

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 585 156**

51 Int. Cl.:

E01D 19/12 (2006.01)

E01D 101/30 (2006.01)

E01D 101/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2001** **E 01963209 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 1322818**

54 Título: **Paneles del tablero del puente, métodos de fabricación y uso**

30 Prioridad:

03.10.2000 GB 0024183

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

04.10.2016

73 Titular/es:

**INTELLIGENT ENGINEERING (BAHAMAS)
LIMITED (100.0%)
BAHAMAS INTERNATIONAL TRUST BUILDING,
BANK LANE, P.O. BOX N8188
NASSAU, BS**

72 Inventor/es:

KENNEDY, STEPHEN J.

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 585 156 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 del tablero del puente, métodos de fabricación y uso

5 La presente invención se refiere a paneles de placa sándwich y tableros del puente, particularmente tableros del puente para puentes de acero entramados o soportados que tienen tableros formados de paneles.

10 Los puentes D son estructuras temporales o permanentes bien conocidas que consisten de una armazón de celosías y paneles de puentes. Los paneles del tablero del puente D, fabricados convencionalmente de acero, consisten de una placa del tablero soldada a un gran número de rigidizadores en forma de U longitudinalmente entramados (comúnmente conocidos como un tablero del puente ortotrópico; es decir rígido en una dirección), dos o más vigas transversales, y vigas principales longitudinales. Las placas del tablero transfieren la carga a los rigidizadores y luego a las vigas transversales las cuales transfieren directamente las cargas hacia las celosías. Un diseño conocido consiste de rigidizadores en forma de U de 5 mm, soldados a una placa del tablero de 10 mm con dos soldaduras de solape continuas de 4 mm. Las cargas de las ruedas de los vehículos que cruzan el puente provocan dobleces localizados de la placa del tablero sobre la parte superior de los rigidizadores, los cuales a su vez conducen a las rupturas por fatiga de las soldaduras que unen a las dos. Las rupturas por fatiga se propagan a lo largo de las soldaduras del puente o hacia la placa del tablero lo que reduce la rigidez y la resistencia de los paneles del tablero, lo que compromete su capacidad para transportar las cargas previstas y reduce su vida útil. Los paneles del tablero con ruptura por fatiga (detectadas durante inspecciones de rutina) generalmente se reemplazan.

25 Para aumentar la resistencia a la fatiga, los investigadores y los expertos en la técnica han engrosado tradicionalmente tanto, la placa del tablero como los rigidizadores para reducir el intervalo de esfuerzo en el detalle propenso a la fatiga crítica. En un diseño conocido, la placa del tablero y los rigidizadores tienen un grosor de hasta 12 mm y 6 mm respectivamente con los tamaños de las soldaduras de solape adyacentes aumentados hasta 6 mm. La resistencia a la fatiga se mejoró pero todavía fue insuficiente ya que los detalles de construcción básicos (configuración de la soldadura propensa a la fatiga) permanecieron sin cambios. El aumento adicional del grosor de la placa reducirá el intervalo de esfuerzo y mejorará la resistencia a la fatiga, pero hay un límite práctico: el peso del panel del tablero que excede la capacidad portante de carga muerta de la estructura del puente de soporte.

30 Los puentes Bailey son estructuras temporales que consisten de una armazón de vigas principales, celosías, arriostramiento, y paneles del tablero. Los paneles del tablero del puente Bailey convencionales comprenden una placa de acero del tablero soldada a secciones de acero en forma de U longitudinalmente entramadas con dos secciones de canal en los bordes. En un esfuerzo para minimizar los costes asociados con la fabricación y el peso, las placas y las secciones se fabrican tan delgadas como sea posible, y las soldaduras intermitentes se usan para unir los elementos rigidizadores a la placa del tablero relativamente delgada. Como antes, estas soldaduras son susceptibles a la fatiga, el detalle de la soldadura es propenso a la fatiga y tiene una resistencia a la fatiga limitada la cual reduce la vida útil.

40 En consecuencia, es un objetivo de la presente invención proporcionar un panel del tablero del puente mejorado con resistencia y rigidez equivalentes a los paneles del tablero del puente existentes, pero más ligeros, más simples en la construcción y/o menos propensos a la fatiga.

45 Los miembros de placa sándwich estructurales, principalmente destinados a la construcción de barcos, se describen en el documento DE 198 25 087 A y en el GB 2 337 022 A.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un panel y métodos para fabricar paneles, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

50 Un panel del tablero del puente de acuerdo con la invención puede proporcionarse con la misma geometría y elementos de soporte periféricos que un diseño existente de manera que pueda reemplazar los paneles en los diseños existentes. La estructura de placa sándwich de la realización descrita más abajo tiene resistencia y rigidez aumentadas cuando se compara con una placa de metal de grosor de placa total comparable.

55 Para eliminar los detalles propensos a la fatiga de la técnica anterior se prevé que todos los paneles de acero del tablero del puente, la multiplicidad de los rigidizadores y las soldaduras asociadas se eliminen y se reemplacen con una estructura de placa sándwich. En algunas realizaciones una o más vigas intermedias, placas de rotura, o secciones estructurales incorporadas pueden usarse para controlar las deflexiones.

60 Eliminar los rigidizadores reduce los volúmenes de soldadura requeridos, reduce el área superficial total expuesta que requiere la protección por recubrimiento contra la corrosión, simplifica la estructura, mejora la resistencia a la fatiga (aumento de la vida útil para las mismas cargas) y es menos costoso de fabricar. En algunas realizaciones, donde minimizar el peso es un criterio de diseño importante, la capa intermedia sólida (núcleo) puede reemplazarse con un núcleo compuesto que consiste de refuerzos sólidos y cierto encofrado de densidad más baja; siempre y cuando el área unida entre la capa intermedia y la placas de metal superior e inferior sea suficiente para transferir

las fuerzas de cizallamiento entre estas. En este tipo de construcción, se determinarían la separación y las dimensiones de los encofrados para evitar el pandeo de cualquier placa de metal.

Los detalles adicionales de las estructuras de placa sándwich adecuadas para su uso en la presente invención pueden encontrarse en la patente de Estados Unidos 5,778,813 y la solicitud de patente británica GB-A-2 337 022.

5 La capa intermedia puede ser además un núcleo compuesto como se describió en la solicitud de patente británica núm.9926333.7.

La presente invención se describirá adicionalmente más abajo con referencia a la siguiente descripción de las realizaciones ilustrativas y los dibujos esquemáticos acompañantes, en los cuales:

10 la Figura 1 es una vista en perspectiva de un "puente típico" en el cual puede usarse el panel del tablero de la presente invención, que abarca el ancho total del puente;

la Figura 2 es un vista posterior de un panel del tablero del puente de acuerdo con una primera realización de la presente invención que ilustra los detalles de conexión con la estructura del puente de soporte y entre los paneles;

15 la Figura 3 es una vista en planta, parcialmente en corte, del panel del tablero del puente de la Figura 2 con una viga intermedia;

la Figura 4 es una sección transversal del panel del tablero del puente de la Figura 2 a lo largo de la línea D-D;

la Figura 5 es una sección transversal de una parte del panel del tablero del puente de la Figura 3 a lo largo de la línea A-A;

20 la Figura 6 es una sección transversal de una parte del panel del tablero del puente de la Figura 3 a lo largo de la línea B-B;

la Figura 7 es una sección transversal de una parte del panel del tablero del puente de la Figura 3 a lo largo de la línea C-C;

la Figura 8 es una vista lateral de un panel del tablero del puente de acuerdo con una variante de la primera realización con dos vigas intermedias;

