

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 426**

51 Int. Cl.:

**B32B 27/12** (2006.01)

**B63B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2003 E 03734744 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **27.10.2004 EP 1469994**

54 Título: **Miembros de placas estructurales interlaminares mejorados**

30 Prioridad:

**28.01.2002 GB 0201903**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.01.2013**

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, JOHN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 394 426 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**

Miembros de placas estructurales interlaminares mejorados

- 5 La presente invención se refiere a miembros de placas estructurales interlaminares, miembros de placas que comprenden placas externas unidas entre sí por una capa interior de material plástico o polimérico que transfiere las fuerzas de cizalla entre ellas, y a las estructuras formadas conectando los miembros de placas estructurales interlaminares entre sí.
- 10 Los miembros de placas estructurales interlaminares, conocidos comercialmente como SPS™, se describen en la Patente de Estados Unidos 5.778.813, en la Solicitud de Patente Británica GB-A-2 337 022 y en la Solicitud Internacional N° GB00/04198, documentos que se incorporan en el presente documento como referencia. Dichos miembros de placas estructurales interlaminares comprenden placas externas de metal unidas entre sí mediante un núcleo plástico o polimérico con la suficiente resistencia para transmitir las fuerzas de cizalla entre ellas. El núcleo
- 15 plástico o polimérico puede ser sólido y continuo, ocupando la totalidad del volumen entre las placas externas de metal, o puede ser discontinuo mediante formas, por ejemplo, espuma, que dejan conexiones continuas de plástico o poliméricas entre las placas externas de metal. Uno de los usos principales de estos miembros de placas estructurales interlaminares es reemplazar las estructuras rígidas de acero, por ejemplo, en aplicaciones marítimas, en alta mar y de ingeniería civil. En dichas aplicaciones, los miembros de placas estructurales interlaminares
- 20 permiten la eliminación de algunos o de todos los elementos rígidos proporcionando una estructura más simple que es más sencilla de construir y mantener. En particular, la cantidad de soldadura necesaria generalmente se reduce sustancialmente en comparación con una estructura convencional de acero rígido.
- Otra ventaja de dichos miembros de placas estructurales interlaminares es que pueden ser prefabricados, ya sea
- 25 como miembros de placa individuales o como módulos más complejos para montarse en la estructura final. Los módulos prefabricados pueden realizarse bajo condiciones de fabricación para tener más precisión que las estructuras tradicionales y montarse en el sitio con una mayor facilidad de construcción.
- El documento US 5.225.812 describe un revestimiento de protección compuesto para el aislamiento dentro de una
- 30 embarcación como un superpetrolero. El revestimiento tiene tres capas, una capa exterior de fibras de alta resistencia, una capa media de un material de película flexible, elástica y altamente resistente y una capa de resistencia química.
- El documento GB 2.000.725 A describe una estructura interlaminar con un núcleo de plástico espumado contenido
- 35 entre las capas de la superficie de un material resistente a equipos físicos, tal como metal, plásticos o madera contrachapada.
- A pesar de que dichos miembros de placas estructurales interlaminares presentan considerables ventajas técnicas y económicas con respecto a las estructuras de acero rígidas tradicionales, su peso es comparable a o
- 40 moderadamente inferior que el de las estructuras de acero rígidas tradicionales y una considerable cantidad de acero o metal está todavía presente lo que puede que no sea deseable en algunas aplicaciones.
- El objetivo de la presente invención es proporcionar formas alternativas de miembros de placas estructurales interlaminares, preferentemente con un peso inferior que aquellas fabricadas con todas las placas frontales de metal
- 45 y con otras propiedades mejoradas.
- De acuerdo con la presente invención se proporciona un miembro de placas estructurales interlaminares como se define en las reivindicaciones adjuntas.
- 50 Un miembro estructural interlaminar con una placa frontal no metálica puede proporcionar una resistencia química mejorada y es ventajoso para usarlo a la hora de formar depósitos de almacenamiento con una placa frontal no metálica en su interior. Si ambas placas frontales están fabricadas de un material no metálico, puede fabricarse una estructura libre de metal que tiene una firma electromagnética reducida.
- 55 Las placas frontales no metálicas están fabricadas preferentemente de un material polimérico reforzado con fibra como un material polimérico reforzado con fibra de carbono. La resistencia y propiedades similares de dichos materiales compuestos se especifican a menudo como una proporción en la que el valor de la propiedad en otras unidades se divide por la densidad del material. En la invención, la proporción de la resistencia de las placas frontales (resistencia a la tracción/densidad) está en el intervalo comprendido de 0,1 a 0,25 (MPa/kgm<sup>-3</sup>). De forma
- 60 similar, la proporción de rigidez (módulo de elasticidad/densidad) está en el intervalo comprendido de 2 a 26 (MPa/kgm<sup>-3</sup>).
- De acuerdo con la invención, los miembros de placas estructurales interlaminares son particularmente ventajosos para usarlos en aplicaciones donde se requiere un peso extremadamente bajo o donde el acero y otros metales no son deseables. Por ejemplo, los miembros de placas estructurales interlaminares de acuerdo con la invención
- 65 pueden usarse en dragaminas y otras embarcaciones militares especializadas para las que es conveniente una firma

