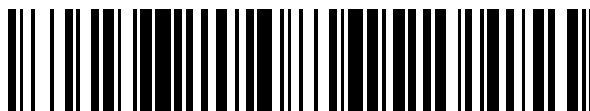


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 350**

51 Int. Cl.:

B64D 37/06 (2006.01)

B64D 37/08 (2006.01)

B64D 37/32 (2006.01)

F41H 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.05.2015 PCT/GB2015/051324**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15170091**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2015 E 15726250 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 3140195**

54 Título: **Sistema de almacenamiento de líquido**

30 Prioridad:

07.05.2014 GB 201408015
07.05.2014 EP 14275103

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2018

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

PARK, NICHOLAS;
JENKINS, SIMON ANTHONY y
IRWIN, ANDREW JAMES

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 687 350 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

Sistema de almacenamiento de líquido

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas de almacenamiento de líquido.

5 ANTECEDENTES

Un proyectil de alta velocidad al impactar con y penetrar en un tanque que contiene líquido genera presión muy alta en el líquido. Este fenómeno, conocido como golpe hidrodinámico, normalmente incluye la generación de ondas de choque y posteriores pulsos de presión en el líquido. Estas presiones, combinadas con el daño por penetración del proyectil, pueden causar daño a la estructura del tanque y frecuentemente son la causa de fallo catastrófico del tanque. Los pulsos de presión de golpe hidrodinámico son intensos, pero de corta duración que se propagan a través del líquido en el tanque.

Así, existe la necesidad de medios para reducir la presión de golpe hidrodinámico en el líquido en dicho tanque y de un tanque generalmente mejorado que tenga una capacidad mejorada para resistir al impacto de proyectiles sin fallo catastrófico.

15 El documento US 2 754 992 A desvela una celda de combustible del tipo auto-sellante y un medio de soporte de dicha celda.

El documento EP 0 299 503 A2 desvela un dispositivo protector que comprende esteras de protección hechas de tela de aramida, en el que las esteras de protección están dispuestas sobre el interior de una pared externa, que consiste en otros materiales, de un objeto a proteger y, por medio de espaciadores asegurados, se pueden fijar a una distancia específica del interior de la pared externa del objeto a proteger.

El documento EP 0 056 289 A1 desvela un laminado compuesto de dos, tres, cuatro o más hojas metálicas que contienen aluminio. Las hojas metálicas, que puede ser, por ejemplo, de una aleación de aluminio, se unen juntas por medio de capas adhesivas. En las capas adhesivas, que son de un material termoendurecible, se incorporan hilos de poli(tereftalamida de parafenileno).

25 El documento US 5 674 586 A desvela un panel de material compuesto resistente a la presión que tiene una capa interna de fibra de refuerzo, una capa externa de fibra de refuerzo y un núcleo dispuesto entremedias.

SUMARIO DE LA INVENCION

En un primer aspecto, la presente invención proporciona un sistema de almacenamiento de líquido que comprende: un tanque para contener un líquido, encerrando dicho tanque un espacio de almacenamiento de líquido; múltiples capas de tela; y medios de unión que unen las múltiples capas de tela a una superficie interna del tanque. Los medios de unión incluyen una envoltura no permeable. La envoltura se une a la superficie interna del tanque. Las múltiples capas de tela se encierran en la envoltura de forma que las múltiples capas de tela se aislen de un líquido en el tanque. La envoltura puede contener un fluido (por ejemplo, aire), además de las múltiples capas de tela.

35 Las múltiples capas de tela pueden comprender una pluralidad de hojas de tela dispuestas como una pila de hojas. La tela puede comprender fibras de aramida o para-aramida. Las fibras de aramida o para-aramida pueden ser poli(tereftalamida de parafenileno). Cada una de las capas de tela puede tener un espesor inferior a 0,5 mm. Las múltiples capas de tela pueden incluir al menos veinte capas.

Los medios de unión pueden comprender uno o más pernos. Cada perno puede comprender una porción de base para la unión a una superficie interna de una pared del tanque, y un miembro alargado roscado que pasa a través de las múltiples capas de tela.

40 El volumen de cavidad total en el tanque de las múltiples capas de tela y los medios de unión puede ser inferior o igual al 15 % en volumen del volumen del tanque.

Las múltiples capas de tela puede ser próximas y sustancialmente paralelas a una superficie interna de una pared del tanque.