25 la Figura 9 es la vista en planta, parcialmente en corte, del panel del tablero del puente de la Figura 8;

la Figura 10 es una sección transversal del panel del tablero del puente de la Figura 9 a lo largo de la línea E-E;

las Figuras 11 a la 14 ilustran las etapas en la fabricación de un panel del tablero del puente de acuerdo con la primera realización;

30 la Figura 15 es una vista en planta de un tablero del puente que incorpora los paneles de acuerdo con una segunda realización de la invención que se extiende entre las vigas principales o vigas transversales;

la Figura 16 es una vista en perspectiva de una parte del tablero del puente de la Figura 15 que muestra la colocación de los paneles del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización que ilustra los detalles de conexión con los miembros del puente de soporte y las conexiones a cortante entre los paneles;

35 las Figuras 17 y 18 son vistas en planta y en sección transversal respectivamente de un sistema para unir los paneles del tablero del puente (proporcionando conexión a cortante) de acuerdo con la segunda realización;

la Figura 19 es una vista en perspectiva de un sujetador usado para unir los paneles del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización;

la Figura 20 es una vista en planta de un panel del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización que muestra un detalle escondido (localizaciones de los encofrados y la placas de rotura);

40 la Figura 21 es una sección transversal aumentada de un panel del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización de la invención a lo largo de la línea F-F;

la Figura 22 es una vista en planta de un panel del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización que muestra las variaciones en la forma de los encofrados para facilitar el flujo del material inyectado;

45 la Figura 23 ilustra una placa de rotura perforada;

la Figura 24 es un esquema de un molde y la partes usadas para fabricar los paneles del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización;

las Figuras 25 y 26 son vistas en planta y posterior respectivamente del molde de la Figura 24;

50 la Figura 27 es una vista en planta, que muestra el detalle escondido, de un panel de puente de acuerdo con la segunda realización;

la Figura 28 es una sección transversal a lo largo de la línea G-G del panel del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización;

la Figura 29 ilustra los conectores a cortante de ajuste macho típicos de un panel de puente que pueden usarse con la segunda realización;

55 la Figura 30 es un esquema de un molde y las partes usadas para fabricar los paneles del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización;

las Figuras de la 31 a la 34 ilustran las etapas en la fabricación de las conexiones atornilladas en la segunda realización;

la Figura 35 es una sección transversal de un panel del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización, que ilustra la realización de una variedad de secciones estructurales (formas) dentro de la capa intermedia para proporcionar rigidez al cizallamiento y deflexiones de control; y

60 la Figura 36 ilustra una configuración de las placas superior e inferior extrudidas que pueden usarse en la invención.

En las diversas figuras, las partes similares se denotan por numerales de referencia iguales.

65

Realización 1: Panel del tablero del puente de placa sándwich prefabricado con un bastidor periférico

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un puente de celosía que ilustra tipos comunes de construcción. La estructura de soporte puede consistir o bien de una celosía doble 2 o celosía sencilla 3 que soportan los miembros principales que abarcan la longitud del puente. Los paneles del tablero del puente 4 se extienden entre los miembros principales. Los paneles del tablero del puente 4 pueden, por ejemplo, formar una superficie de la carretera para una carretera de una sola calzada o múltiples calzadas. El puente, por lo tanto, debe ser capaz de soportar cargas dinámicas a partir de uno o más vehículos, que pueden incluir camiones y otros vehículos de transporte pesado. La frecuencia y magnitud de las cargas de las ruedas y las condiciones para las cuales los paneles del tablero del puente deben diseñarse dependerán de la localización del puente y las cargas de tráfico específicas para la calzada.

Se muestra un panel del tablero del puente 4 de acuerdo con la presente invención en las Figuras 2 a la 4 que son respectivamente una vista posterior, una vista en planta parcialmente en corte y una sección transversal. El panel del tablero del puente 4 comprende una placa del tablero sándwich 5 de sección transversal generalmente rectangular fija, a lo largo de sus bordes largos, a vigas principales transversales 6 en los extremos de las cuales se proporcionan las placas de conexión 7 para permitir que el panel del tablero del puente 4 se atornille a las celosías 2, 3 del puente 1. Vigas principales longitudinales adicionales 8 se proporcionan en los extremos de los paneles y se proporciona una viga intermedia a lo largo de la línea media del panel 4. Durante el uso, las cargas del vehículo se transmiten desde la placa del tablero sándwich 5 a las vigas principales transversales 6, con la ayuda de las vigas principales longitudinales 8 y la(s) viga(s) intermedia(s) 9, y por lo tanto a las celosías de puente 2, 3.

Los detalles de la conexión de la placa del tablero sándwich 5 al bastidor periférico y a la(s) viga(s) intermedia(s) 6, 8, 9 se muestran en las Figuras 5, 6 y 7. Para mayor claridad, las barras de refuerzo y los detalles de soldadura específicos no se muestran en estas figuras. Estas figuras muestran además que la placa del tablero sándwich 5 se forma a partir de las placas de acero superior e inferior 10, 11 que se unen entre sí por la capa intermedia 12, que comprende un material plástico o de polímero, preferentemente elastómero, con suficiente resistencia para transmitir fuerzas de cizallamiento entre las placas de metal.

La Figura 5, una sección transversal a lo largo de la línea A-A en la Figura 3, ilustra una conexión típica entre la placa del tablero sándwich 5 y sobre la viga intermedia 9 donde el alma de una sección en forma de I monosimétrica se suelda a la placa de metal inferior 11 de la placa del tablero sándwich 5. Alternativamente, la viga interna puede ser una sección en T invertida con el alma soldada directamente a la placa de metal inferior 11.

La Figura 6, una sección transversal a lo largo de la línea B-B de la Figura 3, ilustra una conexión típica entre la viga principal de extremo longitudinal 8 y la placa del tablero sándwich 5, donde la placa del tablero sándwich 5 se une en una estructura y se suelda al alma de la viga principal. En algunas realizaciones la placa de metal superior 10 puede alinearse con el alma o, como en la Figura 6, se conforma en frío y se extiende más allá del alma que forma una placa de borde rígido.

La Figura 7, una sección transversal a lo largo de la línea C-C de la Figura 3, ilustra una conexión típica entre la placa del tablero sándwich 5 y una viga principal transversal 6, donde la placa del tablero sándwich 5 se une en una estructura y se suelda al alma de la viga principal. La pestaña desplazada proporciona un borde de alineamiento entre los paneles adyacentes de manera que los paneles adyacentes puedan atornillarse entre sí lo que proporciona una conexión a cortante entre estos. El bastidor de metal periférico 6, 8 y las placas de metal superior 10 e inferior 11 forman una cavidad encerrada hermética al aire en la que se inyecta la capa intermedia 12.

Una variación de este panel del tablero del puente prefabricado 4' de acuerdo con la primera realización se ilustra en las Figuras 8 a la 10. Tiene dos vigas intermedias 9', alineadas con conexiones a cortante atornilladas entre los paneles adyacentes para proporcionar una trayectoria de carga directa para compartir la carga entre los paneles a medida que los vehículos se mueven a lo largo de la longitud del puente 1. Todos los demás detalles para el panel del tablero del puente 4 son los mismos.