electromagnética baja o una reducción del ruido de la estructura/embarcación. Las aplicaciones en ingeniería civil para la invención incluyen paneles de tableros de puentes y depósitos de sustancias químicas. Para los paneles de tableros de puentes, la reducción de peso puede proporcionar una reducción sustancial en el coste de la superestructura que soporta el tablero y las placas frontales no metálicas proporcionan una estructura que es resistente a las sales corrosivas de las carreteras. Para los depósitos de almacenamiento químico, una o ambas placas frontales pueden fabricarse de un material elegido para resistir el ataque químico de las sustancias químicas almacenadas.

La presente invención también proporciona estructuras que comprenden al menos un miembro de placas estructurales interlaminares como se ha descrito anteriormente.

Además, la presente invención proporciona un método para fabricar un componente de una estructura como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Asimismo, la presente invención proporciona un método para reforzar una estructura de metal existente como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Este método puede usarse para la reparación o rehabilitación de una estructura de metal, por ejemplo, acero, existente que se ha deteriorado por el paso del tiempo, la corrosión o el desgaste. La capa de refuerzo reintegra la capacidad estructural de la estructura existente e inhibe un deterioro mayor. El peso ligero de la capa de refuerzo puede conformarse o formarse en o fuera del sitio para adaptarse a la forma de la estructura existente, incluyendo cualquier elemento de refuerzo. La capa de refuerzo puede estar fabricada de, o incluir, una capa de material cerámico para proporcionar una mayor resistencia al fuego. El método de la presente invención puede aplicarse de forma sencilla en zonas peligrosas o reducidas, por ejemplo en el interior de depósitos de almacenamiento, usando secciones prefabricadas para evitar el trabajo en caliente en el sitio.

La presente invención se describirá con más detalle a continuación con referencia a la siguiente descripción de las realizaciones ejemplares y a los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista en sección transversal de un miembro de placas estructurales interlaminares de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
  - La Figura 2 es una vista en sección transversal de un miembro de placas estructurales interlaminares de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;
  - La Figura 3 es una vista en sección transversal que ilustra un método de unión de dos miembros de placas estructurales interlaminares de acuerdo con la invención; y
  - La Figura 4 es una vista en sección transversal de un miembro de placas estructurales interlaminares de acuerdo con una tercera realización de la invención;
  - La Figura 5 es una vista en perspectiva parcialmente en sección de una estructura reforzada usando un método de acuerdo con una cuarta realización;
  - La Figura 6 es una vista en sección transversal de la estructura de la Figura 5;
  - La Figura 7 es una vista en sección transversal de la estructura de la Figura 6 a lo largo de la línea A-A.
- En los dibujos, las partes iguales se indican mediante las mismas referencias.