45 Una fuerza de penetración requerida para penetrar una capa de tela puede ser superior a una fuerza con la que los medios de unión unen las múltiples capas de tela a la superficie interna del tanque.

Las múltiples capas de tela pueden cubrir la totalidad de la superficie interna del tanque.

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un vehículo que comprende un sistema de almacenamiento de líquido para contener un líquido, siendo el sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de los aspectos anteriores.

En un aspecto adicional, la presente invención proporciona un método de producción de un sistema de almacenamiento de líquido. El método comprende: proporcionar un tanque para contener un líquido, encerrando dicho tanque un espacio de almacenamiento de líquido; proporcionar múltiples capas de tela; proporcionar una envoltura no permeable; poner las múltiples capas de tela en la envoltura; sellar la envoltura con las múltiples capas de tela localizadas en su interior; y unir la envoltura sellada a la superficie interna del tanque.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en despiece ordenado de un ala de avión de ejemplo en la que se implementa una realización de un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico según la invención;

la Figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal a través de un tanque de combustible en el que se implementa un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico a modo de ejemplo;

la Figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra los efectos de un proyectil que impacta con una superficie externa del tanque de combustible de la Figura 2;

la Figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal a través de un tanque de combustible en el que se implementa una realización de un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico según la invención;

la Figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra los efectos de un proyectil que impacta con una superficie externa del tanque de combustible de la Figura 4; y

la Figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal a través de un tanque de combustible en el que se implementa un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico a modo de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción, números de referencia similares se refieren a elementos similares.

La siguiente descripción se basa, en parte, en realizaciones de la invención y no se deben tomar como limitantes de la invención con respecto a las realizaciones alternativas que no se describen explícitamente en el presente documento. Tipos de material estructural y métodos de construcción identificados son solo ejemplos.

Se apreciará que términos relativos tales como arriba y abajo, superior e inferior, etc., se usan simplemente para facilitar la referencia a las figuras, y estos términos no son limitantes como tales, y se pueden implementar cualesquiera dos direcciones o posiciones diferentes, etc., .

La Figura 1 es una ilustración esquemática (no a escala) de una vista en despiece ordenado de un ala de avión del Ejemplo 2 en el que se implementan realizaciones de un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico.

El ala de avión 2 comprende una subestructura 4 que comprende una pluralidad de mástiles 6 y nervaduras 8. Los mástiles 6 están separados entre sí y se alinean a lo largo de la longitud del ala de avión 2. Los mástiles 6 se acoplan juntos por las nervaduras separadas 8 que son sustancialmente perpendiculares a los mástiles 6. Los mástiles 6 y las nervaduras 8 se conectan juntos por pasadores (no mostrados en las figuras). Los mástiles 6 y las nervaduras 8 están hechos de material compuesto de fibra de carbono (CFC), es decir, un material compuesto que comprende una matriz de polímero reforzado con fibra de carbono. En otros ejemplos, los mástiles 6 y las nervaduras 8 están hechos de un material apropiado diferente, por ejemplo, aluminio.

El ala de avión 2 comprende además pieles externas, concretamente una piel superior 10 y una piel inferior 12. La piel superior 10 comprende una pluralidad de paneles hechos de material de CFC. La piel superior 10 se une a una superficie superior de la subestructura 4 por pasadores (no mostrados en las figuras). La piel inferior 12 comprende una pluralidad de paneles hechos de material de CFC. La piel inferior 12 se une a una superficie más baja de la subestructura 4 por pasadores (no mostrados en las figuras). La piel externa 10, 12 puede tener cada una, por ejemplo, 8 mm de espesor.

Cuando la subestructura 4 y las pieles externas 10, 12 se unen juntas (y, por ejemplo, se pegan con un sellante), se forma una cavidad definida por la subestructura 4 y las pieles 10, 12. Dicha cavidad se usa como tanque de combustible para almacenar combustible para aviones y se indica en la Figura 1 por el número de referencia 14. El tanque de combustible se describe con más detalle después más adelante con referencia a la Figura 2.

El ala de avión 2 comprende además una estructura de borde delantero, una estructura de borde trasero y una estructura de punta de ala, que no se muestran en la Figura 1 por motivos de claridad.

La Figura 2 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal a través del tanque de combustible 16 en el ala de avión 2 en el que se implementa un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico.