El proceso de fabricación de los paneles de la primera realización se simplifica en gran medida cuando se compara con una estructura de la técnica anterior debido a que se elimina el posicionamiento y soldadura de todos los rigidizadores en forma de U entramados longitudinalmente. De acuerdo con la invención, el bastidor de soporte de acero, que consiste de las vigas principales longitudinal y transversal 6, 8, vigas intermedias 9 y las placas de conexión 7, se fabrica de manera convencional, lo que resulta en la estructura mostrada en la Figura 11. El bastidor de soporte de acero se centra entonces alrededor de dos encofrados que pueden volver a usarse en forma de bloque 20, por ejemplo localizados de manera permanente en el área de producción, como se muestra en la Figura 12. Los encofrados como se muestran en la Figura 13 se usan para localizar temporalmente y soportar la placa frontal inferior 11 mientras que se suelda de solape al bastidor de metal periférico lo que elimina la necesidad de las barras de refuerzo. Los separadores de metal o plásticos 21, colocados según sea necesario para soportar la placa superior 10, aseguran el grosor correcto de la capa intermedia 12. Antes de continuar la soldadura (cerrando de la cavidad) las superficies interiores se desengrasan y se limpian con solvente MEK o uno equivalente. La placa de metal superior 11 entonces se coloca sobre la parte superior del bastidor, como se muestra en la Figura 14, y se suelda todo alrededor con una soldadura de ranura de penetración parcial. Si se requiere, puede proporcionarse una soldadura de solape adicional para unir adicionalmente la placa de metal inferior 10 a la parte inferior de la estructura

de soporte. Un puerto de inyección 22 y uno o más orificios de ventilación 23 pueden hacerse ya sea en la placa inferior 10, en la placa superior 11 o en el bastidor periférico 6, 8. El puerto y los agujeros se localizan para acomodar el equipamiento de inyección, para minimizar el efecto en el rendimiento estructural y para facilitar la fabricación. Subsecuentemente, el elastómero se inyecta entonces en la cavidad en aproximadamente 160 s. Finalmente, el puerto de inyección 22 y los agujeros de ventilación 23 se sellan con tapones de metal. El panel del tablero del puente prefabricado de acuerdo con la invención puede moverse dentro de 10-15 minutos a partir del momento de la inyección.

Realización 2: Paneles del tablero del puente de placa sándwich ligeros prefabricados

Un panel del tablero del puente de placa sándwich de peso ligero con fines militares 100, de acuerdo con una segunda realización de la invención ilustrado en las Figuras 15 a la 22, se diseñó para carga militar de clase MLC12. La longitud general del puente L, longitud del panel 1, ancho mínimo W del tablero, y peso máximo del puente (que incluye la superestructura) para este ejemplo particular son de 20 m, 2000 mm, 2800 mm, y de 6 a 8 toneladas, respectivamente.

Un tablero del puente típico 100 se fabrica de 40 paneles del tablero del puente idénticos 104 que se extienden entre las vigas principales transversales 101, como se ilustra en la vista en planta en la Figura 15 (para mayor claridad, la superestructura del puente no se muestra). Cada panel debe ser suficientemente ligero para transportarse e instalarse por dos hombres y debería tener un peso máximo de aproximadamente 100 kg. El panel puede elevarse mediante el uso de un bastidor de elevación simple (no se muestra) con tiradores que pueden acoplarse a cada panel a través de los sujetadores de cizallamiento, agujeros para pernos existentes o agujeros pasantes adicionales (no se muestran) diseñados para este propósito. Los detalles y dimensiones universales (grosor, ancho, localizaciones del agujeros para pernos, detalles del sujetador de cizallamiento comunes) permiten que los paneles del tablero del puente se coloquen en cualquier lugar a lo largo del tablero del puente. Como resultado cada panel del tablero del puente debe diseñarse para todas las localizaciones probables del panel tanto de las cargas de la banda de rodamiento del tanque como de las ruedas de camiones asociadas con la carga MLC12.

La Figura 16 ilustra en mayor detalle la conexión de los paneles a las vigas principales transversales y la interconexión a cortante entre los paneles. Dos sujetadores de cizallamiento en forma de H cónicos 120, hechos de plástico o metal, conectan los paneles adyacentes 104 para mantener las deflexiones constantes entre los paneles si los vehículos migran a través del ancho del tablero del puente. Los sujetadores de cizallamiento 120 se alinean y ajustan cómodamente con ambas superficies. El sujetador de cizallamiento 120 y su manera de uso se muestran en las Figuras 17 a la 19. La pestaña cónica del sujetador de cizallamiento 120 permite su fácil colocación y retiro. La longitud de la pestaña 121 es suficiente para acoplar las placas de rotura de metal de borde 107. Dos pernos 102 en cualquier extremo atornillan los paneles 104 a las vigas principales transversales 101.

Las Figuras 20 y 22 muestran una capa intermedia ligera 12 (núcleo compuesto que puede usarse con cualquier realización) que consiste de encofrados de baja densidad 14, secciones de plásticos o de polímeros reforzadas 13, placas de rotura de acero internas 107, detalles de atornillado 105 y estampados para los sujetadores de cizallamiento 106. La geometría de los refuerzos plásticos o de polímero puede variar desde una sección transversal rectangular hasta una que se parece a una columna jónica, para aumentar la superficie unida a las placas de metal superior e inferior 11, 10; y maximizar la efectividad en cuanto a los costes de la construcción. Los grosores de la placa superior e inferior 10, 11 para este ejemplo particular pueden ser diferentes, por ejemplo 3 mm y 2 mm respectivamente, para permitirle a la placa superior 10 una superficie de desgaste adicional. Los paneles de la segunda realización se construyen enteramente sin soldaduras. La Figura 22 ilustra una variación en la geometría de los encofrados de baja densidad, proporcionando esquinas biseladas para facilitar el flujo de material plástico o de polímero inyectado. Las dimensiones exactas de los componentes de la capa intermedia se dimensionan para proporcionar resistencia de unión, rigidez y resistencia adecuadas para las cargas específicas. Las placas de rotura 107 para esta realización pueden ser sólidas o perforadas con agujeros perforados como se ilustra en la Figura 23, para permitir el flujo libre del material plástico o de polímero inyectado y después del curado para aumentar la carga (enganche mecánico) entre las placas y los refuerzos plásticos. Las placas perforadas proporcionan placas más rígidas, delgadez reducida y peso reducido del componente.

Los paneles del tablero del puente de acuerdo con la segunda realización se prefabrican en un molde 40, mostrado en las Figuras 24 a la 26, que garantizan la precisión dimensional y la calidad de la construcción. La precisión dimensional es importante para un ajuste rápido en el campo y para proporcionar peso constante sin variaciones significativas de panel a panel. Las placas de metal delgadas inferior y superior 10, 11 con estampados para los sujetadores de cizallamiento, las placas de rotura interiores 107 y los encofrados 13 se colocan en un molde cerrado 41, 42 como se ilustra esquemáticamente en la Figura 24. Se inyecta plástico para rellenar la cavidad en aproximadamente de 12 a 15 segundos. El panel del tablero terminado puede retirarse dentro de unas pocas horas. Los revestimientos antideslizantes o resistentes a la corrosión se aplican entonces a las superficies de metal expuestas.

Las variaciones de esta realización son una función de los parámetros de diseño y las condiciones para el panel del tablero del puente dado. Una variación típica se ilustra por el diseño mostrado en las Figuras 27 a la 34, para un

panel del tablero del puente que se extiende aproximadamente 3000 mm entre las vigas principales transversales y tiene una carga de camión según diseño de 16 T sobre una huella del neumático de 200 mm x 500 mm.