La Figura 1 muestra un miembro de placas estructurales interlaminares 1 en sección transversal de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

El miembro de placas estructurales interlaminares 1 comprende placas frontales exteriores 11 y 13 que se unen entre sí mediante el núcleo 12. Las placas frontales 11, 13 están fabricadas de un material plástico reforzado con fibra de carbono mientras que el núcleo 12 está fabricado de poliuretano compacto termoendurecido. El núcleo 12 es compacto, es decir, no espumado. El núcleo 12 está unido integralmente a las placas frontales 11,13 proporcionando un apoyo continuo y suficiente fuerza de cementado para transmitir las cargas de cizalla previstas. Los espesores de los elementos interlaminares 11, 12 y 13 son cargas de cizalla entre ellos. Los espesores de los elementos interlaminares 11, 12 y 13 se seleccionan para proporcionar la resistencia en el plano y a la flexión y la rigidez de la placa interlaminar para los requisitos estáticos y dinámicos particulares.

Las proporciones de rigidez y resistencia de las placas no metálicas compuestas reforzadas se expresan como la proporción de la resistencia a la tracción dividido por la densidad de la masa; y la proporción de los módulos de elasticidad divididos por la densidad de la masa y están en el intervalo comprendido de 0,03 a 0,95, preferentemente de 0,1 a 0,25 (MPa/kgm<sup>-3</sup>); y de 0,5 a 50, preferentemente de 2 a 26 (MPa/kgm<sup>-3</sup>) respectivamente, para su uso en estructuras marítimas, de alta mar y de ingeniería civil. Se apreciará que las dimensiones del miembro variarán de acuerdo con la aplicación pero para las aplicaciones prácticas marítimas y de ingeniería civil las placas frontales pueden tener espesores T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> en el intervalo comprendido de 1 a 30 mm y el núcleo un espesor T<sub>2</sub> en el intervalo comprendido de 10 mm a 150 mm. Los espesores de las dos placas frontales pueden ser diferentes y pueden variar en toda su área. De forma similar, el espesor del núcleo puede variar en todo el área del miembro de placa. Aunque el miembro de placas 1 se muestra en la Fig. 1 siendo plano, puede ser curvo o tener un contorno más complejo tal y como se desee para una aplicación específica.

En una segunda realización de la invención, puede proporcionarse un miembro de placas estructurales interlaminares 1a mostrado en sección transversal en la Fig. 2 con elementos adicionales incluidos en el núcleo 12 para reducir el peso o aumentar la resistencia. De otra forma, el miembro de placas estructurales interlaminares de la segunda realización es el mismo que el de la primera realización. Por ejemplo, la Fig. 2 muestra una forma de espuma sólida 15 que tiene una densidad más baja que el material del núcleo 12 por lo que se reduce el peso del miembro de placas estructurales interlaminares. Como alternativa, la forma hueca 16 puede usarse para el mismo fin; dichas formas pueden comprender tuberías de plástico alargadas extruidas o formas huecas de espuma prefabricada y pueden tener perfiles distintos de los ilustrados en la Fig. 2. La forma hueca 16 puede estar fabricada como un conjunto voluminoso o en secciones que se conecten entre sí para formar dichos conjuntos. Las formas de espuma 15 y las formas huecas 16 se sitúan dentro del núcleo de forma que las vías continuas del material del núcleo 12 se conecten entre sí con las placas frontales 11,13. Preferentemente, las formas huecas o de espuma 15, 16 dejan nervaduras elastoméricas continuas que se extienden entre las placas frontales 11, 13. Las formas sólidas, de espuma hueca o huecas pueden disponerse en capas, alinearse, colocarse ortogonalmente o en cualquier orientación preferida la una respecto de la otra para maximizar el rendimiento estructural.

Para aumentar la resistencia del elemento, pueden proporcionarse también placas de cizalla transversal 17 que se extienden entre las placas frontales 11, 13. Dichas placas de cizalla están preferentemente perforadas para mejorar la unión entre el núcleo 12 y las placas de cizalla 17. Las placas de cizalla 17 ayudan en la transferencia de las fuerzas de cizalla entre las placas frontales 11,13.