Las paredes externas del tanque de combustible 16 se proporcionan por mástiles 6, nervaduras 8, y las pieles superiores e inferiores 10, 12. El combustible para aviones se almacena en la cavidad 14 definida por las paredes externas del tanque de combustible.

En este ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, el tanque de combustible 16 comprende dos ensamblajes reductores de golpe hidrodinámico, denominados en lo sucesivo "el primer ensamblaje" y el "segundo ensamblaje" e indicados en la Figura 2 por los números de referencia 18a y 18b, respectivamente. El primer ensamblaje 18a se une a una superficie interna de la piel superior 10, es decir, la superficie de la piel superior 10 que está dentro del tanque de combustible 16. El segundo ensamblaje 18b se dispone sobre una superficie interna de la piel inferior 12, es decir, la superficie de la piel inferior 12 que está dentro del tanque de combustible 16.

En este ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, el primer ensamblaje 18a comprende una pluralidad de pernos roscados, en lo sucesivo los "primeros pernos" 20a, y una pluralidad de hojas de material, en lo sucesivo las "primeras hojas" 22a. Similarmente, el segundo ensamblaje 18b comprende una pluralidad de pernos roscados, en lo sucesivo los "segundos pernos" 20b, y una pluralidad de hojas de material, en lo sucesivo las "segundas hojas" 22b.

Cada uno de los pernos 20a, 20b comprende una porción de base y un miembro alargado roscado unido a la porción de base en un extremo y que se extiende perpendicularmente lejos de la porción de base hasta un extremo puntiagudo libre. La porción de base de cada uno de los primeros pernos 20a se une a la piel superior 10 por un medio de unión adecuado, por ejemplo un adhesivo, de forma que los miembros alargados de los primeros pernos 20a sean sustancialmente perpendiculares a la piel superior 10. Asimismo, la porción de base de cada uno de los segundos pernos 20b se une a la piel inferior 12 por un medio de unión adecuado, por ejemplo un adhesivo, de forma que los miembros alargados de los segundos pernos 20b sean sustancialmente perpendiculares a la piel inferior 12.

En este ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, los primeros pernos 20a se localizan en o próximos a los bordes de la superficie interna de la porción de la piel superior 10 que forma una pared del tanque de combustible 16, es decir, en o próximos a los mástiles 6 y nervaduras 8. Las primeras hojas 22a se unen a los primeros pernos 20a para formar una pila de hojas próxima y sustancialmente paralela a la superficie interna de la piel superior 10. Preferentemente, las primeras hojas 22a cubren sustancialmente la totalidad de la porción de la superficie interna de la piel superior 10 que define el tanque de combustible 16. Las primeras hojas 22a se puede unir a los primeros pernos 20a empujando las primeras hojas 22a sobre los miembros alargados de los primeros pernos 20a de manera que los miembros alargados de los primeros pernos 20a pasen a través de cada una de las primeras hojas 22a. Las porciones roscadas de los miembros alargados de los primeros pernos 20a tienden a retener libremente las primeras hojas 22a sobre los primeros pernos 20a, es decir, de forma que las primeras hojas 22a se puedan soltar o desprender de los primeros pernos 20a, por ejemplo como se describe con más detalle después más adelante con referencia a la Figura 3. Preferentemente, las primeras hojas 22a no están tensadas entre los primeros pernos 20a, y en su lugar las primeras hojas 22a están relativamente sueltas, es decir, las porciones intermedias de las primeras hojas 22a entre los primeros pernos 20a están libres para moverse (por ejemplo hacia/lejos de la piel superior 10) al menos cierto grado. Preferentemente, hay al menos 5 primeras hojas 22a. Más preferentemente, hay al menos 10 primeras hojas 22a. Más preferentemente, hay al menos 20 primeras hojas 22a, por ejemplo entre 20 y 30 primeras hojas 22a. En algunos ejemplos, hay más de 30 primeras hojas 22a.