El panel del tablero del puente de 1050 mm de ancho 204 comprende las placas de metal superior e inferior 10, 11 y una capa intermedia (núcleo) 12. El núcleo 12 se construye de refuerzos de elastómero longitudinales regularmente separados 14 e insertos de espuma que separan las placas superior e inferior. Las placas de rotura internas (con agujeros) 107, como se muestran en la Figura 28, se unen a los refuerzos de elastómero 14. El cizallamiento se transfiere a las placas de acero 107 mediante la unión (adhesión y mecánica) para proporcionar la rigidez a la flexión requerida.

Las Figuras 27 y 29 muestran una variación en los detalles de conexión a cortante entre los paneles. Los tubos de metal o plásticos 188 se incorporan en la capa intermedia 12 a través de la dimensión corta del panel. Los conectores a cortante machos, o bien con extremos rectos 178 o cónicos 179 y una pestaña 180, ilustrados en la Figura 29 se ajustan en los tubos de los paneles adyacentes para proporcionar la conexión a cortante requerida. Estos conectores pueden construirse de metal o plástico. Todos los otros detalles son similares en función y sólo varían en las dimensiones y la localización y son dependientes de la aplicación o del diseño.

La fabricación de un panel del tablero de acuerdo con esta realización se produce en dos etapas. Primera, la espuma 13 se funde integralmente con las placas de acero longitudinales 107 en un molde por inyección. Este encofrado "positivo" inicial se coloca entonces en el molde por inyección de elastómero 40' ilustrado en la Figura 30 junto con las placas de acero superior e inferior 10, 11. El elastómero se inyecta en el molde que une todos los componentes que incluyen detalles de conexión por pernos y en cortante en un panel estructural que no requiere soldadura.

Las Figuras 31 a la 34 muestran el detalle de fabricación para la sección de un manguito de conexión para unir con pernos las secciones del tablero a las vigas principales transversales. Las etapas de este proceso son:

1. ajustar a presión los manguitos de metal 105 en la placa inferior 11 y posicionar la unidad en el molde con espuma rígida y en las placas de acero interiores (Figura 31).
2. posicionar los tapones 44 (con agente de liberación) en los manguitos 105. posicionar la placa superior 10 y cerrar el molde (Figura 32).
3. inyectar el elastómero 14 (Figura 33).
4. retirar el panel del tablero del puente y extraer los tapones 44 (Figura 34).

Los beneficios asociados con los paneles del tablero del puente de la placa sándwich prefabricados (producción en masa, unidad robótica, construcción uniforme y de alta calidad, precisión dimensional), la eliminación de toda la soldadura, y la eliminación de todos los detalles propensos a la fatiga que limitan la vida útil son igualmente aplicables a cada diseño independientemente de las variaciones menores en la geometría o detalles de construcción.

Los beneficios asociados con el núcleo compuesto son igualmente aplicables a la primera realización. Otras variaciones del núcleo compuesto incluyen incorporar secciones conformadas como canales, ángulos, secciones en forma de I y secciones estructurales huecas rectangulares o circulares como las placas de rotura internas 107. Las placas de acero 107 de hecho pueden ser miembros de metal de cualquier forma deseada tal como las vigas en I. La Figura 35 ilustra varias secciones estructurales 191, 192, 193, 194 dentro de la capa intermedia. Puede además ser posible usar secciones de aluminio extrudido como las placas superior e inferior en las que las placas de rotura 107 son parte de la forma extrudida que puede enganchar una con respecto a otra como se ilustra en la Figura 36.

Otras variaciones pueden incluir paneles del tablero del puente que se construyen con núcleos sólidos y que no son rectangulares en el plano. Por ejemplo un puente esviado puede usar paneles del tablero del puente en forma de paralelogramos y los puentes curvos, paneles con vigas principales de borde curvado y vigas principales transversales radialmente localizadas.

Realización 3: Paneles del tablero del puente prefabricados integrados en una estructura permanente que proporciona un tablero continuo

En una tercera realización de la presente invención, la etapa de inyección final del material plástico o de polímero en la cavidad del margen de soldadura de un panel del tablero del puente prefabricado o en una cavidad entre placas superior e inferior de un panel del tablero del puente se lleva a cabo en el lugar una vez que las placas superior e inferior se han acoplado al puente. Los paneles son similares a los de la segunda realización excepto que estos se proporcionan con pestañas superior e inferior que se sueldan a la superestructura del puente formando las cavidades del margen de soldadura.

Este método de construcción proporciona un tablero del puente estructural continuo. Los paneles del tablero del puente prefabricados son estructuralmente rígidos, más fáciles de manejar y proporcionan todos los beneficios de la construcción prefabricada para las estructuras del puente construidas en el lugar. La capa intermedia 12 de los

paneles del tablero del puente para la tercera realización de la presente invención o bien puede fabricarse de plástico sólido o de una construcción compuesta como se describió anteriormente. Una ventaja adicional de este tipo de construcción es que el panel del tablero del puente sándwich actúa como una pestaña de compresión efectiva para las vigas y las vigas principales de soporte.

5 En esta realización o bien el panel del tablero del puente prefabricado o las placas superior e inferior deben soldarse a la superestructura del puente para formar cavidades herméticas al aire antes de la inyección. Los métodos de construcción usados para construir los tableros del puente "inyectados en su lugar" pueden ser similares a los del hormigón moldeado en el lugar. Típicamente, un tablero continuo se construye secuencialmente con los paneles del
10 tablero del puente que se sueldan en su lugar, se inyectan y después cuando se curan sirven como una plataforma de trabajo para el montaje del siguiente panel a lo largo de la longitud del puente. En tales casos, los paneles del tablero del puente deben diseñarse para las cargas de construcción previstas así como también las cargas del entorno de operación, del propio peso y de tráfico normales.

15 Alternativamente, si el puente se pone en marcha, entonces la estructura de tablero se construirá secuencialmente (soldando e inyectando los paneles del tablero del puente unidos recientemente) a medida que el puente se coloca sobre los apoyos.

20 Las técnicas descritas en otra parte en relación con la unión entre sí de las secciones de metal de los paneles del tablero del puente de acuerdo con la presente invención son igualmente aplicables a la tercera realización.

Materiales y propiedades estructurales generales

25 Las placas de metal superior e inferior 10, 11, y otras partes de metal de los paneles del tablero descritas anteriormente para su uso con cualquier realización, son preferentemente de acero estructural, como se mencionó anteriormente, aunque también pueden ser de aluminio, acero inoxidable u otras aleaciones estructurales en aplicaciones donde la ligereza, resistencia a la corrosión u otras propiedades específicas son esenciales. El metal preferentemente debe tener una mínima resistencia al límite elástico de 240 MPa y una elongación de al menos 10
30 %. Las placas superiores, las placas inferiores y la placas de rotura pueden ser sólidas o perforadas, pueden enchaparse o tener cualquier otra preparación de la superficie aplicada o pueden estar compuestas de diferentes materiales y tener grosores que varían de 0.5 mm a 25 mm. Los tratamientos de superficie deseados, por ejemplo para la prevención de la corrosión o resistencia al deslizamiento, o decoración, etc., pueden aplicarse a una o ambas de las superficies exteriores de los paneles del tablero.

35 La capa intermedia tiene un módulo de elasticidad, E, de al menos 250 MPa, preferentemente 275 MPa, a la temperatura máxima esperada en el entorno en el cual el miembro se va a usar que podría ser tan alta como 100 °C. La capa intermedia debe ser entre 5 y 1000 mm de grosor.

