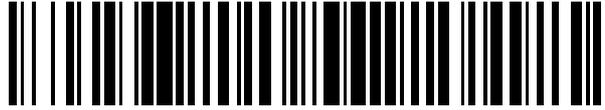


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 828**

51 Int. Cl.:

E01F 8/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2011 E 11781872 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2619370**

54 Título: **Paneles de vidrio acrílico reforzado**

30 Prioridad:

21.09.2010 US 384718 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

20.01.2016

73 Titular/es:

**PLAZIT IBÉRICA PLASTIC SOLUTIONS, S.A.
(100.0%)**

**C/ Arboç, 13-15 Polingesa
17457 Riudellots de la Selva, Girona , ES**

72 Inventor/es:

**KEDAR, EHUD;
ALIU AGULLO, JOAQUIN y
MATA MOLINET, MARIONA**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 556 828 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

Paneles de vidrio acrílico reforzado

5 Campo de la técnica divulgada

La técnica divulgada se refiere, en general, a paneles transparentes basados en polímeros acrílicos.

Antecedentes de la técnica divulgada

10 Los paneles o láminas fabricados de polimetil-metacrilato (PMMA), conocido también como vidrio acrílico, se usan habitualmente en barreras acústicas debido a su transparencia, resistencia a las condiciones meteorológicas y propiedades de reducción del ruido. Tales barreras acústicas se instalan regularmente a lo largo de las carreteras, vías públicas y líneas de tren expuestas a tráfico pesado de vehículos a motor, para mitigar el ruido resultante. Sin embargo, si uno de estos paneles está sometido a un impacto forzado, tal como si es golpeado por un vehículo que se aproxima, el panel puede romperse en múltiples fragmentos, que después pueden caer en la carretera adyacente de una manera peligrosa. Por consiguiente, se sabe cómo embeber diversas formas de alambres, cables o redes dentro del panel, que sirven para contener cualquier fragmento suelto formado tras un impacto. Estos elementos embebidos típicamente están fabricados de material plástico, tal como fibras de polímero monofilamento. 15 Idealmente, los elementos embebidos proporcionan también al panel ciertas propiedades deseables, o mantienen tales propiedades que ya están presentes en el panel, incluyendo: transparencia, resistencia, capacidad de soportar condiciones meteorológicas adversas, respeto por el medio ambiente, coste bajo y facilidad de fabricación.

25 La Patente de Estados Unidos n.º 4.029.037 de Hogan, titulada "Process for reinforcing plastic material and products therefrom", se refiere a un material plástico espumado con elementos de refuerzo de acero de alta resistencia, particularmente adecuado para la fabricación de componentes para barcos de pesca. Los elementos de acero de alta resistencia se atacan superficialmente en cada una de las superficies opuestas del núcleo de plástico espumado. Los elementos de acero de alta tensión se forman preferentemente como alambres, separados en paralelo, con un diámetro de aproximadamente 1,02 a 3,18 mm (0,040 a 0,125 pulgadas), que tienen un límite de elasticidad de al menos 1.379 MPa (200.000 psi) y que está localizado en una profundidad de al menos 1,52 mm (0,06 pulgadas) de la superficie más externa.

35 La Patente de Estados Unidos n.º 5.040.352 de Oberländer et al, titulada "Noise-protection elements of acrylic glass", se refiere a paneles acrílicos transparentes para su uso como barrera para el sonido. El panel contiene roscas de plástico, bandas de plástico o una red de plástico, embebida aproximadamente a medio camino entre las caras paralelas separadas del panel. Las roscas o bandas embebidas están dispuestas para discurrir en paralelo entre sí en una dirección o, como alternativa, en dos direcciones perpendiculares. Si el vidrio acrílico se rompe, las roscas o bandas se expanden y mantienen unidos los fragmentos resultantes. Las roscas o bandas son preferentemente monofilamentos de poliamida o polipropileno, debido a su baja adhesión con el vidrio acrílico.

40 La Patente de Estados Unidos n.º 5.160.782 de Hickman, titulada "Wired glass", se refiere al vidrio formado con una malla de alambre embebida, que actúa como refuerzo cuando el vidrio se golpea o se expone a calor intenso. El vidrio está formado de dos paneles de acristalamiento separados, unidos entre sí con una intercapa de material adhesivo en la que está embebida la malla de alambre. Los alambres consisten en un núcleo metálico y un revestimiento externo decorativo que está coloreado, para proporcionar a los alambres con un aspecto visual deseado.

50 La Patente de Estados Unidos n.º 5.372.866 de Oberländer et al, titulada "Transparent plastic panels having bird protection, and use thereof as sound barriers", se refiere a paneles de plástico transparentes adecuados para barreras para el ruido y que pretende proteger a los pájaros sin alterar el entorno. Los paneles incluyen fibras de plástico monofilamento embebidas para reducir la fractura o evitar la fragmentación durante la rotura. Las fibras de plástico se forman con un alto contraste (es decir, que tienen una baja tasa de transmisión y un color diferente de el del fondo), tal como usando una poliamida teñida de negro, que posibilita que los pájaros reconozcan la pared transparente y eviten volar hacia ella.

55 La Patente Europea n.º 0.559.075 de Müller, titulada "An appropriate noise protection element plate of acrylic glass", se refiere a una placa de vidrio acrílica con hebras de refuerzo embebidas para asegurar los fragmentos sueltos en la superficie de la placa. Las hebras están en forma de espirales de alambre de acero, que tienen un diámetro menor que el espesor de la placa, y están dispuestas en paralelo entre sí. El interior de las espirales de alambre de acero es hueco o está relleno de un medio deformable.

60 La Patente de Estados Unidos n.º 5.916.676 de Stasi, titulada "Antifragmentation plates based on acrylic polymers", se refiere a placas de polímero acrílico que se van a usar como barreras que tienen propiedades anti-ruido y anti-fragmentación. Las placas contienen una serie de filamentos de material plástico, situados asimétricamente a una distancia entre el 20 % y el 35 % del espesor total de la placa, con respecto a la superficie opuesta de la superficie objeto del impacto. Los filamentos preferentemente incluyen monofilamentos tales como poliamida y polipropileno.

La Patente de Estados Unidos n.º 6.641.903 de Schoela et al., titulada "Transparent plastic pane of acrylic glass, process for making the same and use of the same", se refiere a paneles de plástico transparentes de vidrio acrílico adecuados para paredes de protección frente al ruido y destinados a no producir ninguna astilla o fragmento suelto si el panel se rompe. El panel incluye filamentos de plástico internos embebidos en el vidrio acrílico. Los filamentos de plásticos están fabricados de monofilamentos tales como poliamida o polipropileno. Los filamentos de plástico están dimensionados sobre una longitud específica (de aproximadamente 2 a 10 cm) a intervalos especificados (de aproximadamente 0,5 a 1,5 m). Los filamentos dimensionados están recubiertos al menos parcialmente con los residuos de un agente de apresto, que preferentemente contiene una resina de fenol-formaldehído disuelta.

