



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 339 723**

51 Int. Cl.:
B32B 15/08 (2006.01)
B63B 5/24 (2006.01)
B63B 3/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **97909553 .6**
96 Fecha de presentación : **12.11.1997**
97 Número de publicación de la solicitud: **0938410**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.09.1999**

54 Título: **Sistemas estructurales de placas compuestas interlaminares de acero-plástico.**

30 Prioridad: **13.11.1996 US 746539**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.05.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.05.2010

73 Titular/es: **FERN INVESTMENTS LIMITED**
Ordnance House, 31 Pier Road, St. Helier
Jersey, Channel Islands JE4 8PW, GB

72 Inventor/es: **Kennedy, Stephen, J.**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

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

Sistemas estructurales de placas compuestas interlaminares de acero-plástico.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una placa compuesta interlaminar flexible, resistente al impacto y desgarro, y a un sistema de construcción para buques tales como buques cisterna, buques graneleros o barcos para los que es deseable contener los contenidos del buque durante condiciones de una carga extrema o accidental.

10 **Descripción de la técnica anterior**

La presión social, económica y política aumentada ha llevado al desarrollo de tecnología para reducir o eliminar el riesgo de una contaminación y el daño que se produce al entorno marino, así como también la pérdida de cargamento de valor, que se puede producir por una fuga de cargamento debido a una rotura de un buque con cargas extremas o ac-

15 cidentales, tales como colisiones, encallamiento, fuego y explosión. Particularmente, los buques que llevan materiales peligrosos están sujetos cada vez más a requisitos adicionales e impuestos por organismos de regulación, aseguradores de barco y cargamento, propietarios de barcos y financieros. Los altos gastos de responsabilidad para un derrame peligroso y valores de cargamento crecientes han fomentado además el desarrollo de buques resistentes a fuga y rotura.

20 Un enfoque para contener contenidos de buques es la provisión de dobles cascos para buques petroleros. Un casco interno, que contiene el cargamento, de una construcción reforzada de placa única se sostiene en el interior de un casco protector externo, que asimismo es una construcción reforzada de placa única. Un doble casco convencional tiene cuadernas longitudinales y transversales entre los cascos interno y externo. Un doble casco alternativo más avanzado

25 sólo tiene cuadernas longitudinales entre los cascos interno y externo, permitiendo una construcción simplificada adecuada para una producción de cadena de montaje por dispositivos robotizados. El diseño de doble casco, tanto el convencional como el avanzado, tiene mamparos transversales entre compartimentos de cargamento en el casco interno y puede tener mamparos entre compartimentos de lastre que generalmente se ubican entre los cascos interno y externo. Las variaciones en el diseño de doble casco incluyen construcciones con sólo un doble fondo, o con un doble

30 fondo y lados de doble casco. Para reducir el peso, la cubierta generalmente es una construcción de placa única. Como alternativa, las placas de casco curvadas de forma convexa entre cuadernas longitudinales pueden proporcionar una alta absorción de energía en el doble casco de placas curvadas.

La Figura 1 muestra una sección transversal de un buque petrolero de doble casco típico diseñado de acuerdo con la arquitectura naval convencional. La Figura 2 ilustra la disposición de tanques de carga y otras secciones para un

35 buque de doble casco típico.

También se conocen bien las ventajas de la construcción de doble casco con respecto a los diseños convencionales de casco único. Estas ventajas incluyen una eficacia mejorada del tratamiento del cargamento, una mejor pureza del cargamento y una contaminación reducida del agua, aislando los tanques de lastre de las bodegas de carga. Además de eso, los dobles cascos contruidos con respecto a normas internacionales, que requieren un espacio de dos metros entre los cascos interno y externo, también ofrecen un riesgo reducido de fuga o rotura debido a una penetración del casco externo durante colisiones o encallamientos. Las propiedades innovadoras reivindicadas de dobles cascos avanzados son una resistencia mejorada, facilidad de fabricación y áreas reducidas de soldadura y una superficie de

40 acero en tanques de lastre, accesibilidad aumentada a los tanques de lastre, lo que tiene como resultado una mejor revisión y un mantenimiento mejorado y la retención de petróleo en el casco interno durante un encallamiento de alta energía. Con la tecnología actual, es menos probable que se pongan en peligro los buques de doble casco involucrados en impactos de baja energía y baja velocidad y es menos probable que provoquen una contaminación que un buque de casco único. Los diseños mejorados de buque cisterna, tales como doble fondo, dobles lados, doble casco, cubierta intermedia, etc., se conocen para reducir, pero no eliminar, el riesgo de derrames de petróleo en accidentes. A pesar de que los ensayos indican que un diseño avanzado de doble casco todo de acero disipará más energía que un diseño convencional de doble casco todo de acero, estando sujetos ambos diseños a poner en peligro el casco interno, debido a una propagación de grietas que se produce a partir de grietas de fatiga o de grietas que se propagan desde una placa

50 rota durante acontecimientos de carga extrema.

55 Las patentes relacionadas con mejorar la capacidad de absorción de energía de una construcción de doble casco debido a acontecimientos accidentales o de carga extrema, tales como encallamiento o colisión, incluyen las patentes de Estados Unidos Nº 5.218.919 de Krulikowski III *et al.* y 5.477.797 de Stuart. Ambas patentes se refieren a la adecuación retroactiva de los buques cisterna existentes de casco único con cascos externos para hacer un buque cisterna de doble casco. Krulikowski III *et al.* describe el uso de miembros extensibles absorbentes de energía dispuestos en una formación similar a un armazón para soportar un casco auxiliar de acero laminado en el exterior de un casco de un buque petrolero existente. Se describen también detalles de construcción de uniones a mamparos transversales y dispositivos de control de desviación. El espacio vacío entre los cascos se llena con espuma/bolas de poliuretano para distribuir las fuerzas de impacto, para soportar el casco auxiliar con cargas hidrostáticas y para proporcionar una

60 flotabilidad adicional en el caso de que el casco auxiliar se rompa. Stuart describe la construcción de un casco auxiliar unido al casco externo de un buque petrolero existente. Está compuesto por una serie de placas de acero enmarcadas longitudinalmente que forman una configuración celular, cuando se observa en sección, entre los cascos. La combinación de juntas de alivio de tensión, que hacen discontinuo el casco externo, y la estructura celular del casco interno

ES 2 339 723 T3

crea un casco resistente a daños. La construcción permite también que el espacio interno se inunde hasta cualquier nivel para proporcionar el lastre apropiado mediante un gas inerte presurizado y un sistema de presión de vacío. Estas estructuras de casco externo actualizadas fallan a la hora de abordar la posibilidad de propagación de grietas en el casco interno debido a una rotura del casco externo y abordan inadecuadamente los gastos y la factibilidad de fabricación y mantenimiento de la estructura auxiliar de casco. En los actualizados actuales, el acceso entre los cascos para una revisión y un mantenimiento de corrosión es difícil, si no imposible. El casco externo en un diseño actualizado generalmente no participa en el soporte de todas las cargas funcionales, y añade un peso muerto significativo al buque cisterna con una funcionalidad estructural limitada.

Las patentes de Estados Unidos N° 4.083.318 de Verolme y 4.672.906 de Asai se dirigen a buques cisterna de LNG (gas natural líquido) y a buques cisterna que llevan flete criogénico o de alta temperatura, donde los tanques de carga son estructuras separadas del buque cisterna y no forman parte del sistema de vigas del casco portante de carga del buque cisterna.

La construcción actual de doble casco todo de acero tiene desventajas importantes que disminuyen la probabilidad de que estos tipos de diseño observen los criterios de comportamiento de una fuga mínimas de petróleo después de acontecimientos accidentales o de carga extrema, tales como colisiones, encallamientos, explosiones o fuego, y permanecen competitivos con respecto a los gastos de vida útil, construcción y mantenimiento. Una desventaja es que la construcción actual de doble casco se basa en conceptos de diseño de arquitectura naval tradicional junto con acuerdos internacionales y normas nacionales que estipulan el uso de una construcción de doble casco con una separación mínima entre cascos, lo que se refiere a datos estadísticos de penetraciones de roca medidos de bajas registradas de buques cisterna.

Los cascos contruidos de acuerdo con las normas de arquitectura naval tradicional generalmente proporcionan un sistema complejo de placas de acero y miembros estructurales de acero en placa, tales como cuadernas, mamparos y vigas. La capacidad portante de carga de las placas de acero y los miembros de soporte se aumenta reforzando las placas y miembros estructurales con múltiples refuerzos del tipo que se conoce bien en la técnica, tal como género de metal plano, en ángulo o de canal, fijado en las superficies de placa. Este sistema complejo de estructura del casco y refuerzos de placa es una fuente de fallos de fatiga y una fuente para un desgarro (rotura) de la placa de casco durante cargas accidentales o extremas. Este tipo de casco es caro de fabricar, debido al gran número de piezas que se tienen que cortar, tratar y soldar, y debido al área superficial significativamente aumentada sobre la que se tienen que aplicar revestimientos protectores. Asimismo, estos sistemas estructurales complejos típicos están muy congestionados, lo que lleva a un acceso inadecuado, una revisión inadecuada, un mantenimiento inadecuado y caro y a una vida útil disminuida debido a la corrosión.

Los ensayos recientes de encallamiento a gran escala sobre secciones de doble casco también indican que, a pesar de la superioridad de buques de doble casco sobre buques de casco único, se puede producir una rotura del casco interior de diseños de doble casco de acero actualmente disponibles como resultado de la propagación de grietas desde la rotura inicial del casco exterior, en primer lugar en o cerca de miembros estructurales transversales. La grieta iniciada en el casco exterior se propaga a través de los miembros estructurales entre los cascos interno y externo y se transmite al casco interno. La consecuencia obvia de la rotura del casco interno será la fuga de petróleo de cada bodega de carga rota. Proporcionando una capa de detención de grietas u otra estructura para evitar la propagación de grietas a través de la estructura de acero en los tanques de carga no se describe en las alternativas actuales de diseño. Por lo tanto, no se aborda adecuadamente la prevención o reducción de fuga de petróleo en el acontecimiento accidental o de carga extrema por alternativas de diseño actualmente disponibles.