40 La ductilidad del material de la capa intermedia a la temperatura de funcionamiento más baja debe ser mayor que la de las capas de metal, que es aproximadamente 20 %. Un valor preferido para la ductilidad a la temperatura de funcionamiento más baja es 50 %. El coeficiente térmico del material de la capa intermedia también debe ser lo suficientemente cerca al del acero de manera que la variación de temperatura a través del intervalo de funcionamiento esperado, y durante la soldadura, no provoque la delaminación. La medida en que los coeficientes
45 térmicos de los dos materiales pueden diferir dependerá en parte de la elasticidad de la capa intermedia, pero se cree que el coeficiente de expansión térmica de la capa intermedia puede ser de aproximadamente 10 veces el de las capas de metal. El coeficiente de expansión térmica puede controlarse por la adición de rellenos. Si se expone a los elementos (condiciones meteorológicas), entonces el plástico o polímero debe formularse para ser hidrolíticamente estable y resistente a la degradación ultravioleta.

50 El material preferido es un elastómero de poliuretano que comprende un polioliol (por ejemplo, poliéster o poliéter) junto con un isocianato o un diisocianato, un extendedor de cadena y un relleno. Se proporciona el relleno, según sea necesario, para reducir el coeficiente térmico de la capa intermedia, reducir su coste y controlar de otra manera las propiedades físicas del elastómero. Pueden también incluirse otros aditivos, por ejemplo, para alterar las propiedades mecánicas u otras características (por ejemplo adhesión y resistencia al agua o al aceite), y retardadores del fuego.
55

Los encofrados de baja densidad para el núcleo compuesto de la realización 2 pueden construirse de espuma, madera o secciones de metal de espesor ligero huecas. El encofrado preferido es una espuma semirrígida de polipropileno con una densidad mayor de 20 kg/m³.
60

La resistencia de la unión entre las capas de metal y el elastómero debe ser al menos 0,5, preferentemente 6, MPa en todo el intervalo de funcionamiento. Esto se logra preferentemente por la adhesividad inherente del elastómero al metal, pero pueden proporcionarse agentes de unión adicionales.

65 Aunque se ha descrito anteriormente una realización de la invención, debería apreciarse que ésta es ilustrativa y no pretende ser limitante del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas, particularmente, las dimensiones dadas pretenden ser guías y no ser preceptivas.

REIVINDICACIONES

1. Un panel (4) que comprende:
una estructura sándwich que tiene placas de metal superior e inferior (10, 11) y una capa intermedia (12) de un elastómero compacto unido a dichas placas de metal a fin de transferir las fuerzas de cizallamiento entre estas; y en donde dicho elastómero compacto tiene un módulo de elasticidad, E, mayor que o igual a aproximadamente 250 MPa y una ductilidad superior a la de las capas de metal, caracterizado por un bastidor de metal (6) montado en la periferia de dicho panel, el alma de dicho bastidor que forma paredes laterales alrededor de dicha capa intermedia (12).
2. Un panel de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende además al menos una viga intermedia (9) que se extiende entre y se une al bastidor de metal, el alma de dicha viga intermedia que forma una pared lateral de un espacio relleno por dicha capa intermedia.
3. Un panel de acuerdo con la reivindicación 2 en donde dicha al menos una viga intermedia (9) se acopla a al menos una de dichas placas frontales de metal.
4. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde dicha placa de metal superior (10) tiene un grosor en el intervalo de 0.5 a 25 mm, dicha placa de metal inferior (11) tiene un grosor en el intervalo de 0.5 a 25 mm y dicha capa intermedia (12) tiene un grosor en el intervalo de 5 a 1000 mm.
5. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde dichas placas de metal superior e inferior (10, 11) se componen de diferentes metales y/o son de diferentes grosores y/o tienen diferentes tratamientos de superficie aplicados.
6. Un panel de acuerdo con la reivindicación 1 en donde dicha capa intermedia (12) comprende un encofrado (13) y dicho elastómero compacto ocupa el espacio entre dichas placas de metal superior e inferior no ocupado por dicho encofrado.
7. Un panel de acuerdo con la reivindicación 6 en donde dicho encofrado (13) comprende espuma.
8. Un panel de acuerdo con la reivindicación 6 o 7 en donde dicho encofrado (13) comprende una pluralidad de elementos alargados dispuestos generalmente paralelos a al menos un borde lateral de dicho panel del tablero.
9. Un panel de acuerdo con la reivindicación 8 en donde dichos elementos alargados (13) se extienden entre dichas placas de metal superior e inferior y se extienden por sustancialmente toda la longitud de dicho panel del tablero de manera que dicho elastómero compacto forma una pluralidad de refuerzos alargados separados (14).
10. Un panel de acuerdo con la reivindicación 9 que comprende además al menos una placa de rotura (107) unida a uno de dichos refuerzos alargados.
11. Un panel del tablero del puente de acuerdo con la reivindicación 10 en donde en dicha al menos una placa de rotura (107) tiene agujeros pasantes.
12. Un panel de acuerdo con la reivindicación 9 que comprende además al menos un miembro de metal (107) unido a uno de dichos refuerzos alargados para evitar el cizallamiento entre las placas superior e inferior.
13. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 12 en donde dichas placas de metal superior e inferior se mantienen unidas sustancialmente sólo por la adhesión a dicha capa intermedia.
14. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 13 que no tiene soldadura estructural que una dichas placas de metal superior e inferior.
15. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde dicho elastómero compacto tiene un módulo de elasticidad mayor que o igual a aproximadamente 275 MPa.
16. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 15 que tiene al menos una porción hundida en al menos una de dichas placas en al menos un borde lateral para recibir un sujetador para unir paneles similares adyacentes y transferir las fuerzas de cizallamiento entre estos.
17. Dos paneles de acuerdo con la reivindicación 16, un sujetador en forma de H (120) que se engancha y porciones hundidas para unir dichos paneles del tablero juntos.

18. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 15 que tiene al menos un tubo transversal incorporado en dicho elastómero compacto para recibir un conector en cortante de metal macho para unir paneles similares adyacentes y transferir las fuerzas de cizallamiento entre estos.
- 5 19. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 15 en donde dicho bastidor periférico tiene agujeros para pernos para recibir los pernos y unir paneles similares y transferir las fuerzas de cizallamiento entre estos.
- 10 20. Un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a la 15 que tiene manguitos de metal tubulares a través del grosor para recibir los pernos para unir los paneles a los miembros estructurales del puente.
21. Un puente que tiene al menos un panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 15 22. Un método de fabricar un panel, el método que comprende las etapas de:
fabricar un bastidor de metal (6, 8);
colocar dicho bastidor alrededor de un bloque saliente (20);
colocar una primera placa de metal (11) en dicho bloque saliente dentro de dicho bastidor;
soldar dicha primera placa a dicho bastidor;
colocar una segunda placa de metal (10) sobre dicho bastidor para formar una cavidad con dicha primera
20 placa;
soldar dicha segunda placa a dicho bastidor; e
inyectar elastómero no curado en dicha cavidad;
en donde, después de curar, dicho elastómero compacto tiene un módulo de elasticidad, E, mayor que o igual a aproximadamente 250 MPa y una ductilidad superior a la de las capas de metal.
- 25 23. Un método de acuerdo con la reivindicación 22 en donde los puertos de inyección y orificios de ventilación para dicha etapa de inyección se proporcionan ya sea en dicha primera placa, dicha segunda placa o dicho bastidor de metal.
- 30 24. Un método de acuerdo con la reivindicación 22 o 23 en donde dicho bastidor de metal (6, 8) incluye al menos una viga intermedia (9) y en dicha etapa colocar dicho bastidor alrededor de un bloque saliente, dicho bastidor se coloca alrededor de al menos dos bloques salientes (20) de manera que dicha viga intermedia descansa entre los bloques salientes adyacentes.

