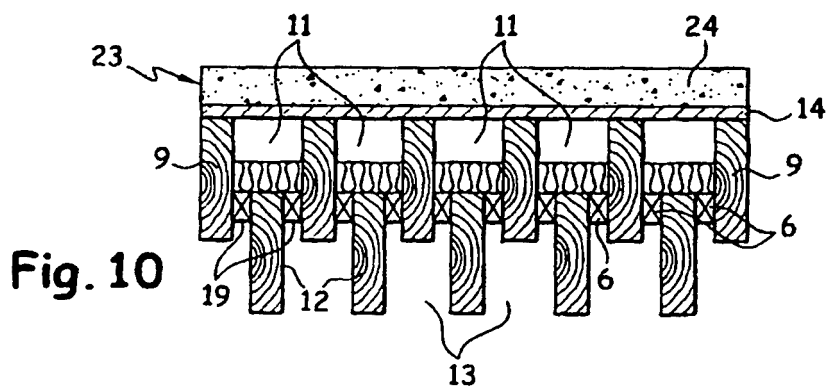
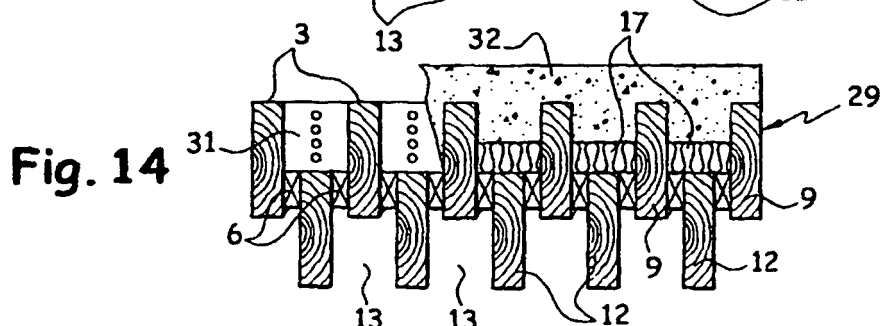
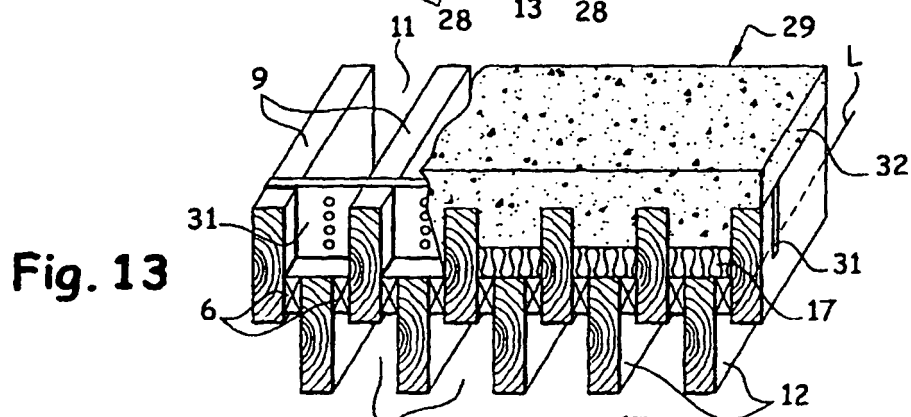
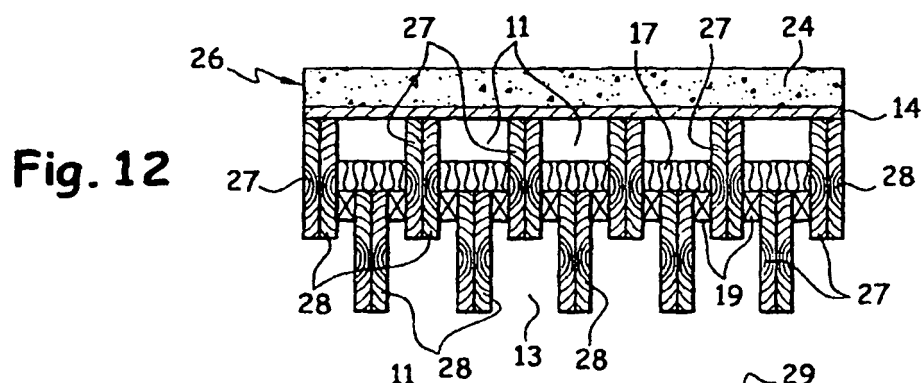
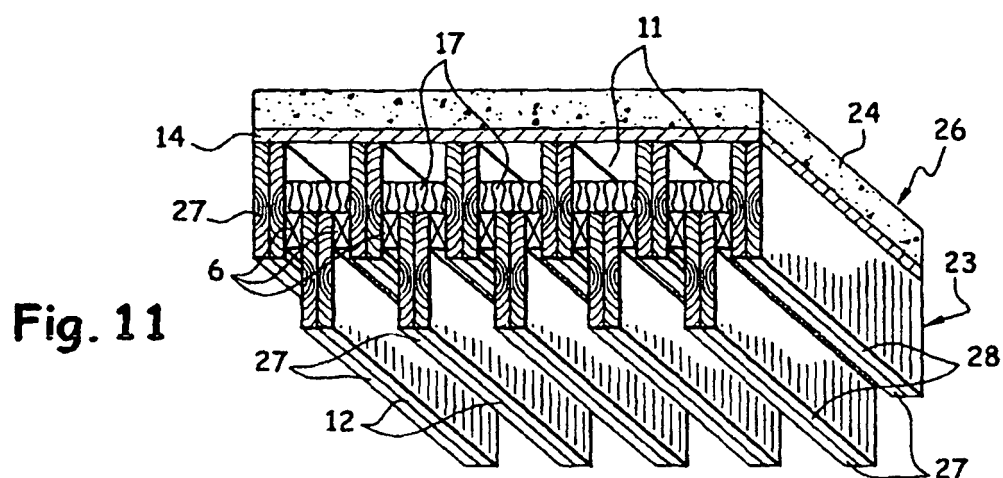