Una placa compuesta interlaminar de acero-espuma de poliuretano a gran escala se ha ensayado con respecto a su capacidad para evitar una fuga y rotura de un casco. Estos ensayos ilustran que la espuma de poliuretano no se adhiere adecuadamente a las placas de acero y tiene poca resistencia a cizalla. La baja resistencia a cizalla minimiza la capacidad de flexión del material compuesto y la falta de adhesión excluye la posibilidad de usar espuma de poliuretano y acero en un material compuesto para aumentar la capacidad de pandeo en un plano, de manera que se pueden eliminar los refuerzos de placa. La espuma de baja densidad que se usa en el material compuesto de ensayo tenía poca o ninguna resistencia a tracción y una resistencia a la compresión insuficiente para ser estructuralmente beneficiosa. Generalmente, la espuma ensayada actuaba como una capa de detención de grietas pero no funcionaba estructuralmente. Por lo tanto, no se consiguió la configuración deseada de un material compuesto estructural de detención de grietas. La espuma ensayada poseía alguna capacidad de absorción de energía; sin embargo, esta capacidad era pequeña en comparación con la de acero en la acción de membrana. La espuma disminuye el esfuerzo localizado de las placas de acero alrededor de un punto de carga concentrada que retarda, pero no evita, el fallo de tensión de cizalla de las placas de casco de acero.

Por tanto, existe una necesidad en la técnica de un sistema de construcción de casco que simplifique la complejidad de una estructura del casco, reduzca los gastos de fabricación y mantenimiento y aumente la capacidad de absorción de energía y el comportamiento plástico en acontecimientos accidentales o de carga extrema para reducir o eliminar la pérdida de cargamento debido a una rotura del casco y una propagación de grieta.

La presente invención proporciona un panel compuesto laminado y un método para fabricar un panel de este tipo como se define en las reivindicaciones adjuntas.

ES 2 339 723 T3

Los inconvenientes que se han descrito anteriormente, inherentes en la técnica, para proporcionar buques cisterna de doble casco se eliminan ventajosamente de acuerdo con los contenidos de la presente invención, enlazando un elastómero estructural tenaz entre placas de acero para formar paneles de casco compuestos de acero-elastómero-acero, cuadernas y miembros de soporte. El elastómero preferiblemente es hidrófobo para evitar la absorción de agua que podría llevar a una oxidación de las placas y debe tener una ductilidad suficiente para superar el límite de elasticidad de las placas de acero sin rotura. Los paneles compuestos se usan en la construcción de al menos el casco interno del doble casco. Preferiblemente, los paneles compuestos de acero-elastómero-acero se usan para construir el casco interno, casco externo, mamparos, varengas, cubiertas y miembros plegables de cuaderna y de soporte y se pueden formar en cualquier conformación necesaria. La capa de elastómero en el interior de los paneles compuestos que forman el casco interno proporciona particularmente una capa de detención de grietas eficaz entre la placa interna de acero del casco interno y la placa externa de acero del casco interno, que aísla eficazmente la placa interna de acero del casco interno de las grietas que se propagan desde el casco externo, los miembros transversales, tales como varengas y mamparos, y otros elementos de soporte, tales como sobreplanos y cuadernas horizontales, que están diseñadas tanto para cargas durante el servicio como para cargas accidentales o extremas. Además de eso, debido a que los paneles compuestos son más fuertes y más rígidos que placas convencionales de acero, el número de elementos de cuaderna y de soporte se puede reducir significativamente, mientras que se observan o superan normas actuales de diseño para resistencia, vida útil, gastos de construcción, gastos de mantenimiento y supervivencia.

De acuerdo con los contenidos de la presente invención, un sistema de placas compuestas interlaminares de acero-poliuretano-elastómero con mamparos de varenga y transversales apropiadamente detallados y que es particularmente apropiado para el uso en buques de contención tales como, por ejemplo, buques petroleros, se fabrica para eliminar sustancialmente los inconvenientes asociados con buques conocidos todo de acero. Los detalles específicos que se refieren al diseño de barcos se puede encontrar en American Bureau Of Shipping and Affiliated Companies, 1996 Parte 3, Hull Construction and Equipment; Parte 5, Specialized Vessels and Services.

Los contenidos de la presente invención se pueden entender fácilmente, considerando la siguiente descripción detallada junto con el dibujo adjunto en el que:

La Figura 1 es una vista en sección transversal en perspectiva de un buque petrolero de doble casco todo de acero de la técnica anterior, que incluye un sistema unidireccional de vigas, y placas de casco de acero reforzadas;

La Figura 2 es una vista en planta de un buque cisterna de doble casco de la técnica anterior, que ilustra la disposición general de compartimentos de cargamento y lastre;

La Figura 3 es una vista en sección transversal de una sección intermedia de un buque cisterna de doble casco de la técnica anterior tomada en un mamparo transversal, que ilustra el sistema de miembros estructurales y refuerzos;

La Figura 4 es una vista en sección transversal de una sección intermedia de un doble casco tomada en un mamparo transversal construido con paneles compuestos de acuerdo con la presente invención;

La Figura 5 es una vista en sección transversal parcial de una bodega de carga de un buque de doble casco construido con paneles compuestos de acuerdo con la presente invención;

La Figura 6 es una vista recortada en sección transversal de una construcción de mamparo transversal de un buque de doble casco con paneles compuestos de acuerdo con la presente invención;

La Figura 7 es una vista recortada en sección transversal de un detalle de detención de grietas para un mamparo transversal de acuerdo con la presente invención;

La Figura 8 es una vista en sección transversal de un panel compuesto construido de acuerdo con la presente invención;

La Figura 9 es una vista en sección transversal del casco interno y el mamparo, construidos con paneles compuestos de acuerdo con la presente invención;

La Figura 10 es una vista en sección transversal del casco interno y externo y miembros de soporte construidos con paneles compuestos de acuerdo con la presente invención;

La Figura 11 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 11-11 en la Figura 10, que muestra detalles del tapón de elastómero que sella la escotadura de detención de grietas;

La Figura 12 es una vista en sección transversal de un panel compuesto durante la construcción de acuerdo con la presente invención; y

La Figura 13 es una vista en sección transversal del casco interno, mamparo y separador de material compuesto construido con paneles compuestos de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada

Los contenidos de la presente invención se pueden aplicar a cualquier estructura, buque, buque cisterna, buque granelero o barco, en el que se desea contener los contenidos durante un acontecimiento accidental o de carga extrema. Sólo por ilustración, la presente invención se analizará en el contexto de buques petroleros de doble casco. Los expertos en la materia apreciarán fácilmente cómo los contenidos de la presente invención se pueden incorporar en la configuración estructural de otros buques, buques graneleros, etc., tales como vehículos de carretera, carros sobre carriles y tanques de almacenamiento.

En diseños existentes, la investigación, reglas y regulaciones y la construcción para resistencia a impacto y supervivencia se han dirigido generalmente a dobles cascos convencionales todo de acero y dobles cascos avanzados, que también se conocen como dobles cascos de vigas reforzadas de forma unidireccional. Un diseño de doble casco convencional (CDH) típico, como se ilustra en las Figuras 2 y 3, por ejemplo, para un buque cisterna de 40.000 TPM (tonelaje de peso muerto) se caracteriza por un casco interno 10 y un casco externo 12, con un fondo 1 reforzado de forma ortogonal, sobreplanos transversales 2 y vigas longitudinales 3. Las placas de casco 4 están soldadas o unidas de otra forma a las vigas 3 longitudinales. Las sobreplanos 2, orientadas transversalmente a las vigas longitudinales 3, están unidas entre vigas longitudinales 3 para retener y estabilizar las vigas. 3. La vista en planta de la Figura 2 ilustra una distribución típica para un buque cisterna que tiene un casco externo 12 y un casco interno 10 en la parte que contiene el cargamento del casco externo 12. Las bodegas de carga 13 divididas en compartimentos en el casco interno 10 están separadas por mamparos 6. Los compartimentos 102 fuera borda desde las bodegas de carga 13 pueden servir como tanques de lastre en la parte inferior del casco.

Típicamente, la capacidad portante de carga de las placas de casco y cubierta 4 y 5, respectivamente, y las sobreplanos y varengas 2 y 11, respectivamente, mamparos 6 y vigas 3, está aumentada por la adición de refuerzos 7, como se muestra en la Figura 3. Se requieren numerosos refuerzos 7 para reforzar las placas de casco 4 tanto del casco interno como del externo 10, 12 y las placas de cubierta 5. También se encuentran refuerzos adicionales, no mostrados, sobre vigas 3, mamparos 6, cuadernas 2 y vigas 3. Se reconoce que este tipo de construcción puede no estar diseñada para ser resistente a impactos para acontecimientos accidentales o de carga o extrema, tales como encallamientos y colisiones. Un sistema avanzado de doble casco (ADH) tiene una cuaderna primariamente longitudinal unidireccional entre los cascos externo e interno. El doble casco avanzado tiene significativamente menos miembros transversales, pero el doble casco avanzado tiene mamparos 6 transversales entre compartimentos de cargamento 13 y puede tener varengas transversales 11 entre compartimentos de lastre 102 ubicados entre los cascos interno y externo. Como los dobles cascos convencionales, la capacidad portante de componentes avanzados de placa de acero de doble casco está aumentada por la fijación de numerosos refuerzos 7 a la superficie de los componentes de la placa de acero.