En este ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, los segundos pernos 20b se localizan en o próximos a los bordes de la superficie interna de la porción de la piel inferior 12 que forma una pared del tanque de combustible 16, es decir, en o próximos a los mástiles 6 y nervaduras 8. Las segundas hojas 22b se unen a los segundos pernos 20b para formar una pila de hojas próxima y sustancialmente paralela a la superficie interna de la piel inferior 12. Preferentemente, las segundas hojas 22b cubren sustancialmente la totalidad de la porción de la superficie interna de la piel inferior 12 que define el tanque de combustible 16. Las segundas hojas 22b se pueden unir a los segundos pernos 20b empujando las segundas hojas 22b sobre los miembros alargados de los segundos pernos 20b de manera que los miembros alargados de los segundos pernos 20b pasen a través de cada una de las segundas hojas 22b. Las porciones roscadas de los miembros alargados de los segundos pernos 20b tienden a retener libremente las segundas hojas 22b sobre los segundos pernos 20b, es decir, de forma que las segundas hojas 22b se puedan soltar o desprender de los segundos pernos 20b, por ejemplo, como se describe con más detalle después más adelante con referencia a la Figura 3. Preferentemente, las segundas hojas 22b no se tensan entre los segundos pernos 20b, y en su lugar las segundas hojas 22b están relativamente sueltas, es decir, las porciones intermedias de las segundas hojas 22b entre los segundos pernos 20b están libres para moverse (por ejemplo hacia/lejos de la piel inferior 12) al menos cierto grado. Preferentemente, hay al menos 5 segundas hojas 22b. Más preferentemente, hay al menos 10 segundas hojas 22b. Más preferentemente, hay al menos 20 segundas hojas 22b, por ejemplo entre 20 y 30 segundas hojas 22b. En algunos ejemplos, hay más de 30 segundas hojas 22b.

En este ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, las primeras y segundas hojas 22a, 22b son hojas flexibles hechas de un material basado en fibra, por ejemplo tejido, ondulado/agujeteado o una estera de fibras. En este

ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, las hojas 22a, 22b son tela. La tela puede incluir fibras balísticas. Cada una de las hojas 22a, 22b es delgada, por ejemplo, cada hoja puede tener un espesor entre 0,1 mm y 0,5 mm, por ejemplo 0,25 mm. Preferentemente, las hojas 22a, 22b son inferiores a 1 mm de espesor. Más preferentemente, las hojas 22a, 22b son inferiores a 0,5 mm de espesor. Cada una de las hojas 22a, 22b está hecha de un material resistente y fuerte tal como un material basado en fibra sintética de aramida o para-aramida tal como poli(tereftalamida de parafenileno) (que se conoce más comúnmente como Kevlar(TM)) o Twaron(TM), o fibras UHMWPE (Spectra, Dyneema).

En este ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, las hojas 22a, 22b son sustancialmente continuas. Sin embargo, en otros ejemplos, una o más de las hojas no es continua, por ejemplo, una o más de las hojas puede incluir una pluralidad de perforaciones, por ejemplo, se puede fabricar una hoja de una malla o material de tipo red.

Preferentemente, el tamaño de los componentes de los ensamblajes 18 es tal que los ensamblajes 18 ocupan menos del 15 % del volumen interno total (es decir, capacidad) del tanque de combustible 16. En otros ejemplos, los ensamblajes 18 ocupan una proporción diferente de la capacidad del tanque de combustible.

Como se describirá ahora con más detalle, los ensamblajes 18 son operables para reducir la presión de golpe hidrodinámico en el combustible contenido dentro del tanque de combustible 16 resultante del impacto de un proyectil con una superficie externa del tanque de combustible 16.

La Figura 3 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra los efectos de un proyectil 24 que impacta con la piel inferior 12 del tanque de combustible 16. La trayectoria del proyectil a través de la piel inferior 12 se indica en la Figura 3 por el número de referencia 26.

El proyectil 24 puede ser cualquier proyectil apropiado u objeto extraño, tal como una bala, fragmento de cabeza explosiva, un parte de un vehículo, una roca, una herramienta de mantenimiento, granizo, hielo, un tornillo, etc. Un proyectil de ejemplo tiene un peso de aproximadamente 3,5 g, es de forma sustancialmente esférica que tiene un diámetro de aproximadamente 9,5 mm, y viaja con una velocidad de 1500 m/s. Un proyectil adicional de ejemplo es una bala de 44 g y 12,5 mm que viaja con una velocidad de 500 m/s.

En este ejemplo, el proyectil 24 impacta inicialmente con una superficie externa de la piel inferior 12 y viaja a través de la piel inferior 12. El proyectil 24 causa un daño por cizallamiento a alta velocidad de deformación a la piel inferior 12 dando como resultado un orificio en la piel inferior 12 de aproximadamente el tamaño del proyectil 24.