Para fabricar el miembro de placas estructurales interlaminares de acuerdo con la invención, las placas frontales 11, 13 se colocan en una relación espaciada, ya sea en un molde o con los miembros de cizalla (no mostrados) extendiéndose entre sí para formar una cavidad cerrada. Posteriormente, a la cavidad se le inyecta un material para formar el núcleo 12. Por supuesto, los elementos internos como los mostrados en la Fig. 2 se colocan en el molde antes del cierre o en una de las placas frontales antes de que los miembros de cizalla se unan para formar la cavidad cerrada. Cuando el material del núcleo se coloca actúa para unir las placas frontales entre sí para formar una unidad estructural compuesta. La unión requerida se forma preferentemente a través de la adhesión natural entre el material del núcleo y las placas frontales 11, 13 pero, si se desea, pueden emplearse adhesivos adicionales o preparaciones de la superficie de las placas frontales 11, 13 o una malla interna (de alambre) situada en paralelo al interior de las superficies de las placas.

Como se muestra en la Fig. 3, para formar estructuras complejas, pueden unirse miembros de placas estructurales interlaminares 1b, 1c proporcionando un miembro de cizalla prefabricado 19 que se proyecta en un miembro de placas estructurales interlaminares 16 y un miembro de cizalla similar 19 en el otro que está rebajado de forma que los dos miembros de placa estructural interlaminar encajan. Se proporciona una capa de adhesivo adecuado 18 entre las partes de acoplamiento.

La Figura 4 muestra un miembro de placas estructurales interlaminares 30 de acuerdo con una tercera realización de la invención. En esta realización, la carcasa exterior completa está pultruida como una forma integral, incluyendo detalles adicionales.

Como se ve en la Figura 4, la carcasa exterior del miembro de placas estructurales interlaminares 30 comprende placas frontales 31, 32, paredes terminales 34, 36 y una nervadura rígida interna 35. Alineada con la pared terminal 36, se proporciona una viga rígida externa 37. Para facilitar las conexiones entre los miembros 30, un extremo tiene una parte de un espesor reducido 39 que forma un miembro macho que se acopla a un enchufe definido mediante bridas 38 en el otro extremo. Para completar la unión, se proporciona adhesivo en las superficies de acoplamiento.

Los miembros 30 están prefabricados fuera del sitio en longitudes largas, luego cortan lo necesario y se envía al lugar de construcción. En el sitio se montan según la estructura deseada, que puede implicar más recortes, y una vez en su lugar, se inyecta plástico o polímero para formar el núcleo 12. De esta forma, puede asegurarse una precisión estructural mediante una fabricación fuera del sitio y se facilita la manipulación en el sitio ya que los miembros son muy ligeros y fáciles de cortar antes de que se inyecte el núcleo 12. Cuando el núcleo se inyecta, los miembros adoptan la resistencia estructural completa.

Las Figuras 5, 6 y 7 muestran una cuarta realización de la presente invención en la que se añade la capa superpuesta 2 para reparar una estructura de metal existente.

En las Figuras 5, 6 y 7, la placa inferior de un buque cisterna de trasvase o de almacenamiento se muestra en el número 21 y está reforzada mediante llantas con reborde 22, 23 y vigas 28. Dichas placas inferiores a menudo se corroen por picado, necesitando reparación o reemplazo. Esto se ha hecho convencionalmente cortando la sección de placa corroída o reforzando y soldando un reemplazo o añadiendo placas adicionales sobre la parte corroída. Donde se haya usado el depósito o buque cisterna para almacenar productos inflamables, es esencial eliminar todos los vapores residuales del compartimento en el que se tenga que realizar dicho trabajo en caliente, y también en todos los compartimentos vecinos. Esto es lento y caro.

De acuerdo con la invención, una capa de refuerzo 24, 25 se sitúa en una relación espaciada de la placa para repararse, en este caso la placa inferior 21. Los espacios, como los adaptadores elastoméricos, pueden usarse para asegurar el espacio deseado. La capa de refuerzo está fabricada de un compuesto reforzado o de un material polimérico reforzado como en las realizaciones previas. Puede proporcionarse en secciones prefabricadas de formas convencionales o en secciones continuas para un trabajo concreto, que se ajustan alrededor de los elementos de refuerzo 22, 23, 28. En el presente ejemplo, las llantas con reborde 22, 23 están limitadas por la capa de refuerzo pero las vigas 28 sobresalen. Las secciones 24, 25 de la capa de refuerzo hacen que las juntas solapantes se laminen a la viga 28. Cuando sea necesario, las secciones pueden cortarse para ajustar el tamaño con una sierra y pueden unirse mediante un adhesivo adecuado o mediante el atornillado 26 a una llanta con reborde.