Los estudios recientes del efecto de un encallamiento de impacto de alta energía en sistemas de construcción de doble casco todo de acero tanto convencional como avanzado demuestran que el casco externo 12 generalmente se romperá longitudinalmente como resultado de la superación del esfuerzo máximo en la acción de membrana de la placa de acero 9 entre las vigas longitudinales 3, y que una rotura del casco interno 10 se inicia por una propagación vertical de grieta desde cuadernas transversales 2, 11 y mamparos 6. Esto a su vez se inicia por la rotura del casco externo 12 en o cerca de los miembros transversales 2, 6, 11, tales como mamparos 6, varengas 11 o cuadernas 2. Con la penetración de un objeto extraño en el casco del buque, una parte del casco interno 10 se empuja hacia el interior ("se levanta") por contacto directo con el objeto penetrante o, indirectamente, por miembros de soporte, tales como, por ejemplo, una viga 3 del casco, una varenga 11 que se empuja hacia el interior por el objeto penetrante. Las placas del casco interno 14 en el área de impacto se pueden deformar como una membrana hasta que un miembro transversal 11 restrinja el casco interno 10 contra un movimiento adicional hacia el interior, por ejemplo, se restringe "un levantamiento" de la placa del casco interno 14, provocando tensiones extremas de membrana en o cerca de la ubicación del objeto penetrante. La tensión extrema de membrana activa una grieta inicial, en el miembro transversal 2, 6, 11 que restringe la placa del casco interno 14, o directamente en la placa del casco interno 14 restringida, llevando a una rotura del casco interno 10. Se requiere generalmente que una estructura inferior de un buque cisterna a prueba de derrame tiene que estar diseñada para permitir un "levantamiento" y una deformación inelástica de la membrana del casco interno 10 sin rotura.

Para conseguir este propósito, de acuerdo con la presente invención, se incorpora una capa de detención de grietas 15 (Figura 4) en la estructura del casco al menos en o cerca de todos los miembros transversales, tales como, por ejemplo, varengas 24 y mamparos 26, pero, preferiblemente, a través de toda la estructura del casco, siempre que sea practicable.

En los análisis en este documento, con propósitos de orientación, cuando se usa "interno" con respecto a componentes, se referirá generalmente a componentes relativamente más cerca de la bodega de carga del buque. Cuando se usa "interno" con respecto a una superficie, se referirá generalmente a la superficie orientada hacia la bodega de carga. Particularmente, la superficie interna 63 (Figura 8) de la placa o capa de metal interna 34 del casco interno 20 se orienta y generalmente se expone a la bodega de carga 68. Cuando se usa "externo" con respecto a componentes, se referirá generalmente a componentes relativamente más lejos de la bodega de carga. Cuando se usa "externo" con respecto a una superficie, se referirá generalmente a la superficie orientada hacia el exterior de la bodega de carga.

Con referencia ahora a la Figura 4, que ilustra la presente invención, un sistema de construcción de buque de panel compuesto para construir, por ejemplo, un buque cisterna construido con un sistema unidireccional de doble

casco de placa interlaminar (UDHSPS), incorpora un casco 16 tenaz, resistente a impactos, compuesto de paneles 18 compuestos de acero-elastómero-acero sujetos por una estructura plegable apropiadamente detallada que, en parte o totalmente, también puede tener una construcción de panel compuesto.

5 Con referencia ahora a la Figura 5, los paneles compuestos 18 están comprendidos por una placa de metal interna 34 separada de y orientada hacia una placa de metal externa 36, estando enlazadas las placas de metal interna y externa con un núcleo intermedio de elastómero 38. Un casco interno que tiene dos lados opuestos 74 y 78, y un fondo 76, forma una bodega de carga 68. Una cubierta 40 se extiende desde la parte superior del lado 74 hasta la parte superior del lado 78, para cerrar la parte superior de la bodega de carga 68. Un mamparo 26 en cada extremo de la bodega de carga 68 está 10 conectado con los lados 74 y 78, y el fondo 76 y la cubierta 40, para rodear sustancialmente completamente la bodega de carga 68. Un casco externo 28 que tiene dos lados 80 y 82 y un fondo 84 está separado de y rodea, respectivamente, los dos lados 74 y 78 y el fondo 76 del casco interno 20. El casco externo 28 está conectado con el casco interno 20 por miembros de soporte incluyendo vigas longitudinales 22 y varengas transversales 24. Al menos el casco interno 20 está construido de paneles compuestos 18. Preferiblemente, el casco interno 20, el casco externo 28, las vigas 15 longitudinales 22, las varengas 24 y los mamparos 26 están contruidos de paneles compuestos 18. Los diversos componentes, estén hechos de paneles compuestos 18 o de acero convencional de placa única, están conectados entre sí por soldadura o por otros medios convencionales, con ciertas tolerancias, que se analizan a continuación, necesarias para alojar el núcleo de elastómero 38 del panel compuesto 18.

20 El UDHSPS aumentará significativamente la supervivencia de un casco interno que contiene cargamento 20 en el acontecimiento de una colisión o un encallamiento y reduce significativamente, si no elimina, la fuga de petróleo durante un acontecimiento de este tipo, particularmente en comparación con equivalentes convencionales de doble casco. El UDHSPS está construido para comportarse en un modo dúctil con cargas accidentales o extremas y para absorber la energía a través de una acción de membrana inelástica del casco de panel compuesto y de una deformación 25 plástica de los elementos convencionales de soporte de panel compuesto de acero y/o acero-elastómero-acero. Para minimizar o eliminar una fuga de petróleo, se evita una propagación de grieta o desgarro de la bodega de carga. Para evitar un desgarro o una formación de grieta como un modo de fallo durante acontecimientos de carga extrema, se maximiza la absorción y disipación de la energía de impacto, provocando que forme parte tanto como sea posible del barco en la colisión o el encallamiento. De este modo, se minimiza la consecuencia de una fuga de petróleo, si no se 30 elimina totalmente.

En lo que respecta a buques petroleros, el UDHSPS puede estar diseñado para proporcionar una resistencia equivalente a mayor para cargas operativas que los buques existentes convencionales o de doble casco todo de acero avanzados, diseñados de acuerdo con las normas actuales. Como se muestra en el detalle en sección transversal en 35 la Figura 5, la viga 22 del casco de acero-elastómero-acero de acuerdo con la presente invención tiene una placa de metal interna 34 y una placa de metal externa 36 sobre un núcleo de elastómero 38 para proporcionar una resistencia suficiente a la flexión, cizalla y torsión para actuar como un travesaño hueco de caja con pared delgada capaz de resistir cargas típicas o estáticas extremas y dinámicas, tales como las que se asocian con el funcionamiento de un buque de carga. Estas cargas incluyen, por ejemplo, cargas de agua quieta, cargas de dique seco, cargas térmicas, distribuciones 40 dinámicas de presión sobre el casco, inducidas por olas, el desplazamiento oscilatorio de cargamentos líquidos, cáncamo de agua en la cubierta, impacto de olas, cargas de inercia, cargas de botadura y atraque, cargas de rotura de hielo, golpeteo, vibración forzada, colisión y encallamiento. Las Figuras 4 y 6 ilustran una sección en medio del navío 42 del doble casco y el mamparo 26 transversal para un buque cisterna de doble casco construido con paneles compuestos de acero-elastómero-acero 18. Tanto el casco externo como el interno 20 y 28, respectivamente están contruidos de 45 paneles compuestos de acero-elastómero-acero 18 diseñados y dimensionados apropiadamente para un buque de un tamaño y propósito particular. Los mamparos transversales 26 que se muestran en las Figuras 6, 7 y 9 también están contruidos de paneles compuestos de acero-elastómero-acero 18 sostenidos por placas de sobreplán tanto horizontales como verticales 30 y 32 respectivamente, que pueden tener también una construcción de panel compuesto 18.

50 Los paneles compuestos 18 pueden estar fabricados como componentes individuales, tales como, por ejemplo, paneles de casco 17, varengas 24, vigas 22, mamparos 26, etc., que posteriormente se pueden mandar o ensamblar en sub-ensamblajes de un buque completo, de diversas maneras diferentes. Las placas de metal interna y externa 34 y 36 (Figura 5) de un panel compuesto 18 están ubicadas en una relación apropiadamente separada para formar una cavidad 56 (Figura 12) para el núcleo de elastómero 38. En la realización preferida, la placas de metal interna y externa 34 y 55 36, respectivamente, son acero. Se pueden usar otros metales apropiados, tales como, por ejemplo, acero inoxidable para aplicaciones de alta corrosión o aluminio para aplicaciones de peso ligero. Debido a que los paneles compuestos 28 son significativamente más fuertes que metal de placa única, se pueden usar otros tipos más blandos de metal para construir paneles compuestos.

60 Como se muestra en la Figura 8, preferiblemente, la separación apropiada entre las capas de metal interna y externa 34 y 26 se mantiene por elementos separadores 44 ("separadores") proporcionados entre las capas de metal interna y externa 34 y 36. El elemento separador 44 puede comprender un miembro continuo similar a una tira o, como alternativa, el elemento separador 44 puede comprender múltiples miembros individuales de separador dispuestos de forma aleatoria sobre o en un patrón. Los separadores 44 pueden estar hechos de metal o cualquier otro material 65 apropiado que se coloca entre las capas de metal interna y externa 34 y 36. Los elementos separadores 44 pueden soldarse o enlazarse a la capa interna y/o externa 34 y 36. Preferiblemente, los separadores 44 son miembros continuos similares a una tira que tienen bordes longitudinales opuestos 46 y 50. Los separadores 44 están soldados sobre un borde longitudinal 46 con soldaduras de cordón 48 a la placa de metal externa 36 en puntos a lo largo

de la línea media de la placa 36 y, generalmente, medio camino entre vigas longitudinales 22. Preferiblemente, los separadores tienen un recorrido generalmente sólo en la dirección longitudinal con respecto a la construcción de casco, pero también pueden tener un recorrido en una dirección transversal, donde sea necesario. Las placas de metal internas 34, que sustancialmente tienen las mismas dimensiones de longitud y anchura que las placas de metal externas 36, están desplazadas lateralmente, de manera que los bordes 52 y 54 de las placas internas contiguas 18a y 18b naturalmente coinciden con el borde del separador 50. El borde 50 del separador 44 puede servir como un soporte para bordes adyacentes 52 y 54 de paneles contiguos 18a y 18b. El borde 50 del elemento separador actúa como una barra de apoyo de soldadura, sosteniendo las placas internas de capa de metal 18a y 18b hasta que esté terminada la soldadura a tope 55. El elemento separador 44 que actúa como una barra de apoyo también ayuda a establecer una hendidura de soldadura apropiada y minimiza la preparación de soldadura. La soldadura a tope 55 fija de forma segura los bordes 52 y 54 de los paneles 18a y 18b al borde 50 del separador 44. El núcleo de elastómero 38 se puede añadir posteriormente a la soldadura de las placas 18a y 18b a través de aberturas 70 en las placas de metal interna o externa 34 y 36, respectivamente.