En este ejemplo, después de pasar a través de la piel inferior 12, el proyectil 24 impacta con una o más de las segundas hojas 22b. La segunda hoja u hojas 22b impactadas por el proyectil 24 se tienden a desviar y acelerar al menos de algún modo. El proyectil 24 que impacta con una o más de las segundas hojas 22b tiende a retardar el paso del proyectil 24 en el tanque de combustible 16. Además, se tiende a usar la energía cinética del impacto del proyectil 24 para desviar y acelerar al menos una de las segundas hojas 22b a través del líquido en el tanque de combustible 16, reduciéndose así la energía introducida en el líquido directamente por el proyectil 24.

La desviación de las segundas hojas 22b por el proyectil se tiende a facilitar por las segundas hojas que no están tensadas, es decir, que están relativamente "seltas" y se pueden mover cierto grado dentro del tanque de combustible 16.

En este ejemplo, cuando viaja a través del combustible, el proyectil 24 en combinación con las segundas hojas 22b movidas por el proyectil 24 tienden a experimentar una mayor fuerza de arrastre global del líquido en el tanque de combustible 16 en comparación con la que se experimentaría por el proyectil 24 si las segundas hojas 22b no estuvieran presentes. Esto tiende a ser al menos en parte debido al aumento del área superficial de la combinación del proyectil 24 y las segundas hojas 20b en comparación con el proyectil 24 solo. Así, tiende a retardarse el paso del proyectil 24 a través del líquido en el tanque de combustible 16.

En algunas situaciones, el proyectil 24 se puede desplazar a través de (es decir, perfora o penetra) una o más de las segundas hojas 22b. En tales casos, se usa la energía de impacto del proyectil 24 para perforar las segundas hojas 22b, reduciéndose así la energía introducida en el líquido por el proyectil 24 y retardando al menos de cierto modo el paso del proyectil 24 en el líquido. Se puede reducir la probabilidad de que el proyectil 24 perfora las segundas hojas 22b fabricando las segundas hojas 22b de un material resistente fuerte tal como Kevlar(TM).

En algunas situaciones, el proyectil 24 no viaja a través de (es decir, no perfora o penetra) una o más de las segundas hojas 22b.

En algunos casos donde el proyectil 24 no perfora una o más de las segundas hojas 22b, se pueden desprender una o más de las segundas hojas 22b de uno o más de los segundos pernos 20b. En otras palabras, el proyectil 24 puede "tirar" de una o más de las segundas hojas 22b de uno o más de los segundos pernos 20b de manera que las hojas estén libres para moverse con el proyectil 24. Dicho desprendimiento de las segundas hojas 22b de los segundos pernos 20b se facilita por que las segundas hojas 22b solo se retienen libremente por los segundos pernos 20b. En otras palabras, en algunos ejemplos, las hojas se unen de forma desmontable a las paredes del tanque de combustible, por ejemplo, por pernos roscados. En algunos ejemplos, la unión desmontable de las hojas a

las paredes del tanque de combustible 16 se proporciona por una fuerza requerida para que el proyectil 24 penetre en una hoja (es decir, una fuerza de penetración) que es superior a una fuerza requerida para desprender esa hoja de la pared del tanque de combustible 16 (es decir, una fuerza que retiene esa hoja contra la pared del tanque de combustible 16). En algunos ejemplos, la unión desmontable de las hojas a las paredes del tanque de combustible 16 se proporciona por una resistencia a la tracción y/o a la compresión de una hoja que es superior a una fuerza requerida para desprender esa hoja de la pared del tanque de combustible 16 (es decir, una fuerza que retiene esa hoja contra la pared del tanque de combustible 16).

Las segundas hojas 22b que se desprenden de los segundos pernos 20b por el proyectil 24 tienden ventajosamente a "envolverse alrededor" del proyectil 24 al menos de algún modo, por ejemplo, debido al movimiento del proyectil 24 a través del líquido en el tanque de combustible 16. El proyectil 24 con una o más de las segundas hojas acopladas al mismo tiende a tener un área superficial mucho mayor que el proyectil 24 solo. Así, el proyectil 24 con una o más de las segundas hojas acopladas al mismo tiende a experimentar una mayor fuerza de arrastre cuando se mueve a través del líquido en el tanque de combustible 16 en comparación con la que se experimentaría por el proyectil 24 solo. Así, se tiende a retardar el paso del proyectil 24 a través del líquido en el tanque de combustible 16. El retardo del paso del proyectil 24 a través del líquido tiende a reducir la probabilidad de que el proyectil 24 impacte con la piel superior 10. Así, se tiende a reducir la probabilidad de que se forme un orificio en la piel superior 10. Además, el aumento en el arrastre sobre el proyectil 24 tiende a significar que una mayor porción de la energía de impacto es absorbida por el líquido en el tanque de combustible 16. Así, se tienden a reducir las fuerzas ejercidas sobre paredes del tanque de combustible 16.