Una vez que la capa de refuerzo 24, 25 se ha completado, se inyecta un material polimérico o plástico dentro del revestimiento entre la capa de refuerzo 24, 25 y la placa 21 y se cura para formar una capa del núcleo 27. La capa del núcleo 27 une la capa de refuerzo y la placa 21 entre sí con suficiente resistencia para transferir las fuerzas de cizalla previstas durante el uso y, de este modo, forma un todo estructural completo.

Con esta invención, no se genera ningún calor significativo durante el proceso de reparación de forma que solo en el compartimento en el que se trabaja y en ningún compartimento vecino es necesario eliminar los vapores inflamables.

El método puede aplicarse también a tuberías usando secciones de capas superpuestas pultruidas o amoldadas con juntas longitudinales de acoplamiento a presión y secciones prefabricadas del anillo perimetral.

Aunque se han descrito realizaciones de la presente invención y posibles usos de las mismas, se apreciará que el miembro de conexión de la presente invención puede construirse de forma diferente a la descrita y puede usarse de otras formas, como deducirá el lector experto en la materia. La presente invención no se limitará al alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un miembro de placas estructurales interlaminares, que comprende una primera y una segunda placas frontales (11, 13), al menos una de dichas placas frontales (11, 13) está formada por un material compuesto no metálico reforzado o de un material polimérico reforzado, y un núcleo polimérico o plástico (12) uniendo dichas placas frontales entre sí con la resistencia suficiente para transferir las fuerzas de cizalla entre ellas **caracterizado por que:**
- 5                   dichas placas frontales tienen proporciones de resistencia en el intervalo de 0,03 a 0,5 MPa/kgm<sup>-3</sup> y proporciones de rigidez en el intervalo de 0,5 a 50 MPa/kgm<sup>-3</sup> y
- 10                  dicho núcleo (12) está formado de material de poliuretano compacto termoendurecido.
2. Un miembro de acuerdo con la reivindicación 1 en el que dicho material compuesto reforzado es un material polimérico reforzado con fibra.
- 15 3. Un miembro de acuerdo con la reivindicación 2 en el que dicho material polimérico está reforzado con fibra de carbono.
4. Un miembro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que las placas frontales (11, 12) tienen proporciones de resistencia en el intervalo comprendido de 0,1 a 0,25 MPa/kgm<sup>-3</sup>.
- 20 5. Un miembro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que dichas placas frontales (11, 12) tienen proporciones de rigidez en el intervalo comprendido de 2 a 26 MPa/kgm<sup>-3</sup>.
6. Un miembro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el dichas placas frontales (11, 13) tienen espesores en el intervalo comprendido de 1 a 30 mm.
- 25 7. Un miembro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que dicho núcleo (12) tiene un espesor en el intervalo comprendido de 10 mm a 150 mm.
- 30 8. Un miembro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes en el que dichas placas frontales (11, 13) y las paredes laterales (34, 36) que se extienden entre dichas placas frontales están pultruidas como una única unidad.
9. Una estructura marítima, buque o barco que tiene un casco construido de al menos un miembro de placas estructurales interlaminares de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 35 10. Un panel de un tablero de puente que comprende al menos un miembro de placas estructurales interlaminares de acuerdo con una cualquier de las reivindicaciones 1 a 8.
- 40 11. Un depósito de almacenamiento que comprende al menos un miembro de placas estructurales interlaminares de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.
12. Un método de fabricación de un componente de una estructura que comprende las etapas de:
- 45                  proporcionar una primera y una segunda placas frontales (11, 13) en una relación espaciada para definir una cavidad, estando formadas dicha primera y segunda placas frontales de un material compuesto no metálico reforzado; e
- inyectar un material polimérico o plástico (12) dentro de dicha cavidad para unir dicha primera y segunda placas frontales entre sí con la suficiente resistencia para transmitir las fuerzas de cizalla entre ellas;
- 50                  en el que dichas placas frontales tienen proporciones de resistencia en el intervalo de 0,03 a 0,5 Pa/kgm<sup>-3</sup> y proporciones de rigidez en el intervalo de 0,5 a 50 MPa/kgm<sup>-3</sup> y dicho núcleo (12) está formado de un material de poliuretano compacto termoendurecido.
13. Un método de construcción de una estructura que comprende las etapas de:
- 55                  fabricar una pluralidad de componentes estructurales de acuerdo con el método de la reivindicación 12; y montar dichos componentes estructurales para formar dicha estructura.
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13 en el que dichas etapas de fabricación y montaje se llevan a cabo en sitios diferentes.
- 60 15. Un método de refuerzo de una estructura de metal (21) existente que comprende las etapas de:
- 65                  proporcionar una capa de refuerzo (24) en dicha estructura de metal (21) en una relación espaciada para de ese modo formar al menos una cavidad entre las superficies internas de dicha estructura de metal y dicha capa de refuerzo;