Los elementos separadores 44 pueden ser, como alternativa, tiras o bloques de elastómero prefabricados o pre-colados, enlazados o termo-estabilizados en una posición entre las capas de metal 34 y 36. Como alternativa, la separación se puede mantener por, por ejemplo, una plantilla de fabricación que sujeta la placa interna y externa 34 y 36, respectivamente, en una relación separada para formar una cavidad de núcleo 56 hasta que se proporcione y cure el núcleo de elastómero 38.

Preferiblemente los componentes individuales, tales como las vigas longitudinales 22, varengas 24, mamparos 26, casco interno y externo 20 y 28 y paneles compuestos de casco 18, se fabrican de forma integral en un buque en construcción, fijando al menos parcialmente las placas de acero interna y externa 34 y 36 de un componente particular en la ubicación designada para este componente, mientras que se mantiene una cavidad de núcleo 56 apropiada entre las placas del componente. El elastómero se coloca posteriormente en la cavidad de núcleo entre las placas de metal interna y externa 34 y 36, haciéndolo fluir o inyectándolo en un estado líquido o viscoso y permitiendo o provocando que el elastómero se cuele en su sitio en la cavidad de núcleo. El elastómero se puede colocar, como alternativa, en el núcleo a través de un tubo o tubos dimensionados con respecto a la sección transversal para entrar en la cavidad de núcleo vacía en un borde abierto o no fijado del componente, teniendo los tubos una longitud apropiada para entrar en las dimensiones del componente. A medida que el elastómero entra a través de los tubos en la cavidad para llenar el espacio vacío entre las placas, se retiran los tubos. El elastómero adopta la forma del espacio vacío, en este caso, la cavidad de núcleo 56, en el que se cuele. Como alternativa, el elastómero se puede colocar en la cavidad de núcleo por inyección o haciéndolo fluir a través de aberturas o accesos de la placa 70 (Figura 7) provistos en las placas de metal interna o externa 34 y 36. La ubicación preferida de las aberturas de la placa 70 está en la placa de metal interna 34 del casco externo 28 y la placa de metal externa 36 del casco interno 20, lejos de la exposición al entorno exterior y lejos de la exposición al cargamento. Estas aberturas de la placa 70 se sellan después con tapones roscados de metal 72. El elastómero se puede colocar en la cavidad de núcleo 56 de componentes individuales de construcción mientras que la construcción del casco progresa, o se pueden construir secciones grandes o todo un casco, con una cavidad de núcleo vacía 56 entre las placas interna y externa 34 y 36, y elastómero se puede colocar posteriormente en la cavidad de núcleo 56. Una vez que el elastómero fluido está en la cavidad de núcleo 56, el núcleo de elastómero 38 se cura, por ejemplo, por aplicación de calor.

El espesor preferido de cada una de las capas interna y externa de acero 34 y 36 tiene un intervalo de, por ejemplo, 6 mm a 25 mm, considerándose 10 mm un espesor ideal. Estas dimensiones cambiarán con los requisitos de servicio o componentes y con cambios en el tipo o la calidad de los materiales empleados. Los expertos en la materia apreciarán que las capas de metal interna y externa 34 y 36 no tienen que tener dimensiones de espesor idénticas y no tienen que estar hechas del mismo tipo o la misma calidad de metal. Son posibles numerosas combinaciones y variaciones sin desviarse del alcance de la invención.

El espesor dimensional del panel compuesto se puede ajustar selectivamente durante el ensamblaje del laminado para conseguir los requisitos deseados de resistencia estructural para diversos componentes y aplicaciones. El espesor dimensional de cada una de las placas de metal interna y externa 34 y 36 y/o el núcleo de elastómero 38 se puede variar de acuerdo con un requisito particular. Además de eso, los paneles laminados 18 pueden estar contruidos para tener partes de panel dimensionalmente provistas de más espesor para un ajuste localizado de resistencia estructural. La parte dimensionalmente provista de más espesor de un panel puede ser el resultado de un núcleo de elastómero 38 provisto de más espesor, proporcionado por dimensiones variables del elemento separador 44, así como por variación de la profundidad del elemento separador a lo largo de la longitud del elemento separador, proporcionando paneles compuestos 18 con un espesor variable. Como alternativa, el panel dimensionalmente provisto de más espesor puede ser el resultado de una provisión de más espesor de una o ambas de las placas de metal interna y externa 34 y 36 del material compuesto.

El elastómero preferiblemente es un tipo de plástico termoestable, que puede necesitar calor para curar el material y terminar el proceso de colada. Los elastómeros de poliuretano preferidos se curan a temperaturas de aproximadamente 20°C-60°C. El calor residual de la soldadura de los componentes proporcionará una parte del calor de colada, particularmente, cerca de las juntas de soldadura. Sin embargo, partes de la cavidad de núcleo 56 que están remotas de las juntas de soldadura necesitarán la aplicación de calor de curado suplementario. El calor necesario para curar el núcleo de elastómero 38 se puede proporcionar a las placas de metal interna y externa 34 y 26 del panel compuesto 18. Las placas de metal 34 y 36 transmitirán fácilmente el calor al elastómero 38 en la cavidad de núcleo 56 para terminar

ES 2 339 723 T3

la colada del elastómero. Como alternativa, se puede seleccionar un elastómero que fluye a temperaturas reducidas o elevadas y se cura a temperaturas ambiente.

Después de haberse llenado la cavidad de núcleo 56 con elastómero 38, se sella cualquier abertura 70 en las placas de metal interna y externa 34 y 36 con tapones roscados de metal 72. Las aberturas 70 preferiblemente están en la placa interna 34 del casco externo 28, lejos de una exposición al entorno exterior, y en la placa externa 36 del casco interno 20, lejos de una exposición al cargamento. Por tanto, las aberturas 70 y los tapones 72 se exponen generalmente al espacio vacío entre el casco interno 70 y el casco externo 28, donde es fácilmente posible una revisión y un mantenimiento.

Se repite el proceso de ensamblaje de componentes para terminar la instalación de componentes adjuntos mientras que la construcción del buque progresa. Los métodos de ensamblaje analizados en este documento son sólo ilustrativos.

Debido a que se pueden dañar características estructurales o adhesivas de un elastómero seleccionado por el calor de la soldadura, donde se fijan los componentes compuestos adyacentes 18a y 18b por soldadura después de que el elastómero 38 está en su sitio entre las placas interna y externa 34 y 36, se tiene que proporcionar un margen de soldadura 58. El margen de soldadura 58 es una parte apropiadamente dimensionada de la cavidad de núcleo 56 proximal a una junta a soldar, margen 58 que está desprovisto de elastómero, al menos inicialmente. Un margen 58 de aproximadamente 75 mm de la junta que se está soldando es suficiente para evitar daños al núcleo de elastómero 38. A 75 mm de la junta de soldadura, las temperaturas del acero son generalmente aproximadamente 150°C, mientras que la temperatura del acero en o cerca de la junta de soldadura es significativamente mayor. Después de la terminación de la operación de soldadura, y después de haberse enfriado suficientemente la junta, por ejemplo, a 150°C, el espacio vacío en el margen de soldadura se puede llenar a través de aberturas 70 proporcionadas con este propósito en las placas interna y externa 34 y 36 del componente. Como alternativa, el margen de soldadura 58 de un componente se puede llenar a través de la cavidad de núcleo vacía 56 de un componente adyacente.

Se considera que se seleccionará un elastómero con capacidades de enlace apropiadas para el metal de las placas de metal interna y externa 34 y 36. Como alternativa, se pueden usar agentes de enlace apropiados para promover una adhesión, o se puede usar un adhesivo para enlazar el elastómero con las placas de metal. Las placas de metal de "revestimiento" se pueden enlazar también, por medios conocidos, mecánicamente o químicamente con un núcleo de elastómero pre-colado. Los separadores de una dimensión apropiada se pueden colocar entre las placas de "revestimiento" para mantener la separación apropiada durante operaciones de enlace.

Aunque una variedad de materiales son adecuados y se contemplan para el núcleo del panel compuesto de acero-elastómero-acero, el elastómero preferido para el núcleo del panel compuesto es un elastómero de poliuretano termoestable que tiene propiedades químicas y físicas apropiadas. Se pueden encontrar detalles específicos que se refieren a elastómeros en Engineered Materials Handbook, Volumen 2, Engineering Plastics (1988 ASM International). El elastómero de poliuretano termoestable es un material sometido a estudio técnico, por ejemplo, con la siguiente serie de propiedades y características físicas: resistencia a tracción de 20 a 55 MPa, dureza Shore de 70A a 80D, alargamiento del 100-800%, módulo de flexión de 2 a 104 MPa, temperatura de transición vítrea de -70 a 150°C, resistencia a la abrasión, flexibilidad a temperaturas bajas, resistencia a impacto a temperaturas bajas, flexibilidad a largo plazo, resistencia al desgarro/corte, resistencia a combustible y petróleo, buena elasticidad y rebote, resistencia al ozono, resistencia al tiempo y resistencia a la temperatura. Estas propiedades están definidas y se pueden caracterizar de acuerdo con las normas ASTM aplicables. Las aplicaciones comerciales de elastómeros de poliuretano incluyen rodillos industriales de soporte de carga, ruedas orientables, partes de una carrocería de coche pintadas exteriormente, sellos hidráulicos, correas de transmisión, arandelas obturadoras moldeadas por inyección/soplado, fundas de grasa (cubiertas) moldeadas por inyección, productos de película y lámina extruídos por soplado y por ranura ancha (0,03 mm a 3 mm de espesor), tuberías, cubiertas de manga, zapatos deportivos, cubiertas protectoras de alambre y cable. Las propiedades y características de elastómeros de poliuretano disponibles en el mercado se pueden ajustar para una aplicación particular, variando la química. Los elastómeros de poliuretano, hasta este momento, no se han usado en un elemento interlaminar compuesto con revestimientos de metal para buques de contención tales como buques petroleros de doble casco.