Fig. 10



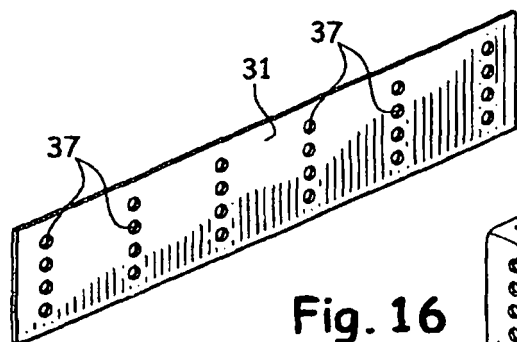


Fig. 15

Fig. 16

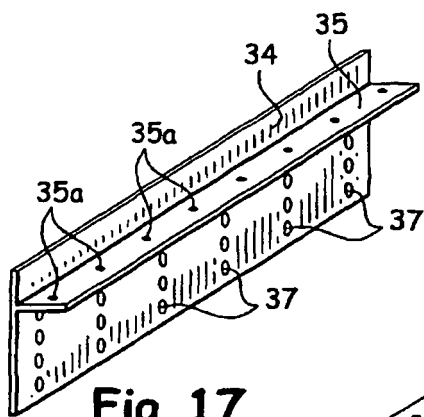
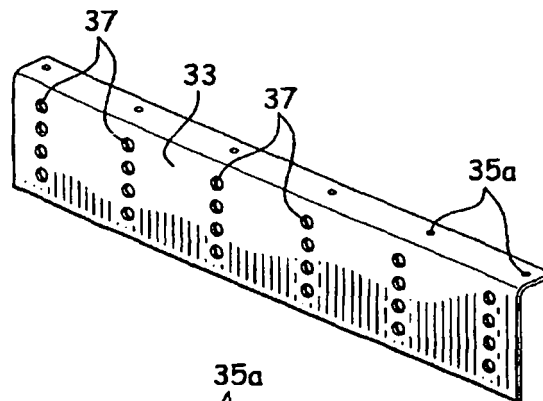