inyectar material dentro de al menos una cavidad para formar una capa intermedia (27) de poliuretano compacto; y  
curar dicho material de forma que se adhiera a dichas superficies internas de dicha estructura de metal (21) y a dicha capa de refuerzo (24) para transferir las fuerzas de cizalla entre ellas; **caracterizado por que:**

5                    dicha capa de refuerzo está formada de un compuesto no metálico reforzado o de un material polimérico reforzado que tiene una proporción de resistencia en el intervalo comprendido de 0,03 a 0,5 MPa/kgm<sup>3</sup> y una proporción de rigidez en el intervalo comprendido de 0,5 a 50 MPa/kgm<sup>3</sup>.

10    16. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dicha estructura de metal existente es un panel metálico (21) que se soporta por viguetas, vigas o llantas con reborde (22, 23) y dicha capa de refuerzo está dispuesta de forma que al menos algunas de dichas viguetas, vigas o llantas con reborde estén situadas entre dicho panel metálico y dicha capa de refuerzo.

15    17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, en el que dicha capa de refuerzo está doblada de forma que dicha capa de refuerzo (24) esté más alejada de dicho panel metálico en la proximidad de dichas viguetas o llantas con reborde que en otras posiciones.

20    18. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, 16 o 17 en el que dicha estructura de metal existente es un panel metálico reforzado mediante al menos una viga (28), en el que la capa de refuerzo (24) se proporciona de forma que un borde de la misma se une a dicha viga mediante una junta solapante laminada (29).

25    19. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 18 en el que dicha estructura es una construcción, un puente, un barco, un componente de un barco o una estructura de alta mar.