Es evidente que el material de núcleo elastomérico de un panel compuesto estructural 18 se tiene que adherir de forma segura en ambas placas de metal de revestimiento 34 y 36 para soportar las cargas operativas. Además de eso, el material de núcleo elastomérico curado 38 tiene que poseer características estructurales apropiadas, tales como una densidad suficiente, resistencia a tracción, ductilidad, resistencia a cizalla y resistencia a la compresión, para proveer al panel compuesto 18 de las propiedades deseables en una aplicación de construcción de barco, tales como, por ejemplo, alta resistencia y ductilidad, durabilidad y resistencia a impacto en acontecimientos accidentales o de carga extrema como encallamientos o colisiones. Un elastómero de poliuretano apropiadamente formulado posee otras características apropiadas, tales como resistencia al agua y al petróleo y resistencia térmica para aislamiento.

El núcleo de elastómero 38 de la construcción de paneles compuestos 18 contribuye a soportar las cargas operativas de varias maneras. En primer lugar, la atención desarrollada entre las placas de acero interna y externa 34 y 36 y el elastómero 38 evita un pandeo local de las placas de metal relativamente delgadas 34 y 36 que se produciría con momentos normales de quebranto y arrufo y elimina la necesidad de refuerzos longitudinales con separación cercana entre las vigas longitudinales 22 o la necesidad de vigas longitudinales 22 con separación cercana. En segundo lugar, el núcleo de elastómero 38 está provisto de propiedades físicas y en dimensiones apropiadas para transferir una cizalla

suficiente entre las placas de metal interna y externa 34 y 36 para aumentar la resistencia a flexión de las placas interna y externa 34 y 36. Las placas interna y externa 34 y 36 del panel compuesto 18, debido a su separación, proporcionan aproximadamente diez veces más resistencia a flexión que la de placas únicas convencionales de metal 14 con el mismo espesor de toda la placa. Como resultado de una resistencia significativamente mayor de un componente compuesto, cuando se compara con un componente correspondiente de placa única, componentes compuestos tales como, por ejemplo, vigas longitudinales 22, cuadernas 24 o mamparos 26, se pueden separar más entre sí y, por tanto, se necesitan menos. Además de eso, los componentes compuestos más fuertes necesitan significativamente menos refuerzos 7 o ninguno. Por lo tanto, sin aumentar el peso total del acero necesario para construir el buque, el acero usado normalmente para las vigas longitudinales adicionales 3, cuadernas 11 y 2 y refuerzos de placa 7 necesarios en doubles cascos de acero de la técnica anterior se puede redistribuir a las placas compuestas de casco 17 y 18 y miembros estructurales tales como vigas 22, varengas 24, mamparos 26 y sobreplanos 32, para obtener componentes individuales más resistentes capaces de un comportamiento estructural mejorado sin aumentar los gastos de acero. El núcleo de elastómero 38 proporciona una transferencia de cizalla longitudinal suficiente entre las placas de metal interna y externa 34 y 36 del panel compuesto 18, para permitir que todas las placas 34 y 36 contribuyan al módulo de sección elástica y, por lo tanto, a la resistencia a momentos del buque cisterna como una unidad. El elastómero aumenta la capacidad de pandeo de cizalla de la estructura del casco. Sustituyendo el panel compuesto 18, construido de dos placas de acero más delgadas 34 y 36, separadas por y enlazadas con un elastómero estructural 38, para la placa de acero más gruesa de la técnica anterior, se consigue un casco resistente a desgarró y rotura con un gasto equivalente o menor que una construcción convencional, ya que la placa de acero puede no tener que especificarse como un acero tenaz a la entalla más caro. La distribución del espesor de las dos placas de acero 34 y 36 en el panel compuesto 18 no está prescrita y se puede distribuir para optimizar el comportamiento estructural y la durabilidad para factores tales como, por ejemplo, capacidad portadora de carga y resistencia a la corrosión y abrasión.

La sustitución del panel compuesto 18 para una placa convencional de acero en los componentes de casco, tales como, por ejemplo, paneles de casco 17, vigas longitudinales 22, varengas transversales 24 y mamparos 26, aumentan significativamente la resistencia de estos componentes individuales de casco y todo el casco y permite una reducción en el espesor de las placas de acero interna y externa 34 y 36, en los paneles compuestos de casco 18, y una reducción significativa en el número de componentes convencionales de construcción de casco, tales como elementos de refuerzo 7, cuadernas 11 y miembros de soporte 2, 3 necesarios para soportar las cargas de servicio en un plano, tales como, por ejemplo, las cargas de servicio que provocan quebranto y arrufo. La sustitución del panel compuesto más fuerte 18 para placas convencionales de acero y para miembros convencionales de cuaderna y soporte también simplifica la estructura de soporte. Los paneles compuestos más fuertes 18 permiten una construcción con significativamente menos miembros estructurales, lo que, a su vez, reduce significativamente el número de intersecciones estructurales, tales como, por ejemplo, longitudinales que pasan a través de las varengas 24, mamparos 26, soportes de extremo de cuaderna (no mostrados), soportes de rigidez del alma (no mostrados), etc. La reducción de las intersecciones estructurales, a su vez, reduce el número de detalles sensibles a la fatiga y el número correspondiente de fallos por fatiga que se pueden producir. Menos miembros estructurales también reducen las probabilidades que se propague una grieta hasta el casco interno 20 en una situación de accidente.

El sistema de placas compuestas combinado con detalles innovadores de arquitectura naval proporciona una estructura resistente a impactos. La placa externa de acero 36 del panel compuesto 18 actúa como una superficie dura protectora de desgaste. El núcleo de elastómero 38 absorbe energía, disipa cargas transversales a la placa interna de acero 34 y proporciona una membrana continua térmicamente resistente con alto alargamiento. La placa de acero interna 34 también sirve como una superficie dura protectora de desgaste y sostiene la mayoría de la carga de impacto en una acción de membrana inelástica. El concepto interlaminar permite una distribución óptima de espesores de capa de acero entre las placas de acero interna y externa 34 y 36 del panel compuesto 18 para proporcionar el sistema estructural más eficaz. Las propiedades de aislamiento térmico del núcleo de elastómero 38 proporcionan un entorno más caliente a la placa de acero interna 34 y los elementos portantes estructurales de acero, tales como vigas longitudinales 22 y varengas 24, permitiendo el uso de un acero menos caro menos tenaz a la fractura. En una condición accidental o de carga extrema, el núcleo de elastómero dúctil 38 del panel compuesto 18 aumenta su resistencia a la perforación de las placas de metal interna y externa 34 y 36, crea campos de deformación más uniformes dentro de las placas de metal interna y externa 34 y 36 cuando se deforman sobre elementos de soporte, tales como vigas longitudinales 22 y varengas 24, disminuyen las deformaciones localizadas por cizalla y, en el caso de cargas de impacto, aumenta mucho la resistencia de las placas de metal interna y externa 34 y 36 a desgarró en los elementos de soporte transversales. El núcleo de elastómero 38 dentro del panel compuesto 18 del casco interno 20 proporciona una capa de detención de grietas eficaz entre el casco externo 28, la estructura inferior o lateral que, generalmente, sostiene un daño durante una colisión o un encallamiento y las placas de acero internas 34 del casco interno 20, que revisten los tanques de carga. Esta capa de detención de grietas junto con otros detalles de detención de grietas reducirá significativamente la probabilidad de, o incluso elimina, la fuga de petróleo que se produciría por las grietas que se propagan hasta el tanque de carga desde la rotura del casco externo.

El sistema estructural simplificado está menos congestionado y, con sus superficies planas, es más sencillo de aplicar, revisar y mantener revestimientos protectores sobre el mismo. El colapso de revestimiento generalmente es más común en áreas que son difíciles de acceder, tales como el lado inferior de rebordes o intersecciones de sobreplán y reborde (no mostradas), donde la aplicación original de revestimiento puede ser inadecuada y son difíciles las aplicaciones posteriores del mantenimiento de revestimiento. Debido a que el sistema de panel compuesto tiene menos área superficial que se tiene que proteger, existe una probabilidad reducida de problemas de corrosión y una vida útil aumentada.

El gasto inicial para construir la estructura de doble casco de paneles compuestos de acero-elastómero-acero es menor que su equivalente tradicional de placas reforzadas todo de acero. El gasto del material de núcleo de elastómero, la instalación y la soldadura adicional asociados con los paneles compuestos se compensa por la eliminación de un número sustancial de refuerzos 7 de placas de acero convencionales, la eliminación de miembros de soporte, tales como, por ejemplo, placas de collarín o agarraderas de compensación en intersecciones de cuaderna longitudinal transversal, varenga o mamparo, y la eliminación de áreas sustanciales de superficie que en cascos convencionales requieren pintura y mantenimiento. Se producen beneficios adicionales de gastos por una vida útil aumentada y menos gastos de seguro de responsabilidad y cargamento y menos gastos de funcionamiento que se producen por un buque más ligero y menos gastos de calentamiento del petróleo durante el tránsito.

La razón fundamental para buques petroleros de doble casco es minimizar la probabilidad de fuga de petróleo en el caso de acontecimientos accidentales o de carga extrema, tales como encallamiento o colisiones. En este sentido, el sistema de la invención proporciona un comportamiento superior a los diseños de la técnica anterior.