Fig. 17

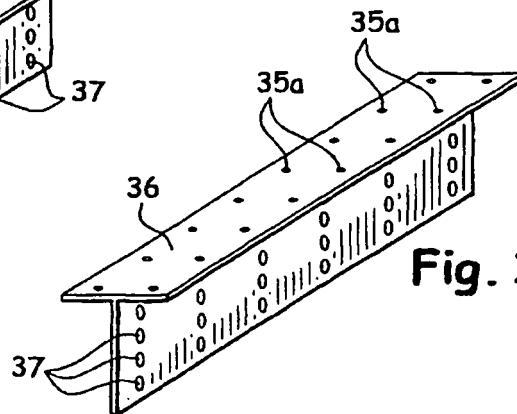


Fig. 18

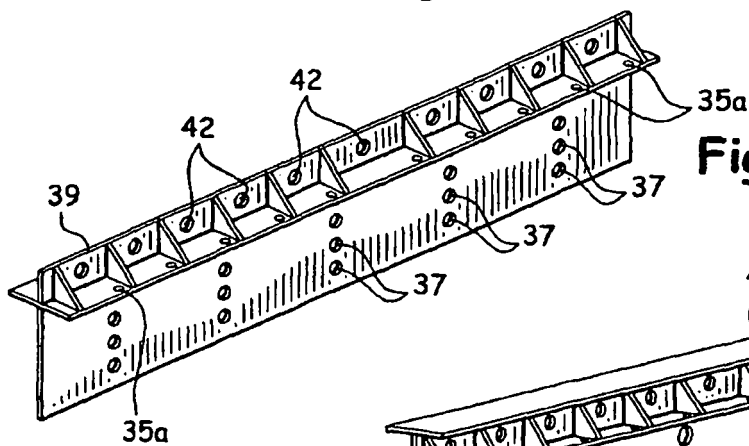
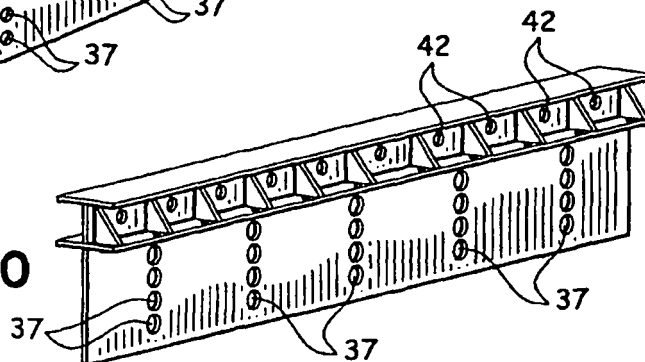