Fig. 1

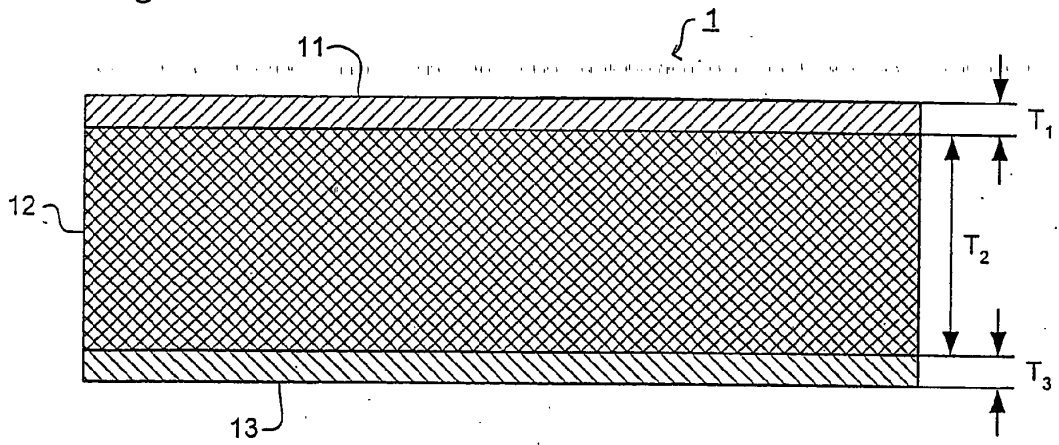


Fig. 2

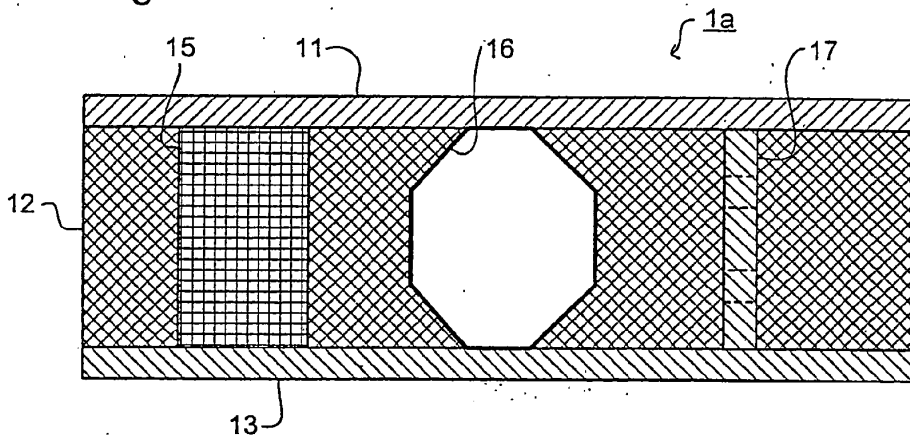


Fig. 3

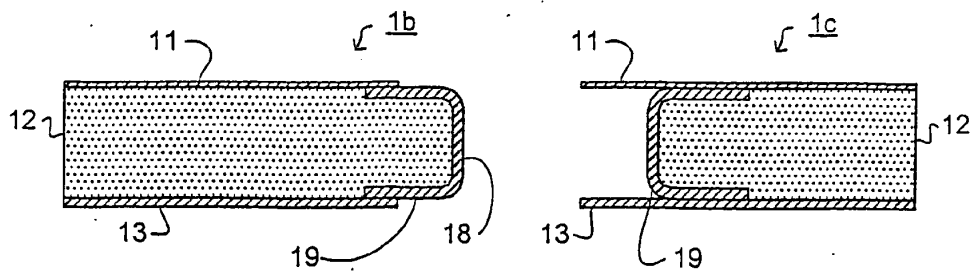