Los ensayos de encallamiento a gran escala sobre secciones de casco inferior de la técnica anterior indican que una rotura del casco interno de las alternativas actuales de doble casco de acero se producirá como resultado de la propagación de grietas desde la rotura inicial del casco externo, incluso si la profundidad de penetración en el casco, por una roca u otro objeto, es menor que la distancia de separación entre los cascos interno y externo. Se hace esencial aislar el tanque de carga con una capa protectora de detención de grietas 15. Las Figuras 7-10 ilustran la interconexión de las placas compuestas del casco 18 con el mamparo transversal compuesto 26, la varenga compuesta 24 y la viga longitudinal compuesta 22. La viga longitudinal compuesta 22 se extiende hacia y se conecta con la varenga compuesta 24 debajo del mamparo transversal 26. Los bordes longitudinales de la viga longitudinal 22 están conectados directamente sólo con la placa interna 34 del casco externo 28 y la placa externa 36 del casco interno 20. Los separadores 44 están dispuestos dentro de la placa compuesta 18 del casco interno 20, de manera que se ubican a medio camino entre las vigas longitudinales 22. Con referencia a la Figura 8, una soldadura de cordón sencilla 48 fija los bordes 46 del separador 44 a la superficie interna 66 de la placa externa 36 del casco interno 20, y una única soldadura a tope 54 fija los bordes 52 y 54 de las placas internas del casco interno 18a y 18b, respectivamente, y el borde 50 del separador 44, uniendo las placas respectivas del panel compuesto. Estos detalles de soldadura simplificados están configurados para la facilidad de fabricación y para facilitar una automatización de las operaciones de soldadura. La colocación de separadores 44 a media distancia entre las vigas longitudinales 22, en combinación con la hendidura semicircular 60 en la varenga 24 en el mamparo transversal 26 adyacente a la ubicación del separador 44 en el panel del casco interno 20 proporciona una barrera eficaz de detención de grietas. Las Figuras 8-10 ilustran claramente que el único contacto directo de metal a metal entre la capa de metal interna 34 y la capa de metal externa 36 del casco interno 20 es el separador 44. El casco interno 20 se ha aislado eficazmente de efectos de propagación de grietas por la colocación de separadores 44 a una distancia significativa de las vigas longitudinales 22, y mediante la provisión de una hendidura 60 en la varenga 24 proximal a la ubicación del separador 44 en el panel compuesto del caso interno 18. Las grietas que se propagan desde el casco externo 28 hacia arriba a través de las vigas longitudinales 22 se paran por el núcleo de elastómero 38 en el casco interno 20. Las grietas que se propagan desde el casco externo 28 hacia arriba a través de la varenga 24, u otro miembro estructural transversal similar, terminan en la hendidura 60, evitando eficazmente la propagación de la grieta a través del separador 44 a la placa interna 34 del casco interno 20.

La hendidura semicircular 60 es una discontinuidad estructural típica que se usa para terminar grietas en estructuras sujetas a una propagación de grietas debido a fatiga. Un tapón 62 llena la hendidura semicircular 60. El tapón 62 tiene rebordes periféricos 64 en ambos lados de la varenga 24, lo que crea compartimentos estancos al agua en ambos lados. El tapón puede ser, por ejemplo, un elastómero colado en su sitio, sin embargo, se consideran otros tipos de tapones. Las Figuras 8, 9 y 10 ilustran claramente que el tanque de carga 68 está eficazmente aislado, mediante el núcleo de elastómero de poliuretano 38, de la estructura externa del barco, siendo la única conexión directa de metal a metal entre la placa de metal interna 34 del casco interno 20 y el resto de la estructura del barco los elementos separadores 44 entre las placas de metal interna y externa 34 y 36 que se muestran en la Figura 8.

Como se ilustra en la Figura 9, el mamparo 26 está fijado por soldadura u otros medios a la placa interna 34 del casco interno 20. Debajo del casco interno 20, la varenga 24 sostiene el mamparo 26 y está fijada por soldadura u otro medio a la placa externa 36 del casco interno 20. La capa de elastómero 38 forma una capa de detención de grietas 15 entre la varenga 24 y el mamparo 26. Para garantizar que no exista ningún contacto directo de metal a metal entre la placa interna 34 y la placa externa 36 del casco interno 20, donde el casco interno 20 pasa entre la varenga 24 y el mamparo 26, se puede proporcionar un hueco 67 (Figura 13) en el separador longitudinal 44 (mostrado desde una vista lateral en la Figura 13) donde pasa entre la varenga 24 y el mamparo 26 y se extiende una distancia corta en ambos lados de los componentes transversales. Se pueden colocar separadores de elastómero adicionales de forma transversal a los separadores longitudinales para proporcionar un margen de soldadura sobre la varenga 24 y el mamparo 26, posteriormente a que se llene el hueco de soldadura 67 con un elastómero.

Esto aísla eficazmente el tanque de carga de grietas que se propagan a través del acero que podrían producirse de una colisión de otro buque en la estructura lateral del casco.

Además de iniciar la detención de grietas, la presente invención también proporciona una capacidad aumentada de absorción de energía con respecto a la de CDH o ADH. La concentración mayor de material de placa de acero en las placas del casco junto con las características físicas y de comportamiento del panel interlaminar de acero-elastómero-acero, tales como propiedades aumentados de módulo de sección y rebote elástico del elastómero, tiende

a proliferar la plasticidad local, por ejemplo, disminuye los esfuerzos localizados de flexión y cizalla alrededor de puntos de carga agudos o pequeños y, con vigas longitudinales que están diseñadas para deformarse plásticamente (estrujarse) con cargas accidentales o extremas, maximizará la deformación de material en una acción plástica de membrana, maximizará el material en contacto con el objeto clavado o el objeto chocante, retardará el inicio del desgarro y aumentará la capacidad de absorción de energía. El resultado es un casco de revestimiento tenaz y un buque petrolero con una resistencia mayor a cargas de impacto. Para asegurar la supervivencia, el buque petrolero está diseñado para mantener una integridad de vigas de casco después de cualquier acontecimiento probable accidental o de carga extrema. La simplificación de la disposición estructural reduce el número de intersecciones de elementos de cuaderna perpendicular y el número de detalles propensos a fatiga.

Como resultado de proporcionar el sistema estructural simplificado que se ha ilustrado anteriormente, existe menos área superficial que se tiene que revestir y proteger contra corrosión y el área superficial que existe es predominantemente plana y no obstruida. Por lo tanto, es más sencillo la aplicación, la revisión y el mantenimiento de los revestimientos protectores. Todos estos factores funcionan para reducir los gastos iniciales de construcción, los gastos de mantenimiento en servicio y aumenta la vida útil potencial del buque.

Las características térmicas del elastómero de poliuretano pueden aislar la placa interna del casco externo, las placas del casco interno y las vigas longitudinales de temperaturas ambiente tales como, por ejemplo, buques petroleros que operan en regiones de tiempo frío, reduciendo los requisitos de tenacidad a la entalla para el acero y la posibilidad de fraccionamiento quebradizo con cargas de impacto. Para el casco interno, este aislamiento térmico reduce los gastos en servicio asociados con el calentamiento del cargamento de petróleo durante el tránsito.

El elastómero se puede seleccionar para que sea resistente al combustible y al petróleo e impermeable al agua. El elastómero seleccionado debe adherirse completamente a las placas de acero en las que está colado. Si se selecciona apropiadamente, el elastómero evitará el desplazamiento de agua, combustible o petróleo entre las placas interna y externa de ambos cascos en el caso que una corrosión o abrasión provoque un orificio en cualquier parte de una de las placas de casco.

El sistema de la invención se ha diseñado para que se pueda construir y mantener con costes competitivos.

A pesar de que se ha mostrado y descrito en este documento una única realización que incorpora los contenidos de la presente invención, los expertos en la materia pueden concebir fácilmente muchas realizaciones variadas adicionales que incorporan estos contenidos, todas ellas dentro del alcance de la presente invención, como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un panel compuesto laminar (18) apropiado para el uso en la construcción de una estructura o un buque, comprendiendo dicho panel laminar:
 - una primera capa de metal (34);
 - una segunda capa de metal (36); y
 - una capa intermedia (38) enlazada con dichas capas de metal, tanto la primera como la segunda, comprendiendo dicha capa intermedia un elastómero de poliuretano termoestable no espumado.
2. Un panel compuesto laminar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha capa intermedia se ha colado en su sitio.
3. Un panel compuesto laminar de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho elastómero de poliuretano tiene una resistencia a tracción en el intervalo de 20 a 55 MPa.
4. Un panel compuesto laminar de acuerdo con la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que cada una de dichas primera y segunda capas de metal (34, 36) está formada de acero que tiene un espesor en el intervalo de 6 a 25 mm.
5. Un panel compuesto laminar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho material de plástico tiene una dureza Shore en el intervalo de 70A a 80D.
6. Un panel compuesto laminar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho material de plástico tiene un alargamiento en el intervalo del 100 al 800%.
7. Un panel compuesto laminar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho material de plástico tiene un módulo de flexión en el intervalo de 2 a 104 MPa.
8. Un panel compuesto laminar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dichas primera y segunda capas de metal (34, 36) están formadas de acero.
9. Un barco o buque que incluye un panel compuesto laminar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
10. Un barco o buque de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el panel compuesto laminar forma parte del casco.
11. Un método de fabricación de un panel compuesto laminar que consiste en las etapas de:
 - ubicar una primera capa de metal (34) y una segunda capa de metal (36) en una relación separada entre sí, de manera que se forma una cavidad de núcleo entre superficies enfrentadas entre sí de la primera y segunda capa de metal; y proporcionar un material de plástico no curado (38) para llenar dicha cavidad de núcleo;
 - curar el material de plástico no curado, de manera que el material de plástico se adhiere a las superficies enfrentadas entre sí de la primera y segunda capas de metal; **caracterizado** por que dicho material de plástico es un elastómero de poliuretano termoestable no espumado.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho elastómero de poliuretano tiene una resistencia a tracción en el intervalo de 20 a 55 MPa.
13. Un método de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, en el que una de la primera y segunda capas de metal (34, 36) tiene una parte adaptada para soldarse, definiendo la parte adaptada para soldarse un margen de soldadura (58) en una parte de la cavidad de núcleo adyacente a la parte adaptada para soldarse, y la etapa de proporcionar un material de plástico no curado a la cavidad de núcleo se realiza de manera que el margen de soldadura está desprovisto de plástico.
14. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, que comprende además la etapa de proporcionar una abertura a través del espesor de una de la primera y segunda capas de metal (34, 36) y en que el plástico no curado se proporciona a la cavidad de núcleo a través de la abertura.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14 que comprende además la etapa de sellar la abertura con un tapón roscado de metal.
16. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que la cavidad de núcleo tiene un borde abierto o no fijado y se proporciona el plástico no curado a la cavidad de núcleo a través de un tubo o tubos que entran en la cavidad, en el que el tubo o tubos se retiran cuando el plástico no curado llena la cavidad.