En algunos casos donde el proyectil 24 no perfora una o más de las segundas hojas 22b, una o más de las segundas hojas 22b no se desprenden de los segundos pernos 20b. Así, se puede prevenir que el proyectil 24 viaje más dentro del tanque de combustible 16. Se tiende a absorber al menos algo de la energía de impacto del proyectil 24 por las segundas hojas 22b y los segundos pernos 20b y, por tanto, no se transfiere a la subestructura del avión 4.

En este ejemplo, al impactar el proyectil 24 con el tanque de combustible 16, se tienden a generar una o más ondas de choque de alta presión 30. Estas ondas de choque 30 tienden a ser de menor energía que una onda de choque u ondas de choque experimentadas en un sistema convencional debido a que al menos algo de la energía de impacto del proyectil 24 se absorbe por el segundo ensamblaje 18b. Además, los ensamblajes tienden a romper las ondas de choque que viajan a través del líquido en el tanque de combustible 16 y así tienden a aislar las pieles superiores e inferiores 10, 12 al menos de algún modo. Así, las presiones resultantes de las ondas de choque 30 ejercidas sobre las paredes del tanque de combustible 16 tienden a ser más bajas que las presiones de las ondas de choque experimentadas en tanques de combustible convencionales. Así, se tiende a reducir la probabilidad de daño a las paredes del tanque de combustible 16 (por ejemplo, desacoplamiento de la piel externa 10, 12 de los mástiles 6 o nervaduras 8).

En este ejemplo, a medida que el proyectil 24 pasa a través del líquido en el tanque de combustible 16, se puede formar una "estela" de cavitación detrás del proyectil 24, es decir, se puede formar una región de baja presión (por ejemplo, un vapor o un vacío) en la estela del proyectil 24. Esto causa un desplazamiento del líquido y un aumento en la presión del líquido en el tanque de combustible 16. Debido a que se retarda el paso del proyectil 24 a través del tanque de combustible 16 al menos cierto grado por las segundas hojas 22b, se tiende a disminuir el aumento de la presión del fluido resultante de la cavitación causada por el proyectil 24 en comparación con los sistemas convencionales. Así, presiones resultantes de la cavitación ejercida sobre las paredes del tanque de combustible 16 tienden a ser más bajas que en los sistemas convencionales. Así, se tiende a reducir la probabilidad de daño a las paredes del tanque de combustible 16 (por ejemplo, desacoplamiento de la piel externa 10, 12 de los mástiles 6 o nervaduras 8).

Además, en este ejemplo, el primer ensamblaje 18a (que se dispone sobre la piel superior 10) se localiza dentro del tanque de combustible 16 de forma que las ondas de choque 30 resultantes de la compresión del líquido en el tanque de combustible 16 resultantes del impacto del proyectil 24 con la piel inferior 12 impacten sobre el primer ensamblaje 18a de manera que las ondas de choque 30 interaccionen con el primer ensamblaje 18a antes de impactar sobre la piel superior 10. El primer ensamblaje 18a puede reflejar ondas de choque incidentes al menos de algún modo. Por tanto, el primer ensamblaje 18a tiende a ser un transmisor relativamente malo de las ondas de choque de impacto 30. Así, se tiende a reducir la amplitud de las ondas de choque 30 que impactan sobre la piel superior 10 y, por consiguiente, se tiende a disminuir la presión experimentada por la piel superior 10 por la presencia del primer ensamblaje 18a. Los ensamblajes 18a, 18b tienden ventajosamente a desacoplar el líquido de las paredes del tanque de combustible 16.

Además, si el proyectil 24 continuara a través de la cavidad 14 e impactara con el primer ensamblaje 18a, el primer ensamblaje 18a tendería a causar el retardo adicional del proyectil 24, reduciéndose así más la energía de impacto y reduciéndose la fuerza experimentada por al menos la piel superior 10.