Fig. 19

Fig. 20



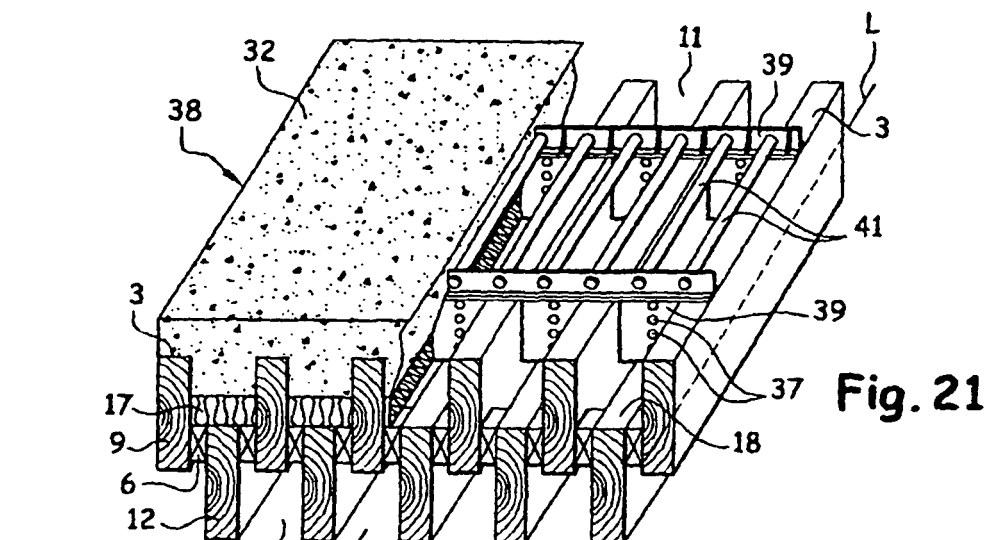


Fig. 21

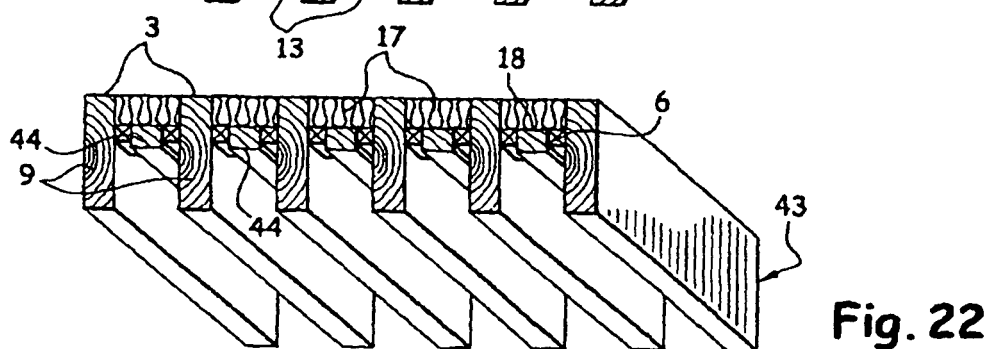


Fig. 22

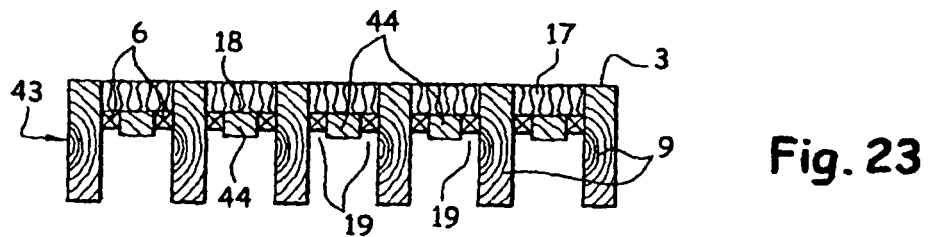


Fig. 23

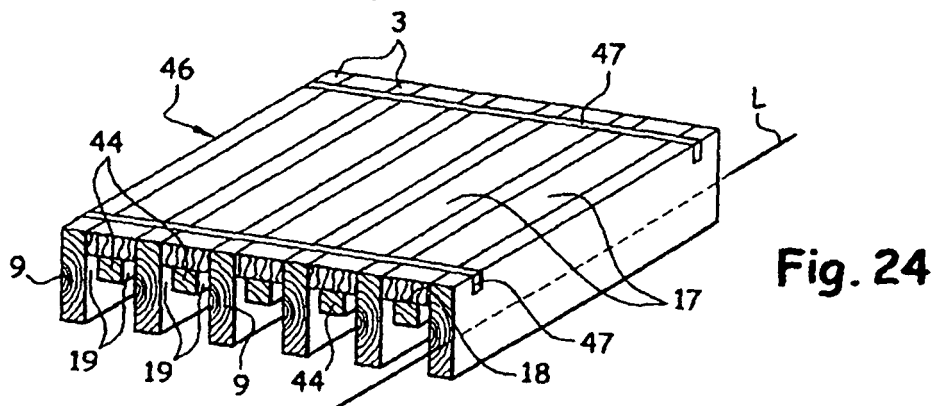