Fig. 1

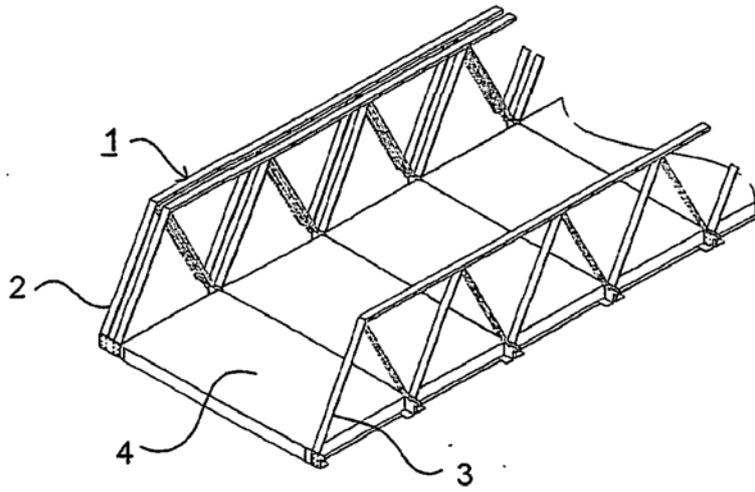


Fig. 2

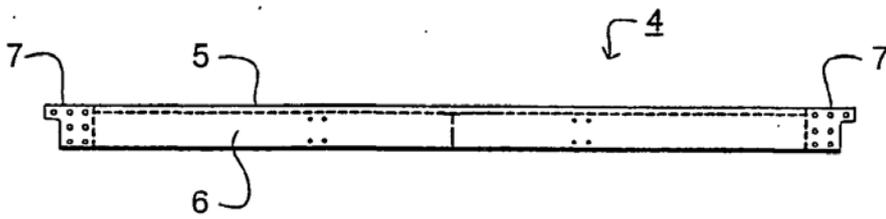


Fig. 3

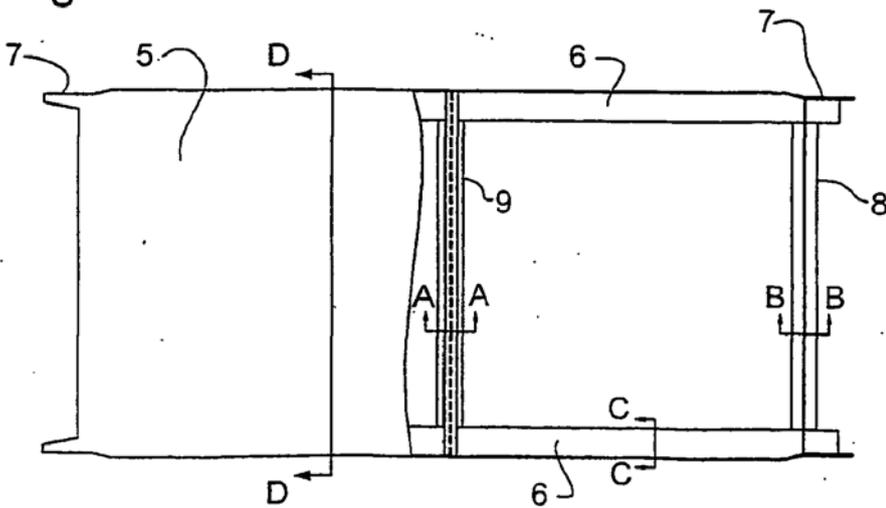


Fig. 4

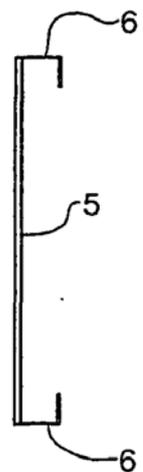


Fig. 5

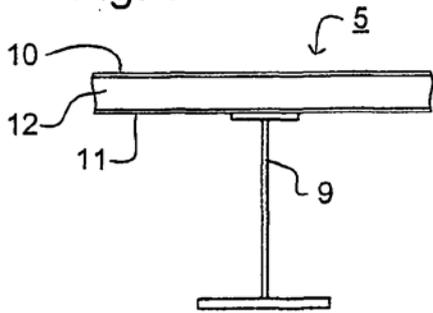


Fig. 6

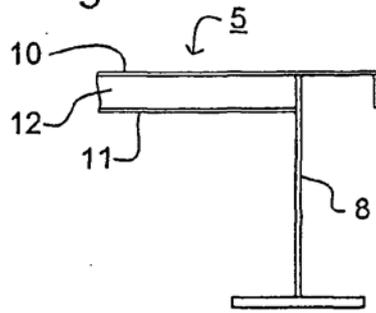


Fig. 7

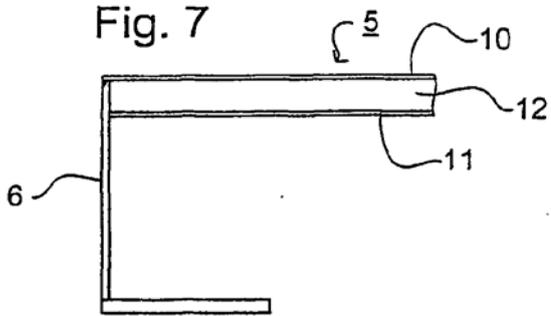


Fig. 8



Fig. 9

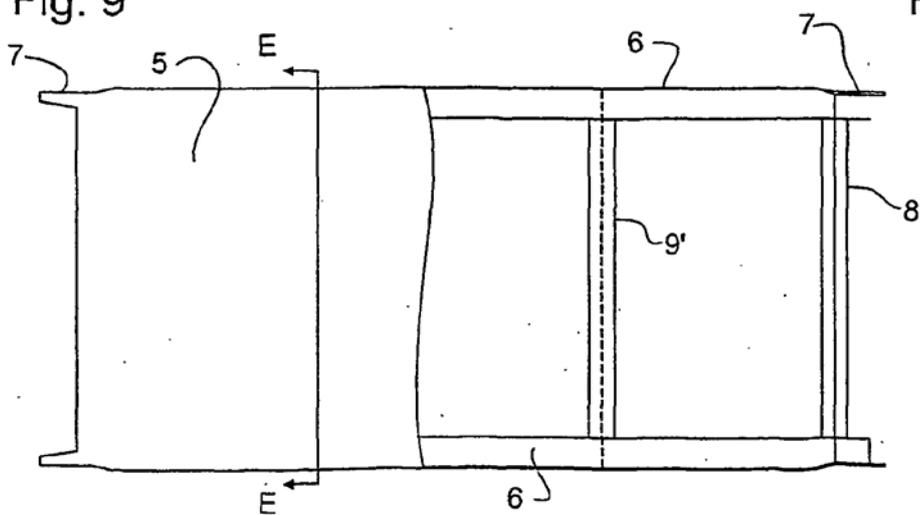


Fig. 10

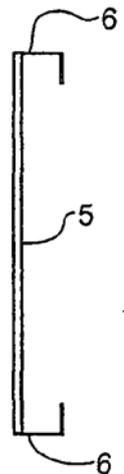


Fig. 11

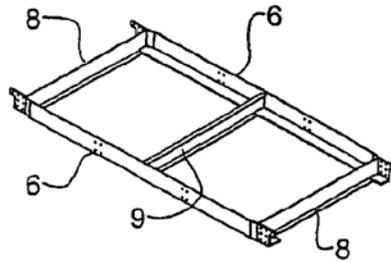