ES 2 339 723 T3

17. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 16, en el que dicha ubicación se efectúa mediante la colocación de un separador entre la primera capa de metal (34) y la segunda capa de metal (36).

18. Un método de acuerdo con la reivindicación 17 que comprende además la etapa de soldar o enlazar el separador a una de la primera y segunda capas de metal (34, 36).

19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, en el que el separador está unido por soldadura.

20. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, en el que el separador está unido por enlace.

21. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 18 a 20, en el que el separador es metal.

22. Un método de acuerdo con una cualquiera las reivindicaciones 18 a 20, en el que el separador es una tira o bloque de elastómero pre-colado.

23. Un método de fabricación de una estructura de doble casco que comprende:

formar un caso interno de acuerdo con un método de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 22, y

formar un casco externo de acuerdo con un método de una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 22, en el que las capas de metal están formadas de acero.

24. Un método de acuerdo con la reivindicación 23, en el que en las etapas de formación de los cascos interno y externo, el material de plástico no curado se proporciona a través de aberturas en la capa de metal entre el espacio vacío de la estructura de doble casco y la cavidad de núcleo del casco respectivo.

FIG. 1
TÉCNICA ANTERIOR

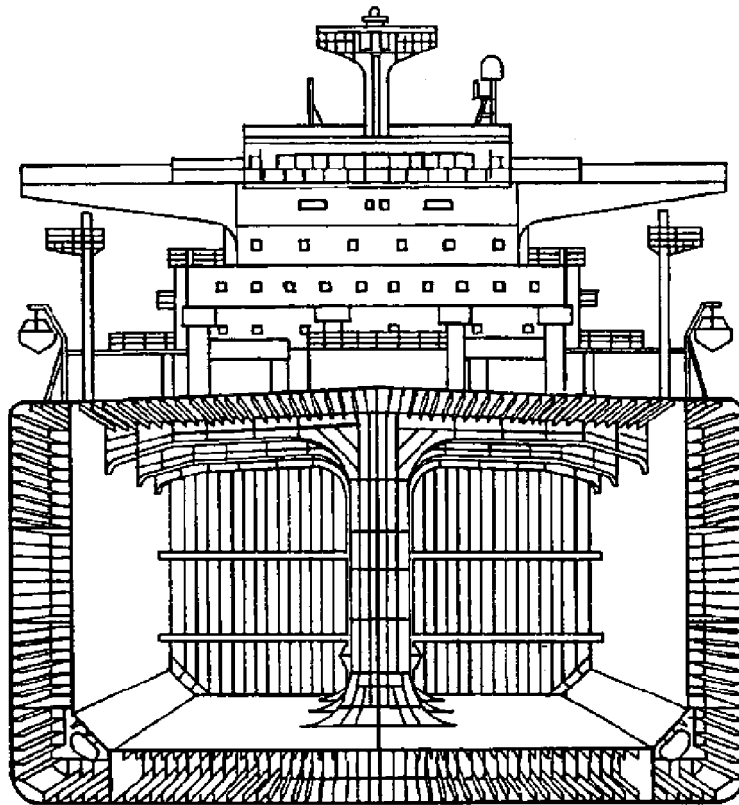


FIG. 2
TÉCNICA ANTERIOR

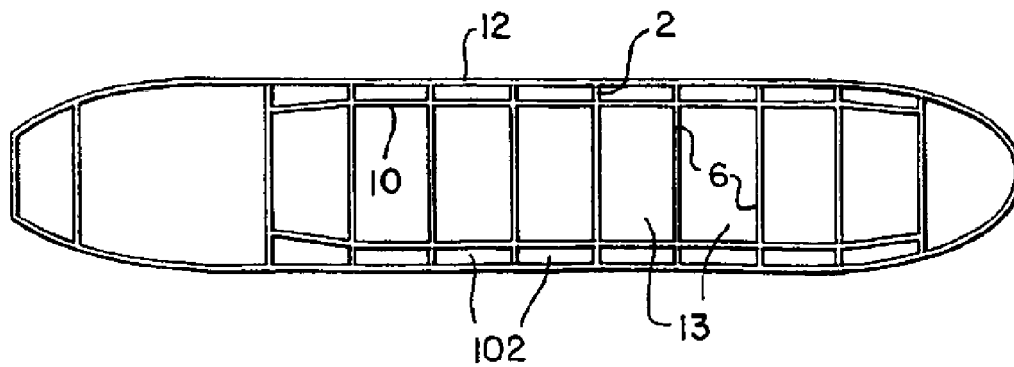


FIG. 3
TÉCNICA ANTERIOR

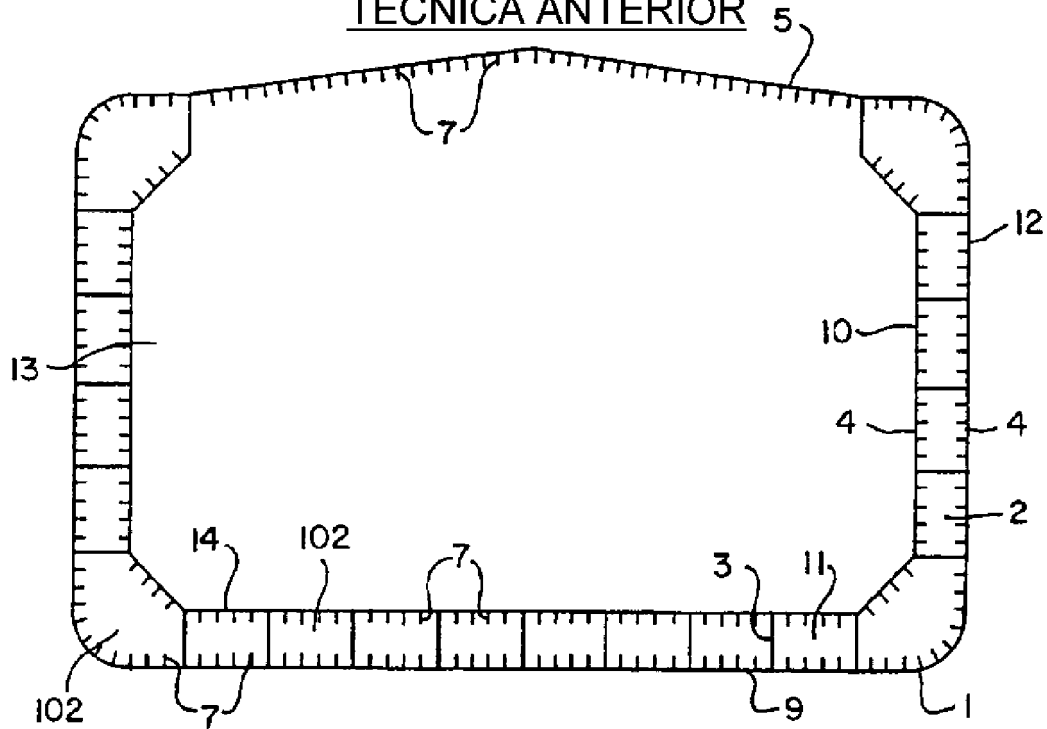


FIG. 4

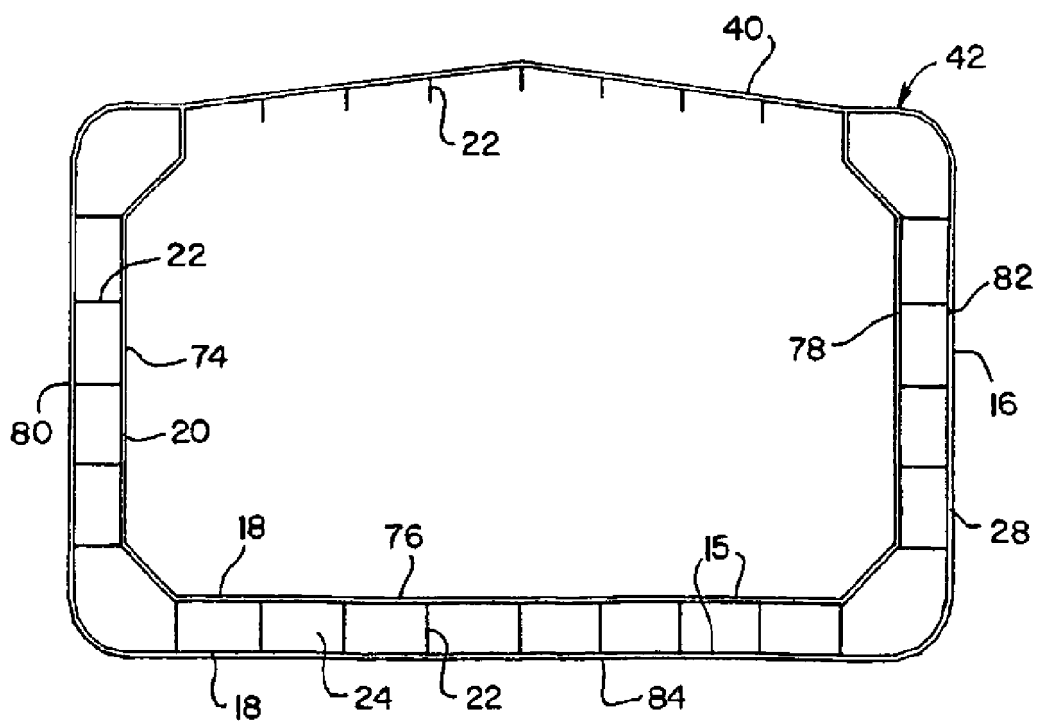


FIG. 5

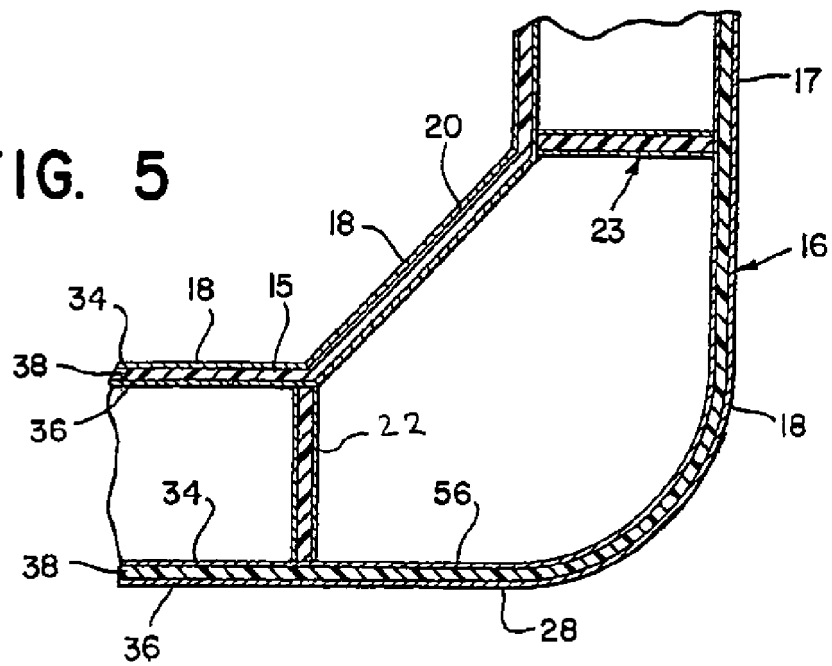
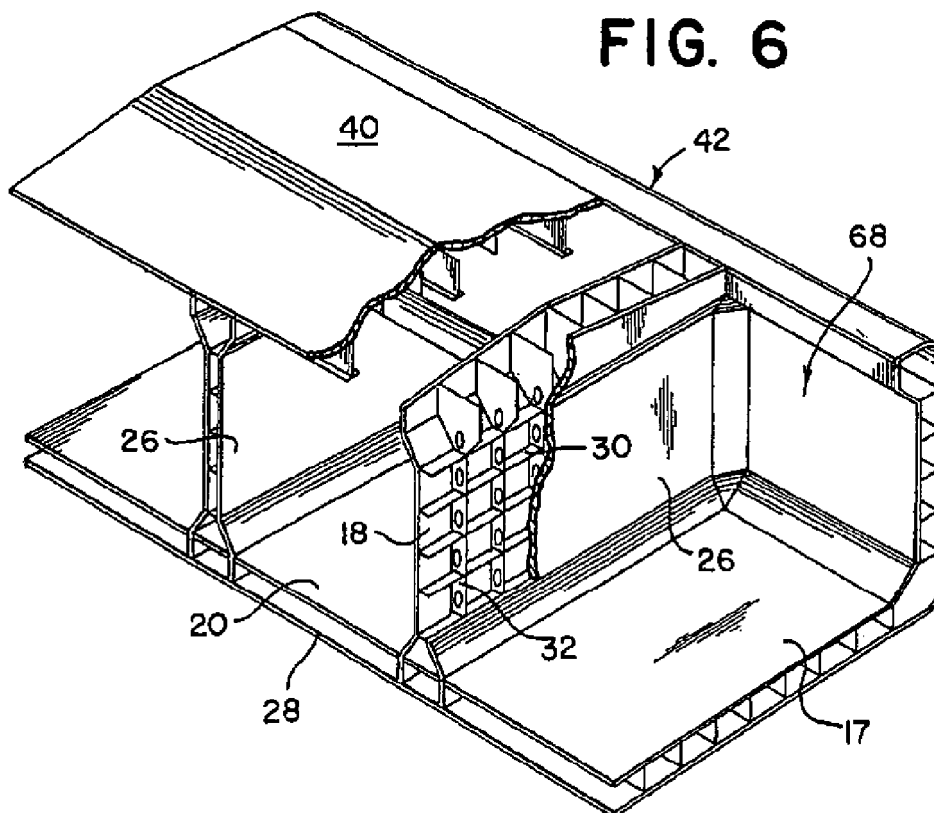


FIG. 6



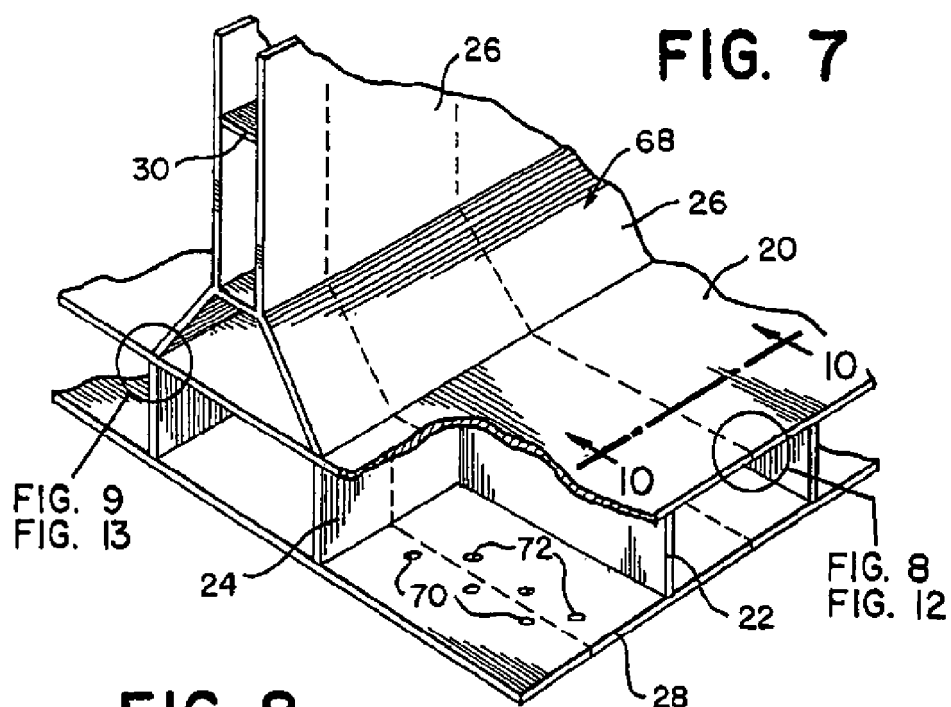


FIG. 8

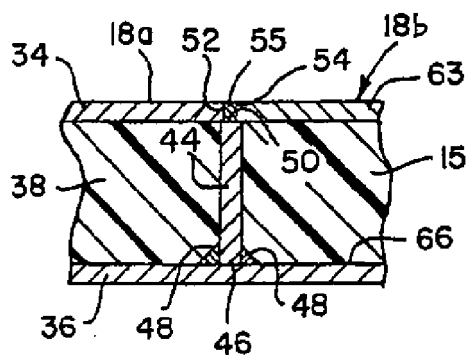


FIG. 10

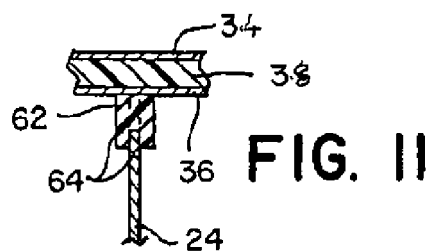
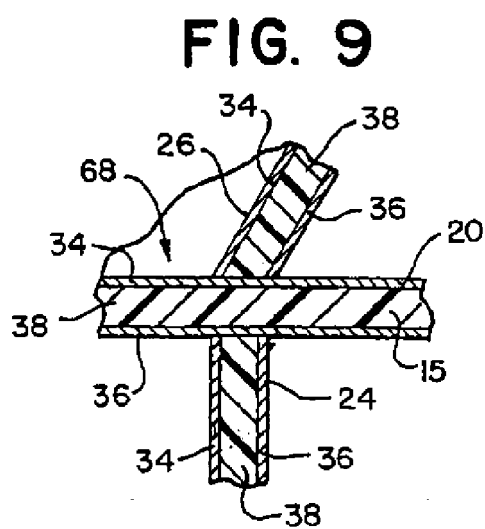
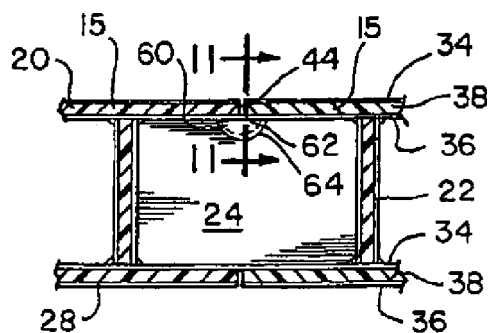


FIG. 12

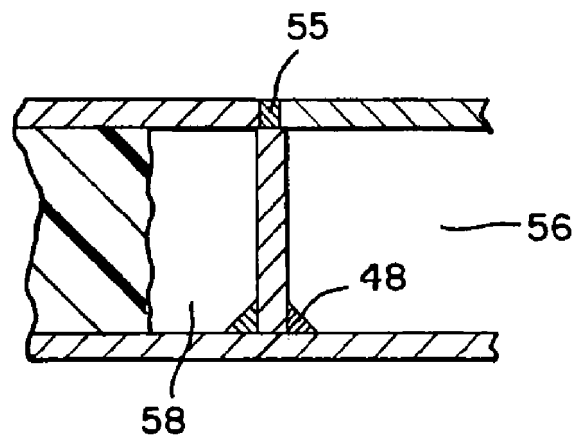


FIG. 13