Fig. 24

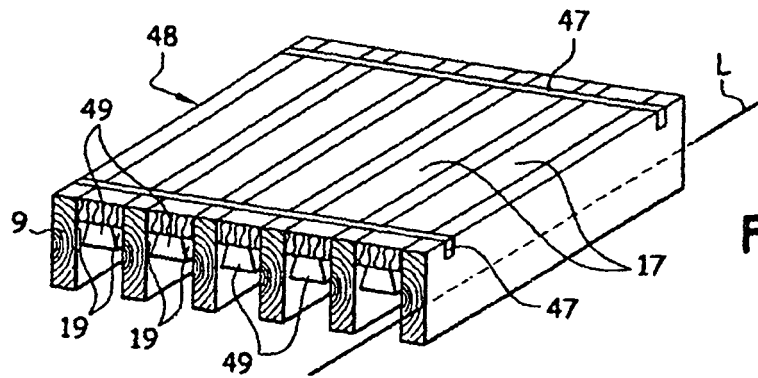


Fig. 25

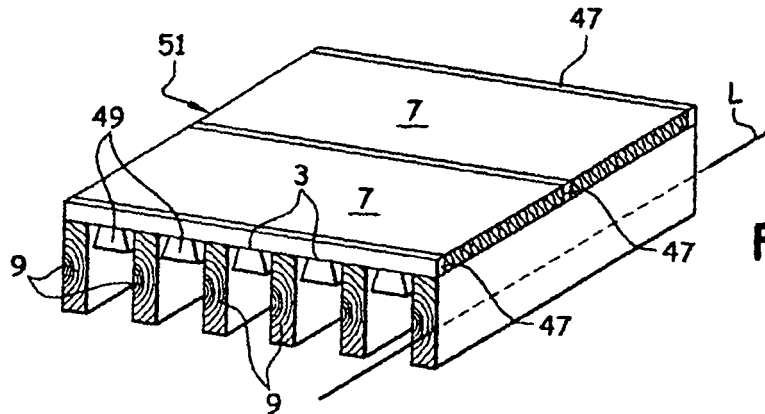


Fig. 26

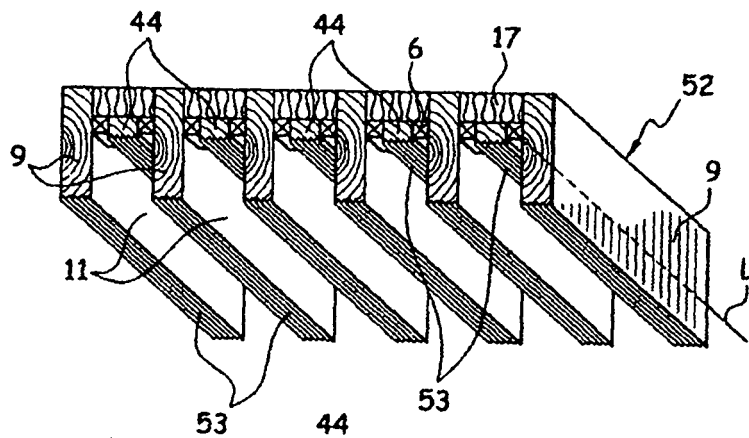


Fig. 27

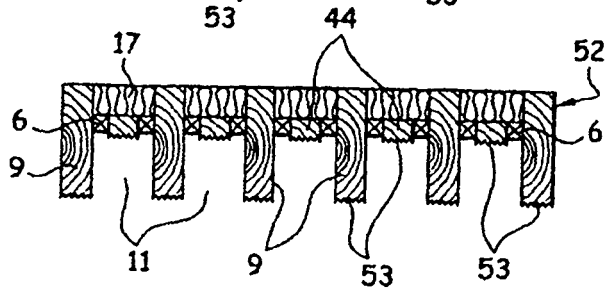