Fig. 12

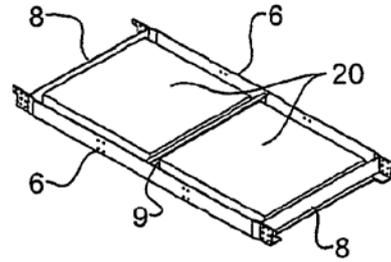


Fig. 13

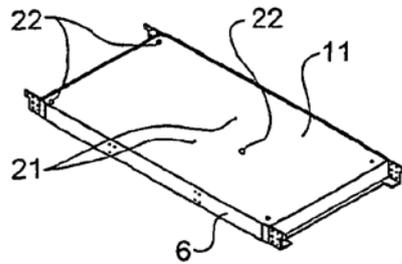


Fig. 14

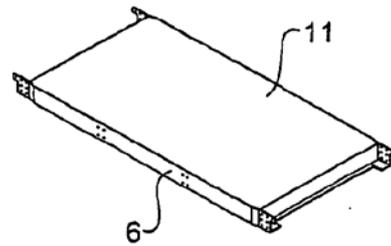


Fig. 15

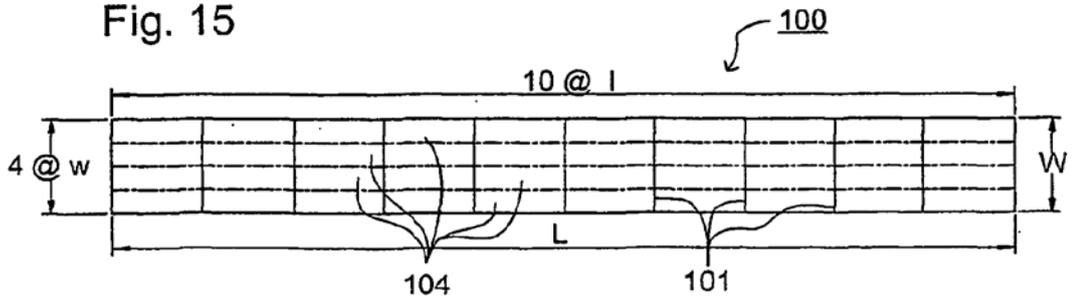
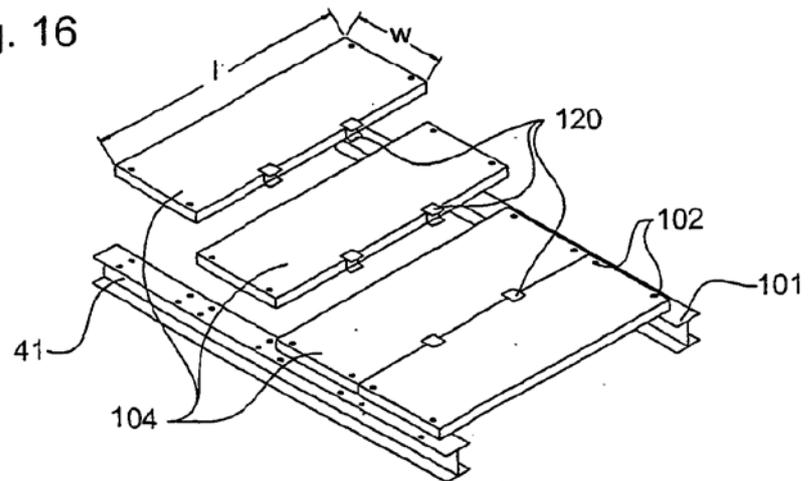


Fig. 16



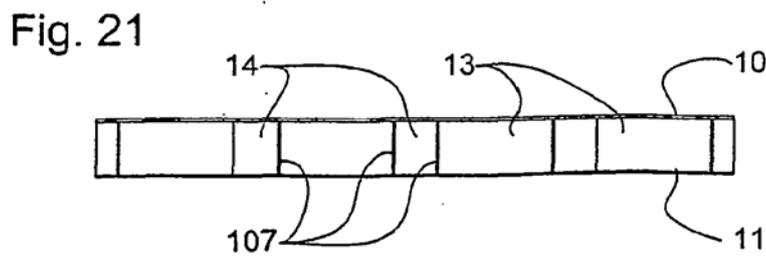
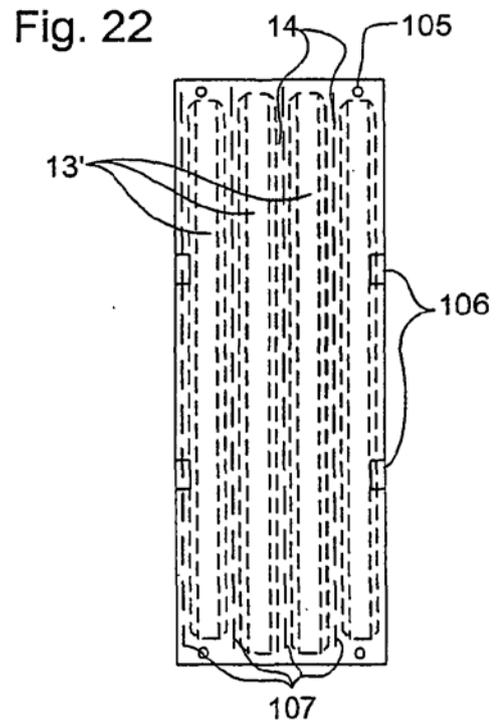
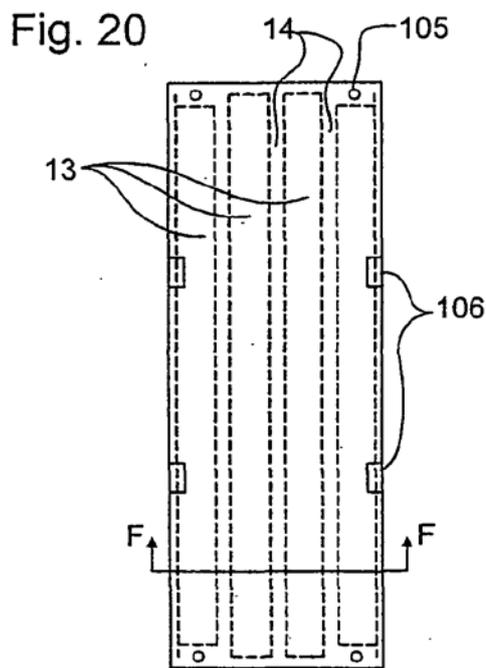
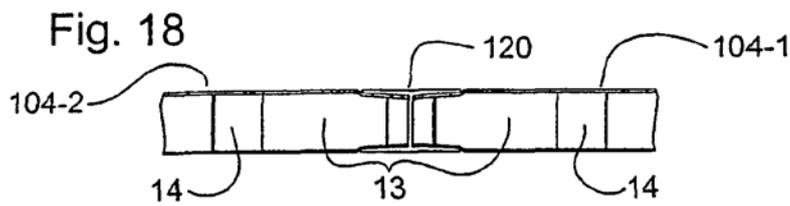
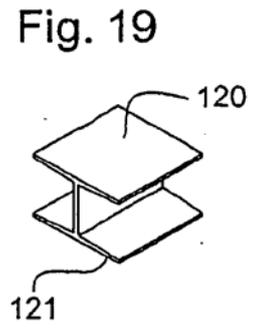
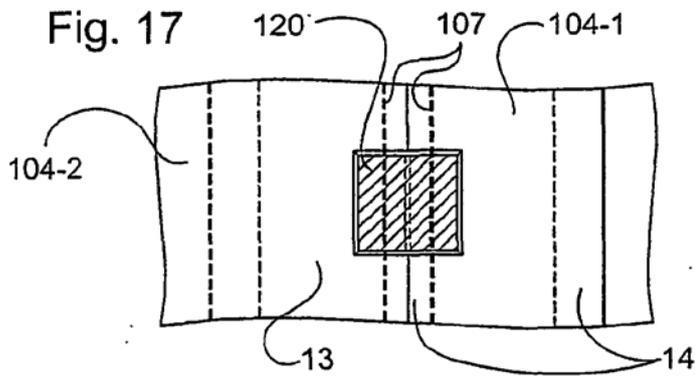