La Patente Europea n.º 1.936.035 de Japelj et al., titulada "Panels with antinoise and antifragmentation properties on the basis of acrylic glass, process for their preparation and use thereof", se refiere a paneles de vidrio acrílico (PMMA) adecuados como elementos anti-ruido para barreras de sonido en carreteras, puentes, viaductos y similares. Las fibras monofilamento de polímero de refuerzo están embebidas en la matriz de PMMA en forma de un enmarañado de fibras tridimensional. Las fibras están orientadas en todas las direcciones y se distribuyen aparentemente de forma uniforme en todas las direcciones. Las fibras monofilamento de polímero pueden ser fibras de polietileno, policarbonato, poliamida o polipropileno, previamente formadas en un enmarañado de fibras tridimensional que puede retener su forma durante un largo periodo de tiempo.

La Patente de Estados Unidos n.º 7.665.574 de Schoela et al., titulada "Soundproofing restraining system", divulga un sistema de retención de amortiguación del sonido formado por una hoja acrílica transparente con al menos un alambre metálico embebido. Una capa de polímero sintético está presente entre la superficie del alambre de metal y la matriz acrílica transparente de manera que al menos el noventa por ciento de la superficie del alambre metálico está cubierta por la capa de polímero sintético. Los alambres metálicos cubiertos con polímero preferentemente están situados con un grado de comado dentro de la matriz acrílica, donde la desviación es sustancialmente perpendicular o sustancialmente paralela al plano de la lámina. La hoja acrílica puede incluir también filamentos de polímero sintético embebidos para mejorar la retención de astillas. El sistema de retención puede usarse como una barrera para el ruido en un puente o aparcamiento de múltiples plantas, donde se evita la perforación de la barrera tras el impacto.

Sumario de la técnica divulgada

De acuerdo con un aspecto de la técnica divulgada, se proporciona por tanto un panel transparente de vidrio acrílico que tiene elementos de refuerzo internos para asegurar los fragmentos del vidrio acrílico formados tras un impacto con un cuerpo extraño como se define en la reivindicación 1. Los elementos de refuerzo están embebidos entremezclados dentro del panel y separados en paralelo longitudinalmente. Los elementos de refuerzo incluyen cables rígidos y cables elásticos. Los cables rígidos están formados de un metal que tiene una resistencia a la tracción final (UTS) de al menos 500 MPa. Los cables elásticos están formados de un metal que tiene un alargamiento porcentual (tensión nominal a fractura) de al menos 40 %, y preferentemente entre 40 % y 80 %. Los cables rígidos y cables elásticos pueden estar separados y diferenciados entre sí, o pueden estar entremezclados entre sí. Los elementos de refuerzo pueden estar alineados horizontal, vertical, diagonalmente o en forma de cuadrícula con respecto a la longitud o anchura del panel. Los cables rígidos pueden alternarse individualmente con los cables elásticos o puede haber múltiples cables rígidos o múltiples cables elásticos agrupados juntos. El panel o los elementos de refuerzo pueden teñirse con un color seleccionado para proporcionar un aspecto visual deseado. Los paneles pueden formar parte de una barrera acústica instalada a lo largo de una carretera.

De acuerdo con otro aspecto de la técnica divulgada, se proporciona por tanto un método para fabricar un panel transparente de vidrio acrílico que tiene elementos de refuerzo internos para asegurar los fragmentos de vidrio acrílico formados tras un impacto con un cuerpo extraño como se define en la reivindicación 14. El método incluye procedimientos para fabricar una hoja de vidrio acrílico y embeber una pluralidad de elementos de refuerzo entremezclados dentro de la hoja y separados en paralelo longitudinalmente. Los elementos de refuerzo incluyen cables rígidos y cables elásticos. Los cables rígidos se forman de un metal que tiene una resistencia a la tracción final (UTS) de al menos 500 MPa. Los cables elásticos se forman de un metal que tiene un alargamiento porcentual (tensión nominal a fractura) de al menos 40 %, y preferentemente entre 40 % y 80 %. Los paneles pueden fabricarse usando un proceso de colada, un proceso de extrusión o una fabricación de las hojas por separado y posterior adhesión o fusión de estas junto con los elementos de refuerzo. El análisis mecánico computarizado puede estar asistido con diversos aspectos del proceso de diseño global, antes de o durante la fabricación.

Breve descripción de los dibujos

La técnica divulgada se entenderá y apreciará más completamente a partir de la siguiente descripción tomada junto con los dibujos, en los que:

la Figura 1A es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado, construido y operativo de acuerdo con una realización de la técnica divulgada;

la Figura 1 B es una ilustración en sección transversal de una vista en perspectiva del panel de vidrio acrílico reforzado de la Figura 1A;

la Figura 1C es una ilustración en sección transversal de una vista superior del panel de vidrio acrílico reforzado de la Figura 1A;

la Figura 2 es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado con múltiples cables rígidos y múltiples cables elásticos agrupados adyacentemente, construidos y operativos de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada;

la Figura 3 es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado con separaciones de cable variables, construido y operativo de acuerdo con una realización adicional de la técnica divulgada;

la Figura 4 es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado con cables rígidos y cables elásticos dispuestos diagonalmente, construido y operativo de acuerdo con otra realización más de la técnica divulgada;

la Figura 5 es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado con cables rígidos y cables elásticos dispuestos en un patrón de malla, construido y operativo de acuerdo con otra realización adicional más de la técnica divulgada; y

la Figura 6 es una ilustración esquemática de una barrera acústica compuesta de múltiples paneles de vidrio acrílico reforzado de acuerdo con una realización de la técnica divulgada.

Descripción detallada de las realizaciones

La técnica divulgada supera las desventajas de la técnica anterior proporcionando un panel de vidrio acrílico que está reforzado para soportar de forma segura un impacto o colisión y, de esta manera, es adecuado para su uso en una barrera acústica. El panel incluye dos tipos de elementos de refuerzo, cables metálicos rígidos y cables metálicos elásticos que están embebidos entremezclados con el vidrio acrílico. La combinación tanto de cables rígidos como de cables elásticos posibilita que el panel absorba eficazmente la energía cinética resultante de un impacto mientras que evita que los fragmentos o residuos grandes caigan de una manera peligrosa. Las diferentes configuraciones de los cables embebidos dentro del panel darán como resultado diferentes rendimientos en las condiciones de impacto. El diseño del panel compuesto puede estar asistido por el análisis mecánico computarizado.