Fig. 28

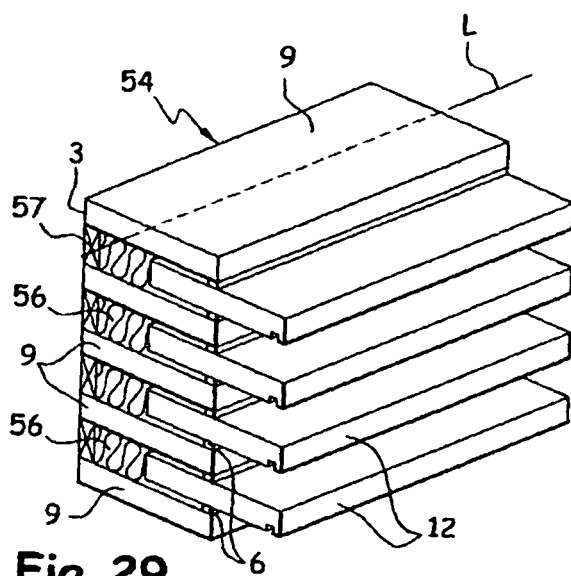


Fig. 29

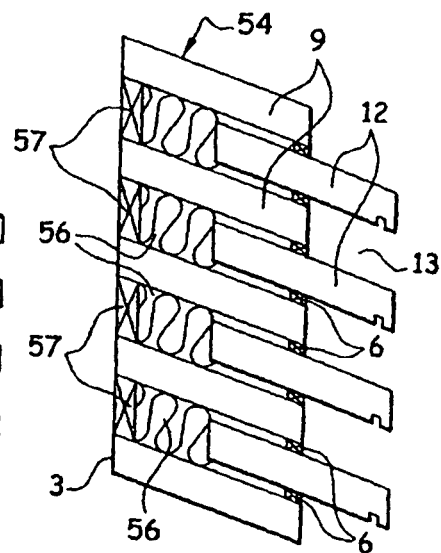


Fig. 30

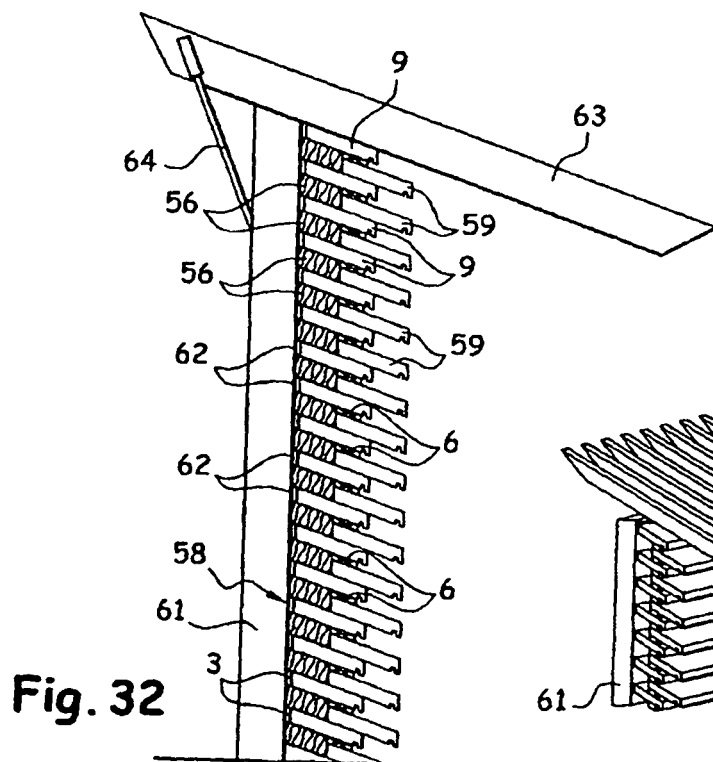


Fig. 32

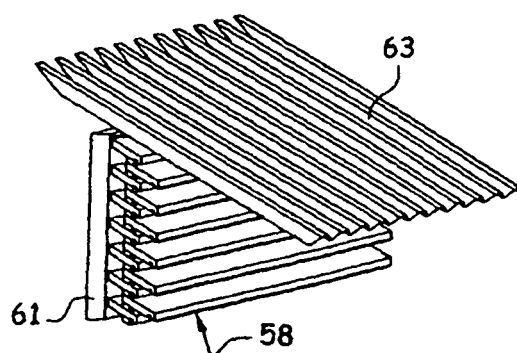


Fig. 31