Fig. 23

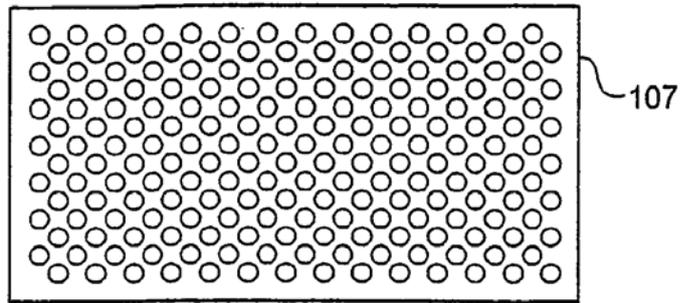


Fig. 24

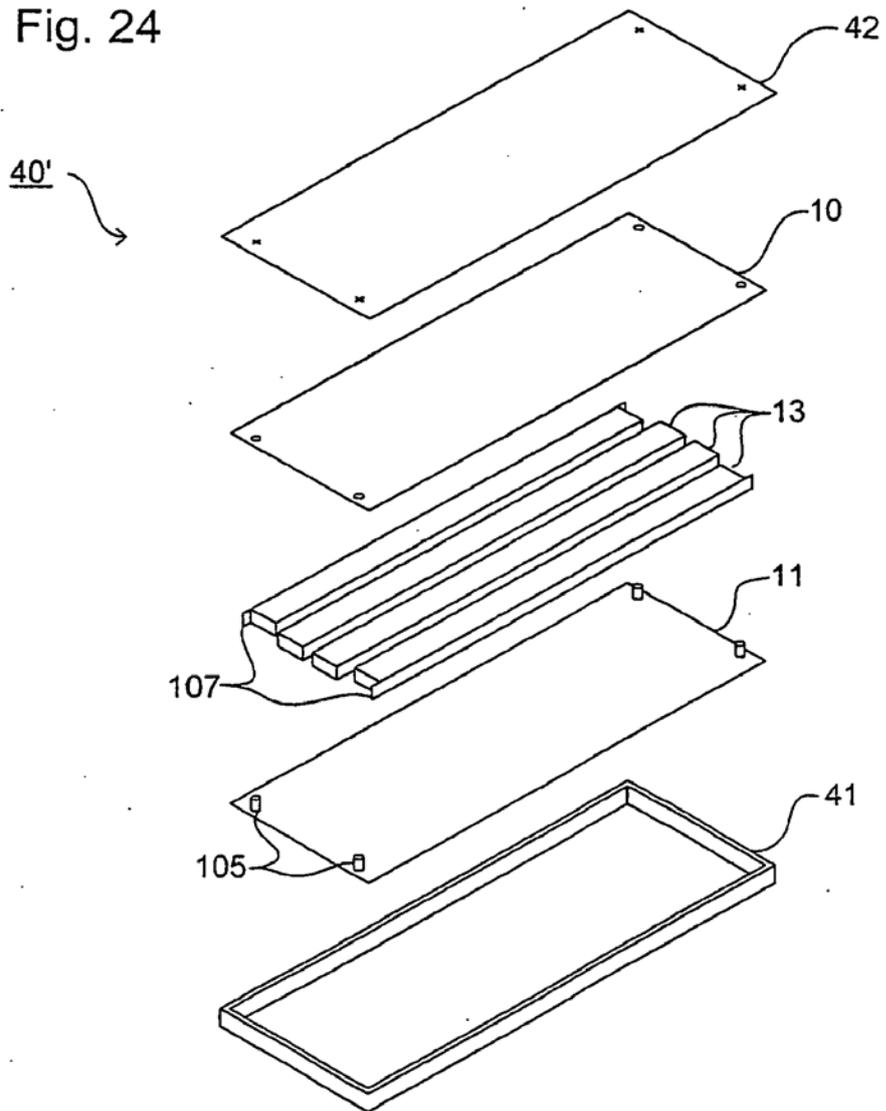


Fig. 25

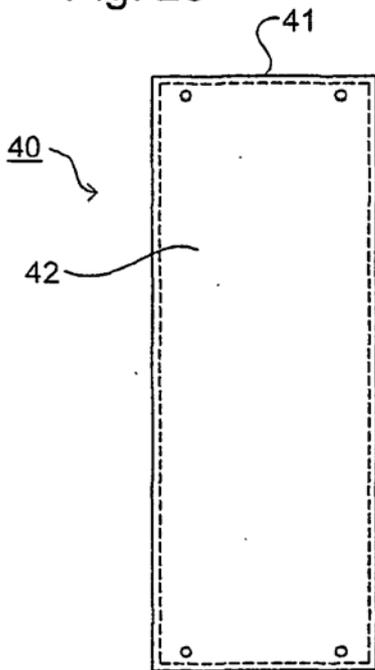


Fig. 26

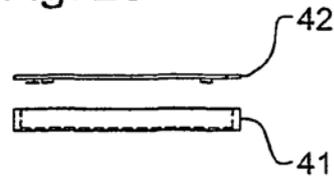


Fig. 27

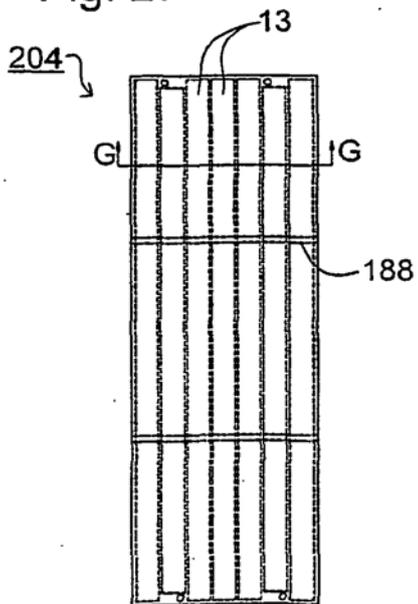


Fig. 28

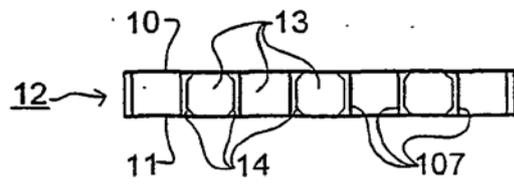


Fig. 29