Se hace referencia ahora a las Figuras 1A, 1B y 1C. La Figura 1A es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado, generalmente con la referencia 110, construido y operativo de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. La Figura 1B es una ilustración en sección transversal de una vista en perspectiva del panel de vidrio acrílico reforzado de la Figura 1A. La Figura 1C es una ilustración en sección transversal de una vista superior del panel de vidrio acrílico reforzado de la Figura 1A. El panel 110 está fabricado de polimetil-metacrilato (PMMA), conocido también como vidrio acrílico. El panel 110 incluye una pluralidad de cables rígidos 112 y una pluralidad de cables elásticos 114 embebidos en su interior. Los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 están dispuestos longitudinalmente en paralelo entre sí, de manera que los cables rígidos 112 están entremezclados con los cables elásticos 114 a lo largo de toda la longitud del panel 110. Cada cable rígido 112 y cada cable elástico 114 es sustancialmente recto y se extiende a lo largo de toda la anchura del panel 110. Como alternativa, los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 pueden estar dispuestos en paralelo a través de la anchura del panel 110, de manera que cada cable rígido 112 y cable elástico 114 se extienda a lo largo de la longitud del panel 110. También, como alternativa, los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 pueden extenderse solo parcialmente a lo largo de la longitud o altura del panel 110 o pueden extenderse más allá de la longitud o anchura del panel 110.

El término "cable" como se usa en este documento, así como variaciones gramaticales del mismo, se refiere a cualquier número de alambres metálicos, incluyendo una sola hebra de alambre o un haz de múltiples hebras de alambre que están unidas entre sí en cualquier configuración adecuada.

El espesor del panel 110 (Δt_{panel}) puede estar en cualquier punto entre 2 mm y 150 mm, aunque típicamente varía de aproximadamente 10 mm a 30 mm. La forma de la sección transversal del cable rígido 112 o del cable elástico 114 preferentemente es circular, aunque como alternativa puede tener una forma diferente, tal como rectangular, cuadrada y similares. La anchura de la sección transversal (por ejemplo, el diámetro para los cables de la sección transversal) de cada cable rígido 112 ($\Delta t_{\text{rígido}}$) y cada cable elástico 114 ($\Delta t_{\text{elástico}}$) es entre aproximadamente 1 mm y 5 mm y preferentemente entre 2 mm y 3 mm. Todos los cables rígidos 112 y cables elásticos 114 dentro de un panel dado 110 preferentemente son de las mismas dimensiones, aunque no necesariamente. Los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 preferentemente están sustancialmente embebidos dentro del centro con respecto al espesor del panel (Δt_{panel}), para proporcionar un refuerzo igual para cualquier superficie (por ejemplo, véase la Figura 1C). El espacio entre un cable rígido 112 y un cable elástico 114 (Δs_p) es entre aproximadamente 1 cm y 15 cm, preferentemente entre aproximadamente 2 cm y 4 cm, y además preferentemente aproximadamente 3 cm. Por consiguiente, para un panel 110 que tiene dimensiones de anchura (ΔW_{panel}) de 2 m y longitud (ΔL_{panel}) de 3 m (dimensiones comerciales típicas), donde la separación del cable (Δs_p) es 3 cm, podría haber un total de sesenta y seis (66) cables rígidos 112 y cables elásticos 114 (por ejemplo, 33 cables rígidos y 33 cables elásticos). Se aprecia que el panel 110, como alternativa, puede tener dimensiones mayores o menores. Cada cable rígido 112 y cada cable elástico 14 preferentemente es sustancialmente recto, de manera que no haya "combado" o desviación con respecto al plano del panel 110.

Los cables rígidos 112 están compuestos de un metal que tiene una resistencia a la tracción final (UTS) mayor de 500 MPa. Los posibles materiales para cables rígidos 112 incluyen: acero, acero inoxidable, acero endurecido, acero galvanizado, hierro, una aleación metálica, un metal que se ha tratado para mejorar su rigidez (por ejemplo, capas bimetálicas), y similares.

Los cables elásticos 114 están compuestos de un metal que tiene un alargamiento porcentual (tensión nominal a fractura) mayor del 40 %, preferentemente entre 40 % y 80 %. Los posibles materiales para cables elásticos 114 incluyen: acero, acero inoxidable, acero galvanizado, cobre, latón, aluminio, bronce, hierro, una aleación metálica, un metal que se ha tratado para mejorar su alargamiento (por ejemplo, capas bimetálicas), y similares.

Los cables rígidos 112 y cables elásticos 114 pueden entremezclarse de una manera variable, de manera que múltiples cables elásticos están embebidos entre dos cables rígidos, o viceversa. Se hace referencia ahora a la Figura 2, que es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado, generalmente con la referencia 120, con múltiples cables rígidos y múltiples cables elásticos agrupados adyacentemente, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. En el panel ejemplar 120 de la Figura 2, hay tres cables elásticos (114A, 114B, 114C) entre el cable rígido más superior 112A y el segundo cable rígido más superior 112B, mientras que hay tres cables rígidos (112D, 112E, 112F) entre el segundo cable elástico más inferior 114E y el cable elástico más inferior 114F. Se aprecia que cualquier configuración de múltiples cables elásticos 114 entremezclados con múltiples cables rígidos 112 está dentro del alcance de la técnica divulgada.

La separación entre un cable rígido 112 y un cable elástico 114 (Δsp) puede variar a lo largo de la longitud (o anchura) del panel 110. Se hace referencia ahora a la Figura 3, que es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado, generalmente con la referencia 130, con separaciones de cable variables, construido y operativo de acuerdo con otra realización de la técnica divulgada. En el panel ejemplar 130 de la Figura 3, hay una primera separación (Δsp_1) entre el cable rígido más superior 112A y el cable elástico más superior 114A, que es más pequeña que la segunda separación (Δsp_2) entre el cable elástico más superior 114A y el segundo cable rígido más superior 112B. Similarmente, las separaciones respectivas restantes (Δsp_3 , Δsp_4 , Δsp_5 , Δsp_6 , Δsp_7 , Δsp_8 , Δsp_9) a lo largo de la longitud del panel 110 no son necesariamente de igual tamaño. Sin embargo, los cables rígidos 112 y cables elásticos 114 preferentemente están dispuestos en una manera sustancialmente simétrica con respecto a las separaciones entre ellos.