Fig. 4

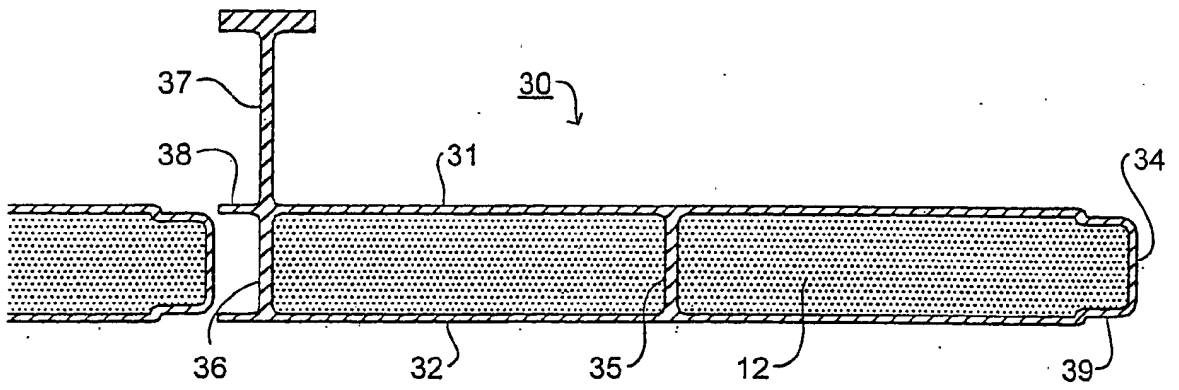


Fig. 5

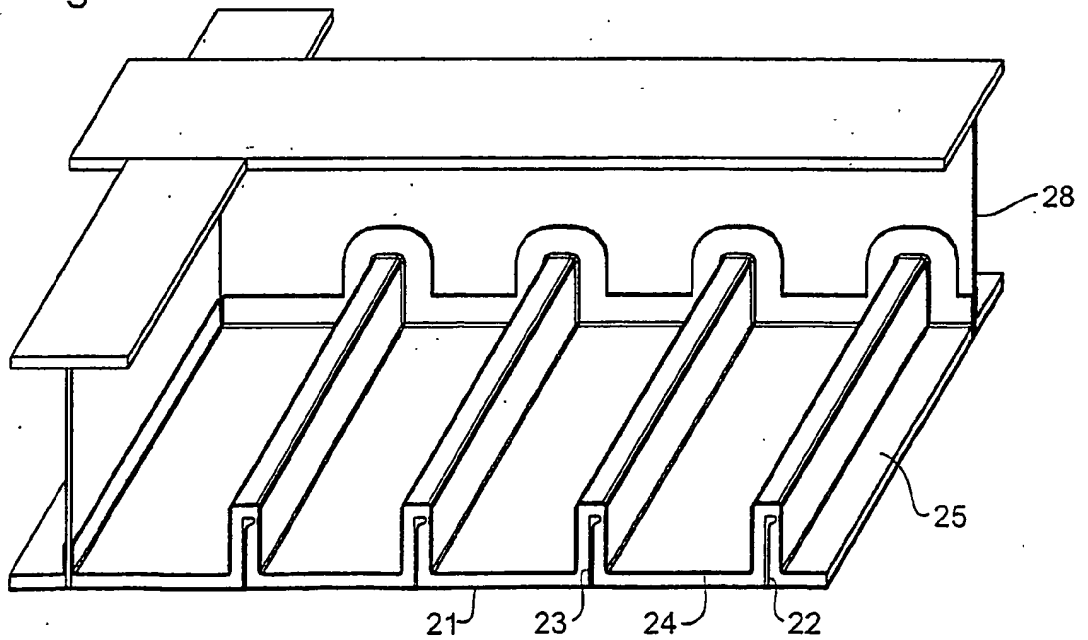


Fig. 6

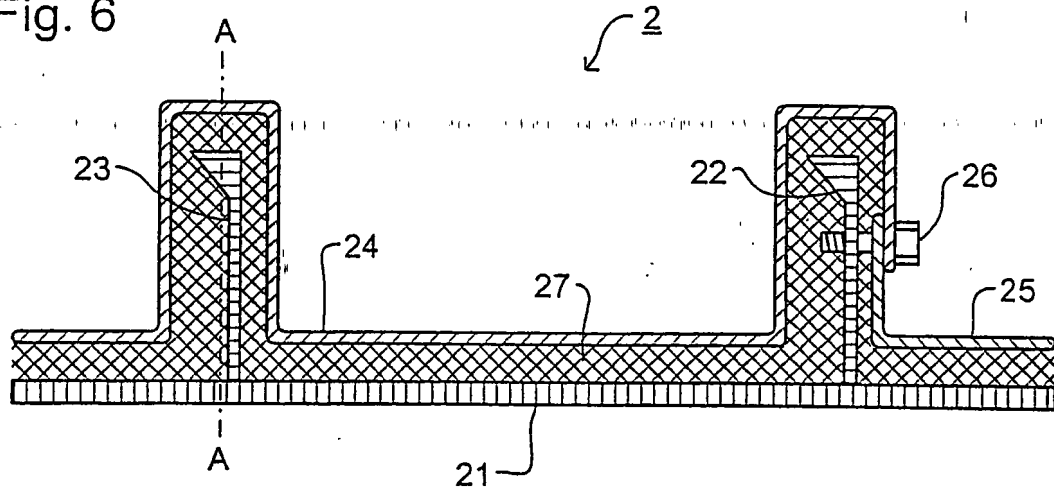


Fig. 7