Los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 pueden alinearse longitudinalmente en paralelo a la anchura o la longitud del panel 110, o a un ángulo (es decir, diagonalmente) respecto al mismo. Se hace referencia ahora a la Figura 4, que es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado, generalmente con la referencia 140, con cables rígidos y cables elásticos dispuestos diagonalmente, construido y operativo de acuerdo con otra realización más de la técnica divulgada. En el panel ejemplar 140 de la Figura 4, cada cable rígido 112 está alineado a un ángulo con respecto a la anchura y longitud del panel 140, donde todos los cables rígidos 112 permanecen longitudinalmente en paralelo. Análogamente, cada cable elástico 114 está alineado a un ángulo con respecto a la anchura y longitud del panel 140, donde todos los cables elásticos 114 permanecen longitudinalmente en paralelo. Se aprecia que cualquier alineación de cables rígidos 112 y cables elásticos 114 de los unos respecto a los otros y respecto al panel, está dentro del alcance de la técnica divulgada.

El panel 110 puede incluir también cables rígidos 112 y cables elásticos 114 dispuestos tanto horizontal como verticalmente, formando un patrón de cuadrícula o malla. Se hace referencia ahora a la Figura 5, que es una ilustración en sección transversal de una vista frontal de un panel de vidrio acrílico reforzado, generalmente con la referencia 150, con cables rígidos y cables elásticos dispuestos en un patrón de malla, construido y operativo de acuerdo con otra realización más de la técnica divulgada. En el panel ejemplar 150 de la Figura 5, los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 están entremezclados longitudinalmente en paralelo a lo largo de la longitud del panel 150, mientras que los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 adicionales están entremezclados longitudinalmente en paralelo a lo largo de la anchura del panel 150, formando de esta manera un patrón de malla. Por ejemplo, los cables rígidos 112 y cables elásticos 114 dispuestos verticalmente están situados a diferentes espesores del panel 150 que los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 dispuestos horizontalmente (es decir, cada grupo está embebido en una capa diferente del panel 150). Se aprecia que la alineación o separación de los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 verticales puede que no sea necesariamente exactamente igual que la alineación o separación de los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 horizontales en una configuración dada, aunque preferentemente están dispuestos de una manera sustancialmente simétrica.

De acuerdo con otra realización más de la técnica divulgada, los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 pueden estar entremezclados o entretnejidos entre sí para formar un único cable metálico. Por consiguiente, el panel 110 pueden incluir al menos un elemento de refuerzo compuesto de una combinación del material de cable rígido 112 como se ha descrito anteriormente en este documento (es decir, un metal que tiene una UTS mayor de 500 MPa) y del material del cable elástico 114 como se ha descrito anteriormente en este documento (es decir, un metal que tienen un alargamiento porcentual mayor del 40 %, y preferentemente entre 40 % y 80 %). Por ejemplo, el panel 110 incluye múltiples de estos elementos de refuerzo (que están compuestos de los materiales combinados)

entremezclados a través del panel 110 en una configuración adecuada (tal como cualquiera de las configuraciones representadas en la Figura 1A, Figura 3, Figura 4 o Figura 5).

Los paneles reforzados de la técnica divulgada pueden usarse en diversas aplicaciones. Por ejemplo, los paneles pueden formar parte de una barrera acústica que está instalada a lo largo de una carretera para reducir el ruido emitido por los vehículos a motor. Como alternativa, los paneles pueden utilizarse en otras disposiciones arquitectónicas generales. Se hace ahora referencia a la Figura 6, que es una ilustración esquemática de una barrera acústica, generalmente con la referencia 160, compuesta de múltiples paneles de vidrio acrílico de refuerzo de acuerdo con una realización de la técnica divulgada. La barrera acústica 160 está constituida de múltiples paneles adyacentes 110 unidos entre sí, donde cada panel 110 incluye una pluralidad de cables rígidos 112 y cables elásticos 114 entremezclados y longitudinalmente en paralelo (por ejemplo, como se representa en las Figuras 1A, 1B y 1C). Como numerosos automóviles 166 se desplazan a lo largo de la carretera 162, la barrera acústica 160 sirve para disminuir la cantidad de ruido provocado por los automóviles 166 que alcanza los edificios circundantes 164.

Si el panel 110 se golpea o somete de otra manera a un impacto forzado (por ejemplo, debido a la colisión de un automóvil 166), provocando que el panel 110 se fracture en múltiples fragmentos, la combinación de cables rígidos 112 y cables elásticos 114 embebidos dentro del panel 110 sirve para absorber el impacto y restringir sustancialmente que los fragmentos grandes caigan a la carretera 162 y evita un peligro significativo para los conductores, pasajeros o peatones en las proximidades. En particular, la presencia de cables rígidos 112 proporciona suficiente resistencia a la flexión para absorber la energía cinética resultante de un impacto altamente forzado, mientras que la presencia de cables elásticos proporciona la capacidad de contener de forma segura fragmentos o residuos formados durante el impacto, es decir, si solo los cables rígidos 112 estaban embebidos en el panel entonces los fragmentos y residuos no estarían contenidos de forma segura, mientras que si solo están embebidos los cables elásticos en el panel entonces no habría resistencia a la flexión suficiente para absorber el impacto).

En este sentido, el panel 110 de la técnica divulgada cumple los diversos requisitos que delimitan la especificación de la norma de seguridad oficial para el uso de tales paneles como dispositivos para la reducción de ruido del tráfico rodado, tal como la norma europea EN-1794-2 (Anexo B). En un ensayo experimental realizado con un panel ejemplar de la técnica divulgada, el panel podía soportar el impacto de un péndulo que pesaba 400 kg y se liberó desde una altura de 1,5 m que generaba una fuerza de impacto de 6 kJ, y evitaba que cayeran fragmentos grandes, satisfaciendo así los requisitos indicados en la norma EN-1794-2.

Se observa que los elementos de refuerzo (cables rígidos 112 y cables elásticos 114) mantienen el panel 110 con un alto grado de transparencia, generalmente en cualquier punto hasta aproximadamente el 92 % de transmitancia, mientras que al mismo tiempo proporcionan un contraste visual suficiente de manera que los paneles puedan ser distinguidos por los pájaros u otros animales voladores en las proximidades, ayudándoles a evitar que vuelen hacia el panel. El panel 110 y/o los cables 112 o 114 también pueden estar teñidos con un color seleccionado (por ejemplo, por pigmentación másica o una capa de color aplicada a una superficie exterior o interior) para proporcionar un aspecto visual deseado a la barrera acústica (o una estructura alternativa formada a partir del panel), mientras que aún proporcione suficiente transparencia o traslucencia (por ejemplo, al menos un 6 % de transmitancia). Adicionalmente, el panel 110 es sustancialmente duradero y capaz de soportar condiciones meteorológicas adversas (por ejemplo, lluvia severa, nieve, aguanieve, granizo, exposición prolongada al sol y al viento y similares), mientras mantiene el contraste visual de los cables de refuerzo.

Los paneles reforzados de la técnica divulgada pueden fabricarse de diferentes maneras. Preferentemente, los paneles se fabrican usando un proceso de colada, en el cual el vidrio acrílico se cuele en moldes junto con los cables rígidos y cables elásticos integrados con el vidrio acrílico, permitiendo que tenga lugar el curado. Como alternativa, puede implementarse un proceso de extrusión, donde las hojas de vidrio acrílico se forman por extrusión y los cables rígidos y los cables elásticos se insertan a través del colorante en las posiciones apropiadas mientras que el material de vidrio acrílico fluye a través de su forma plástica. Además, como alternativa, pueden fabricarse dos hojas diferentes de vidrio acrílico por separado y después intercalarse juntas con los cables rígidos y cables elásticos adecuadamente dispuestos entre medias con ayuda de un material adhesivo, una intercapa adhesiva o por fusión de estado fundido de las intercapas. Se observa que los cables rígidos 112 y los cables elásticos 114 se estiran suficientemente (experimentan tensión) durante la etapa de fabricación, para asegurar que se forman sustancialmente rectos. El análisis mecánico computarizado puede estar asistido con diversos aspectos del proceso de diseño global, antes de o durante la fabricación.

De acuerdo con la técnica divulgada, un método para fabricar un panel de vidrio acrílico transparente reforzado incluye fabricar una hoja de vidrio acrílico usando una técnica de fabricación conocida y embeber una pluralidad de elementos de refuerzo dentro de la hoja y separarlos en paralelo longitudinalmente. Los elementos de refuerzo incluyen cables rígidos formados de un metal que tiene una resistencia a la tracción final mayor de 500 MPa y que además incluye cables elásticos formados de un metal que tiene un porcentaje de alargamiento (tensión nominal a fractura) mayor del 40 %.

Los expertos en la materia apreciarán que la técnica divulgada no está limitada a lo que se ha mostrado y descrito de forma particular anteriormente en este documento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un panel transparente de vidrio acrílico (PMMA), que comprende elementos de refuerzo internos para asegurar los fragmentos de dicho vidrio acrílico formados tras un impacto con un cuerpo extraño, estando dichos elementos de refuerzo embebidos entremezclados dentro de dicho panel y separados en paralelo longitudinalmente, caracterizado por que dichos elementos de refuerzo comprenden dos tipos de cables:
- 10 una pluralidad de cables rígidos, formados de un primer metal que tiene una resistencia a la tracción final de al menos 500 MPa; y
una pluralidad de cables elásticos, formados de un segundo metal que es diferente de dicho primer metal y que tiene un alargamiento porcentual (tensión nominal a fractura) de al menos 40 %.
- 15 2. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que dichos cables rígidos están separados y diferenciados de dichos cables elásticos.
3. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que dichos cables rígidos están entremezclados con dichos cables elásticos.
- 20 4. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que dichos elementos de refuerzo están separados por una distancia de entre 1 cm y 15 cm.
5. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que la anchura de la sección transversal de dichos elementos de refuerzo es entre 1 mm y 5 mm.
- 25 6. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que dichos cables rígidos están compuestos de un metal seleccionado de la lista que consiste en:
- 30 acero;
acero inoxidable;
acero endurecido;
acero galvanizado;
hierro;
una aleación metálica;
un metal tratado; y
35 cualquier combinación de los anteriores.
7. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que dichos cables elásticos están compuestos de un metal seleccionado de la lista que consiste en:
- 40 acero inoxidable;
acero;
acero galvanizado;
cobre;
latón;
45 aluminio;
bronce;
hierro;
una aleación metálica;
un metal tratado; y
50 cualquier combinación de los anteriores.
8. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que dichos elementos de refuerzo se extienden en una alineación seleccionada de la lista que consiste en:
- 55 horizontalmente;
verticalmente;
diagonalmente; y
un patrón de cuadrícula.
- 60 9. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que el espesor de dicho panel es entre 2 mm y 150 mm.
10. El panel transparente de la reivindicación 1, en el que la transmitancia de dicho panel es hasta el 92 %.
- 65 11. El panel transparente de reivindicación 1, en el que una superficie de dicho panel está coloreada y en el que la transmitancia de dicho panel está por encima del 6 %.

12. Una barrera acústica que comprende al menos un panel transparente de vidrio acrílico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
- 5 13. El uso de un panel transparente de vidrio acrílico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 como una barrera acústica.
- 10 14. Un método para fabricar un panel transparente de vidrio acrílico (PMMA) que comprende elementos de refuerzo internos para asegurar los fragmentos de dicho vidrio acrílico formados tras un impacto con un cuerpo extraño, comprendiendo dicho método los procedimientos de:
- 15 fabricar una hoja de vidrio acrílico;
embeber una pluralidad de elementos de refuerzo entremezclados con dicha hoja y separados en paralelo longitudinalmente, caracterizado por que dichos elementos de refuerzo comprenden dos tipos de cables:
- 20 15. El método de la reivindicación 14, en el que dicho procedimiento de fabricación se implementa usando un proceso de colada.

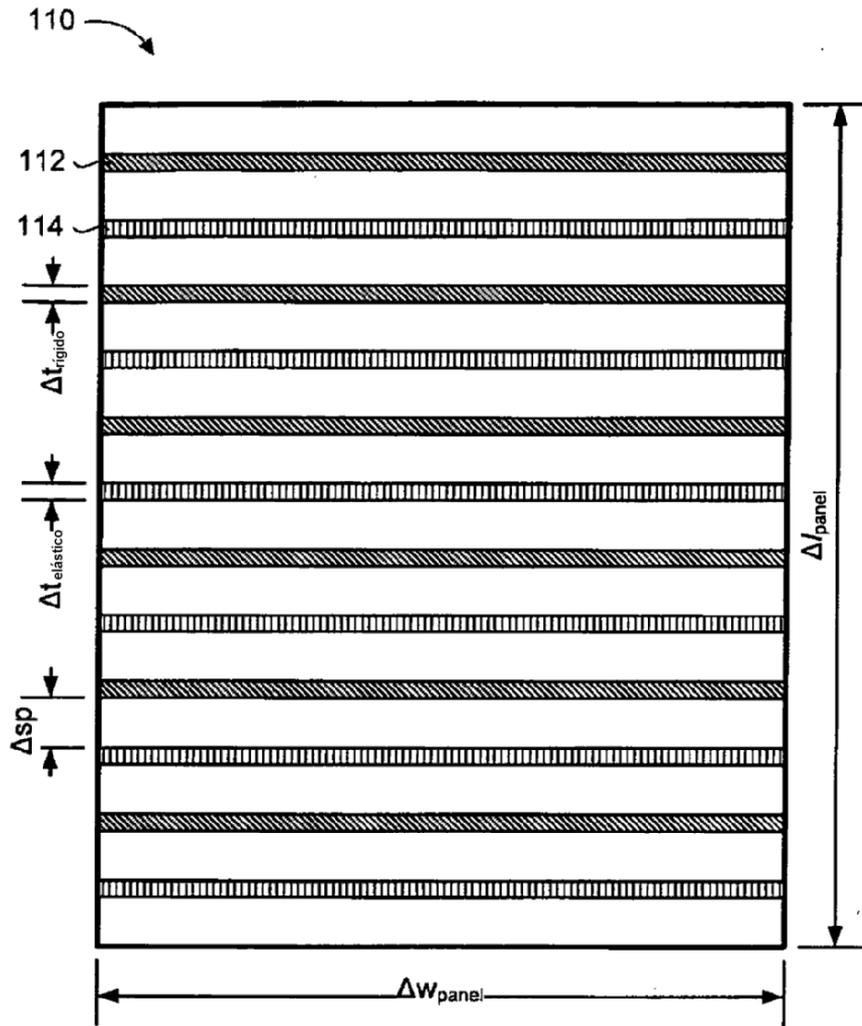


FIG. 1A

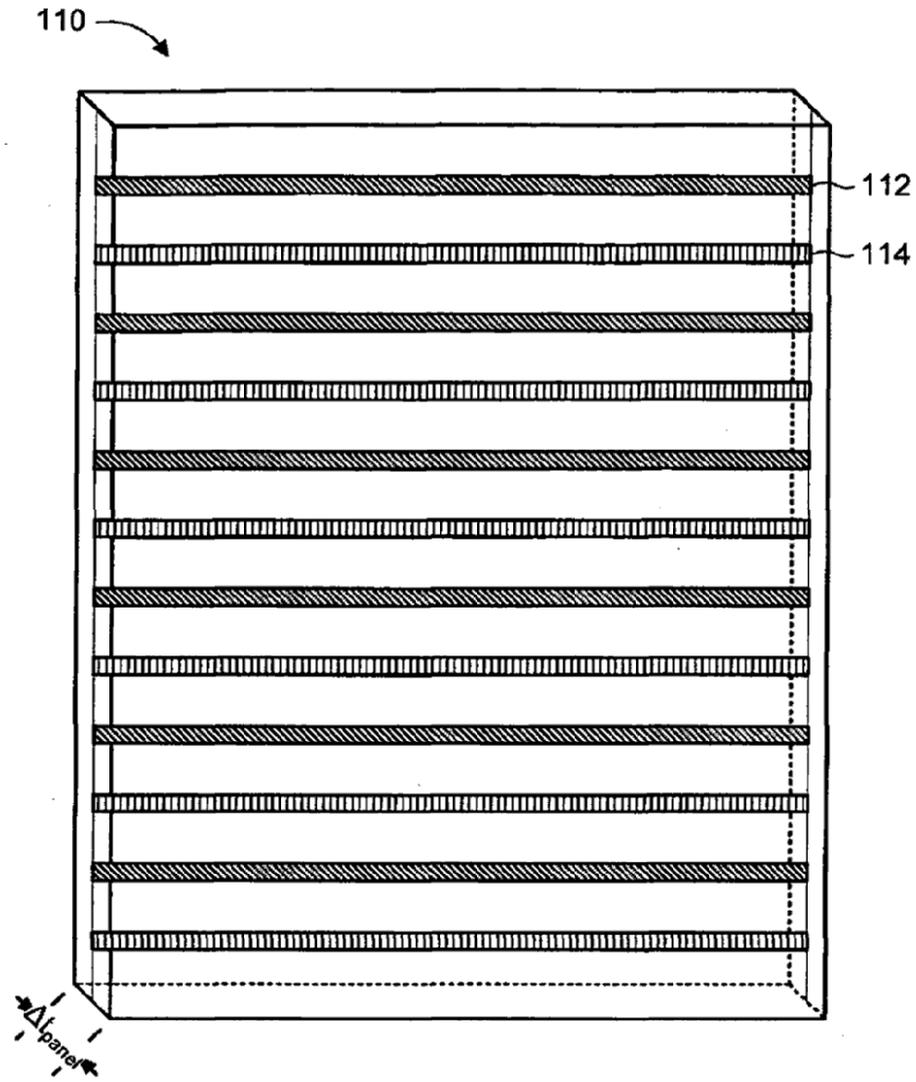


FIG. 1B

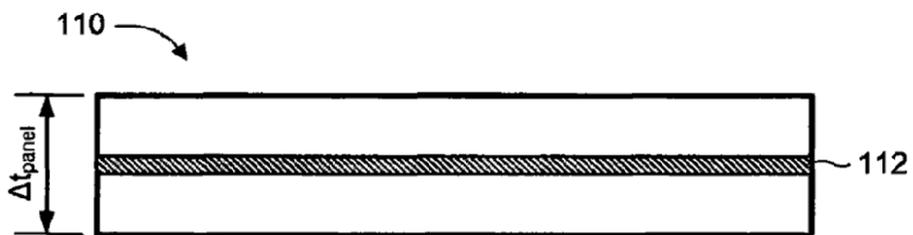


FIG. 1C

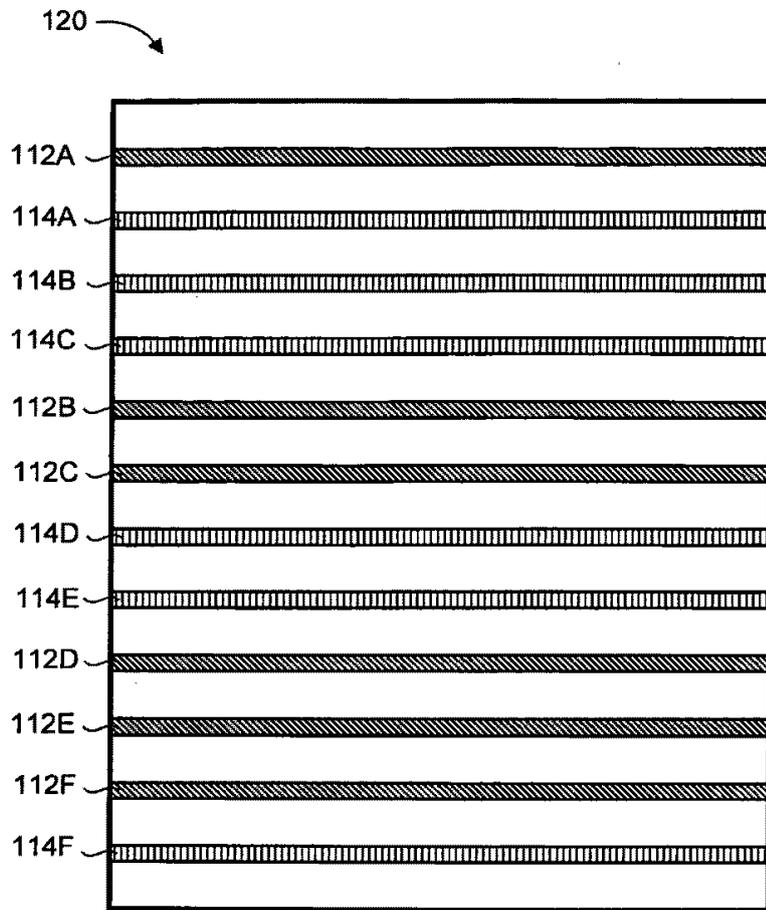


FIG. 2

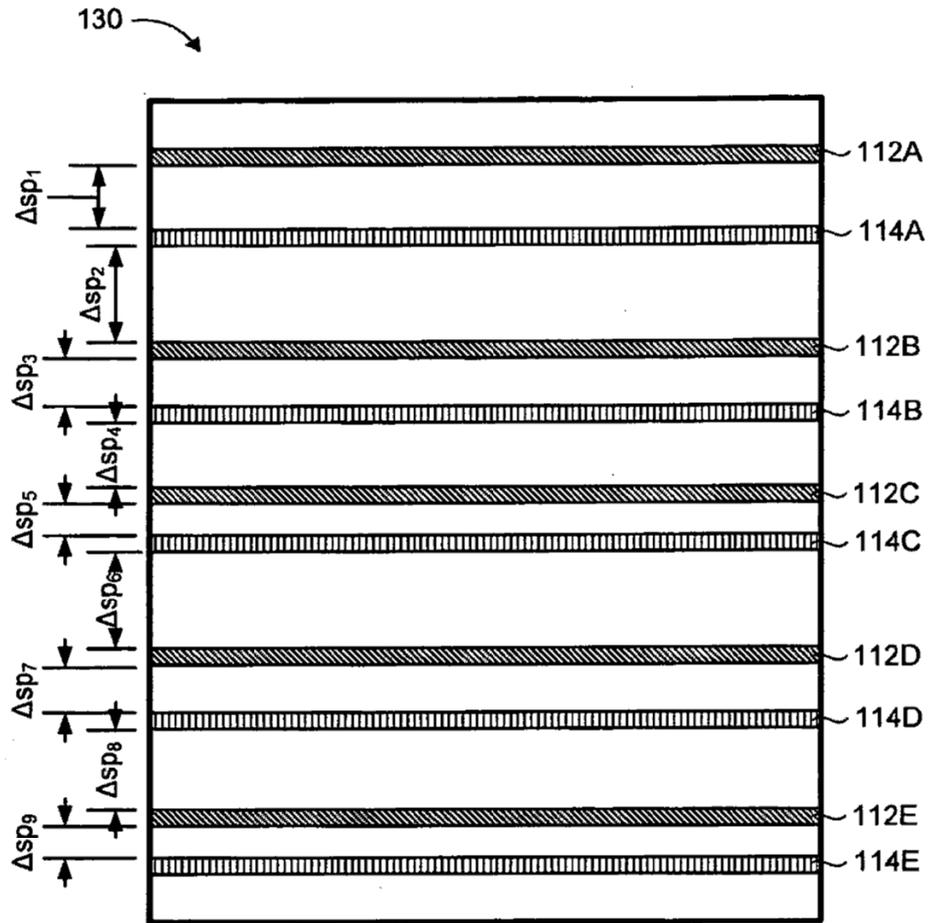


FIG. 3

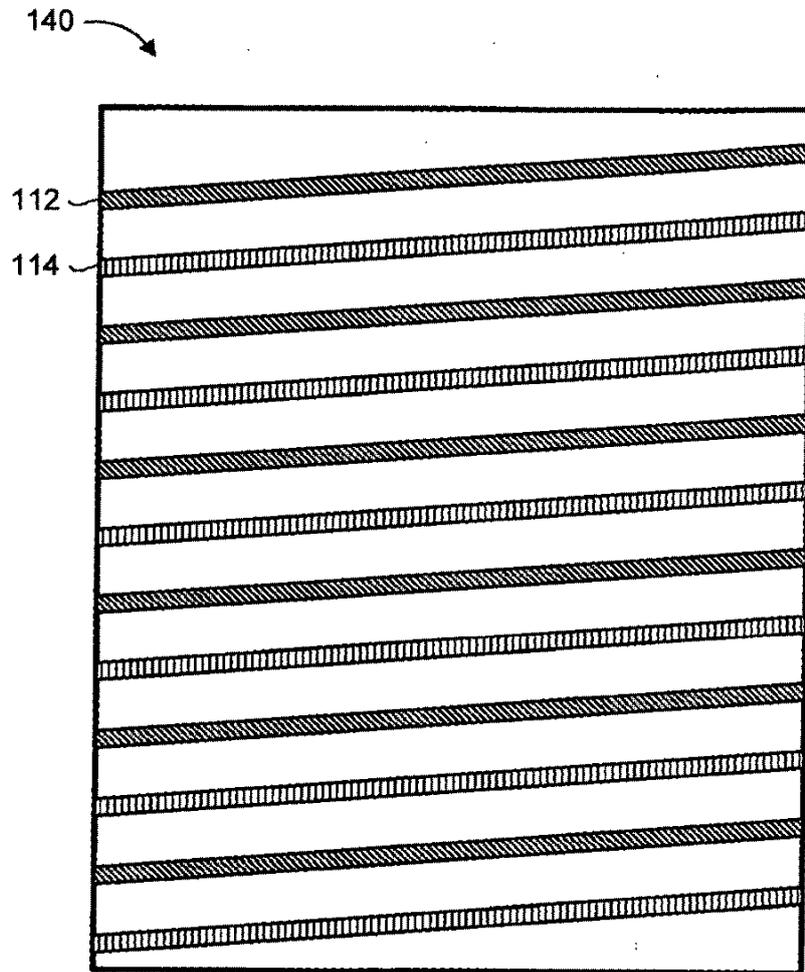


FIG. 4

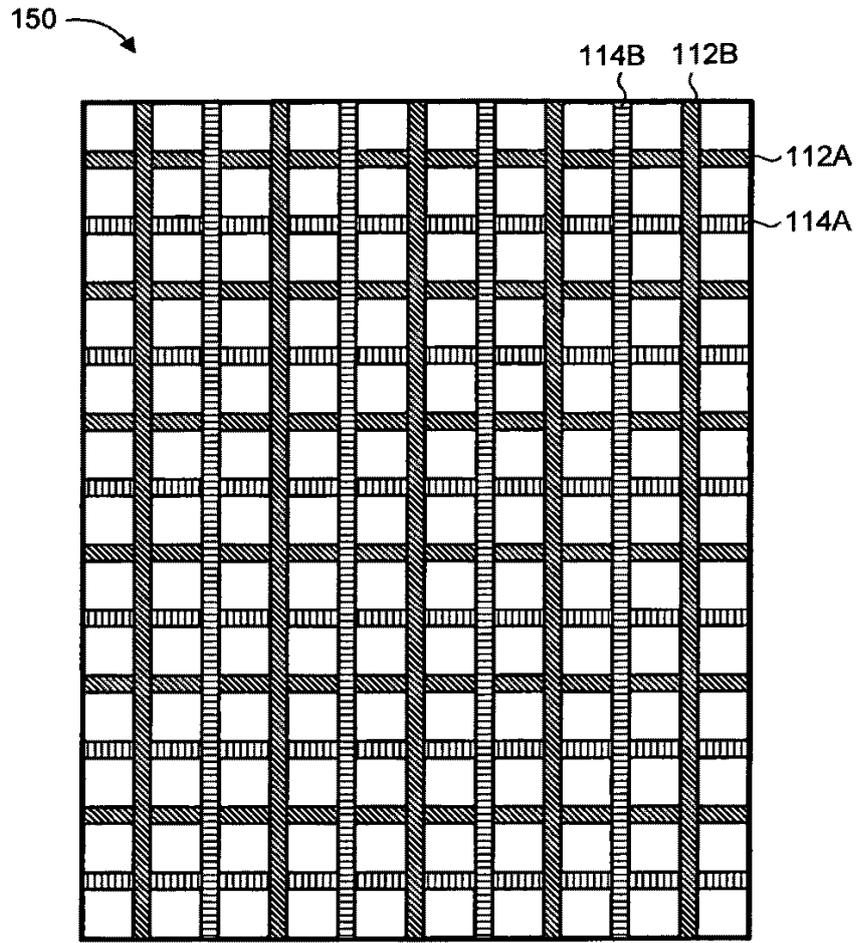


FIG. 5

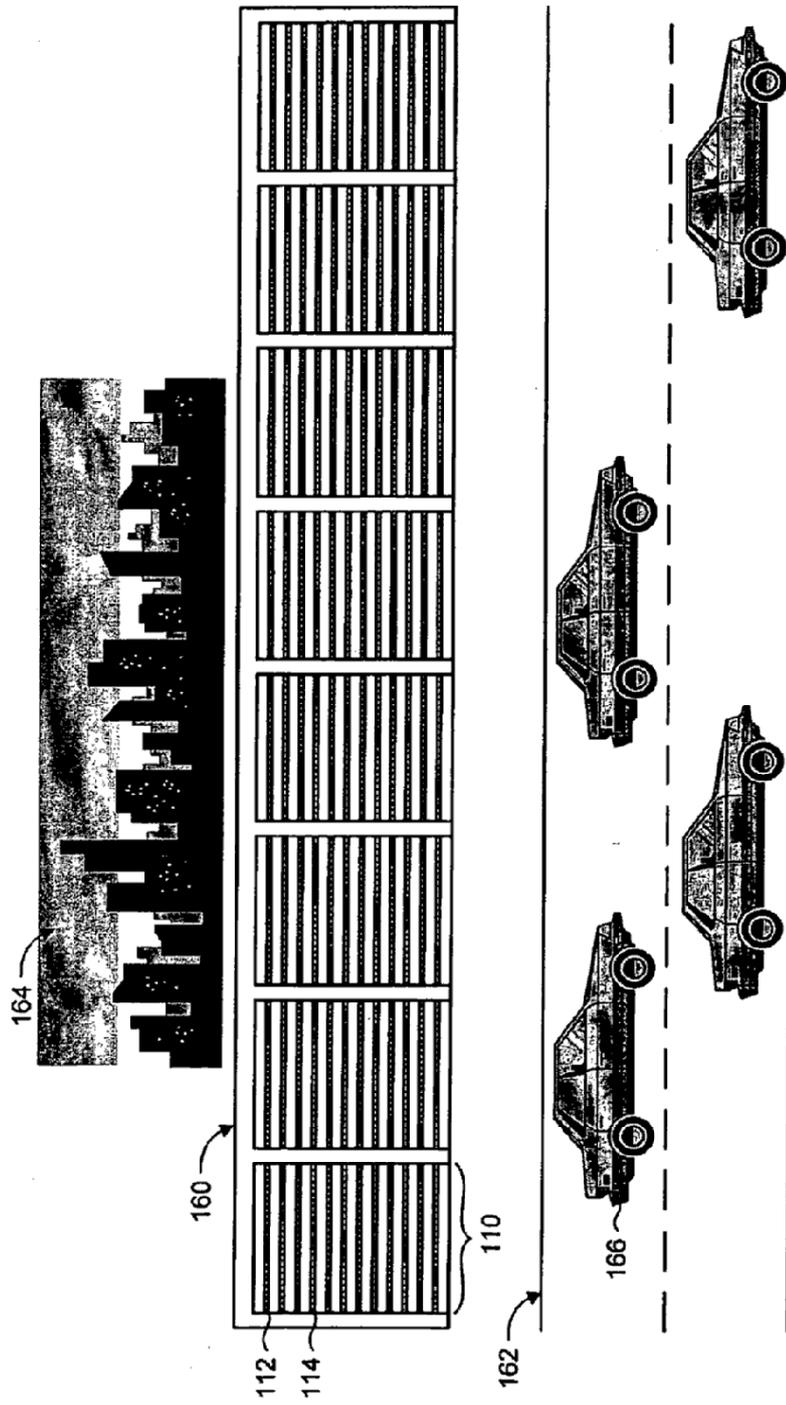


FIG. 6