La Figura 4 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal a través del tanque de combustible 16 en el ala de avión 2 en el que se implementa una realización de un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico.

En esta realización, el tanque de combustible 16 comprende un ensamblaje reductor de golpe hidrodinámico, denominado en lo sucesivo "el tercer ensamblaje" e indicado en la Figura 4 por los números de referencia 18c. El tercer ensamblaje 18c se une a una superficie interna de la piel inferior 12.

5 El tercer ensamblaje 18c comprende una pluralidad de hojas de material, denominadas en lo sucesivo las "terceras hojas" 22c, y una envoltura 34.

En esta realización, las terceras hojas 22c se disponen como una pila de hojas. La pila de terceras hojas 22c está encerrada, es decir, completamente contenida, dentro de la envoltura 34. La envoltura 34 es una membrana no permeable de forma que las terceras hojas 22c se aíslan del líquido (por ejemplo, combustible para aviones) en el tanque de combustible 16.

10 Un método de producción de ejemplo del tercer ensamblaje 18c es del siguiente modo. En primer lugar, las terceras hojas 22c se apilan juntas, es decir, se disponen como una pila de hojas una encima de la otra. En segundo lugar, la pila de terceras hojas 22c se dispone en la envoltura 34. En tercer lugar, se saca el aire de la envoltura 34. Finalmente, se sella la envoltura 34. El sellado de la envoltura 34 es un sellado hermético al aire.

15 En algunas realizaciones, se saca sustancialmente todo el aire de la envoltura 34 de forma que las terceras hojas 22c se mantengan a vacío dentro de la envoltura 34. Esto tiende a proporcionar que las terceras hojas 22c sean forzadas a unirse y proporciona fricción relativamente alta entre las terceras hojas 22c.

20 En algunas realizaciones, algo de aire, u otro fluido, se retiene en la envoltura 34. Por ejemplo, puede haber aire atrapado entre las terceras hojas 22c dentro de la envoltura 34. Así, la envoltura 34 puede incluir una cavidad con un volumen suficiente para permitir que una onda u ondas de choque en el líquido en el tanque de combustible 16, resultante de la compresión del líquido por impacto de un proyectil sobre la superficie externa del tanque y así en el líquido, se reduzca por expansión del líquido comprimido en el volumen de la cavidad, reduciéndose así la presión de golpe hidráulico en el líquido en el tanque de combustible 16. Preferentemente, el líquido (por ejemplo aire) en la cavidad en la envoltura 34 tiene una densidad suficientemente diferente de la densidad del líquido en el tanque de combustible 16 para proporcionar que la cavidad se pueda aplastar. Preferentemente, el líquido (por ejemplo aire) en la cavidad en la envoltura 34 tiene una densidad suficientemente diferente de la densidad del líquido en el tanque de combustible 16 para proporcionar reflexión sustancialmente total dentro del tercer ensamblaje 18c de la onda u ondas de choque que impactan sobre el tercer ensamblaje 18c para así reducir la presión de golpe hidráulico en el líquido en el tanque de combustible 16.

30 En esta realización, la envoltura 34 se une fijamente, usando un adhesivo, a la superficie interna de la piel inferior 12 que define el tanque de combustible 16. Preferentemente, sustancialmente la totalidad de la parte inferior de la envoltura 34 se fija a la superficie interna de la piel inferior 12, por ejemplo, por una capa de adhesivo que se ha aplicado a la totalidad de la superficie más baja de la envoltura 34. La terminología "capa de adhesivo" se refiere muy ampliamente a cualquier tipo de capa de recubrimiento que sea adhesiva/pegajosa hacia un tipo arbitrario de superficie, tal como en particular hacia una superficie de piel de avión.

35 En otras realizaciones, solo parte de la parte inferior de la envoltura 34 se fija a la superficie interna de la piel inferior 12, por ejemplo, en algunas realizaciones la envoltura 34 se une al tanque de combustible 16 a lo largo de uno o más bordes de la envoltura 34, y una porción intermedia de la envoltura 34 no se adhiere directamente a las paredes del tanque.

40 En esta realización, el tercer ensamblaje 18c se une fijamente a las paredes del tanque de combustible 16. En algunas realizaciones, la unión fija de la envoltura 34 a las paredes del tanque de combustible 16 se proporciona por una fuerza requerida para desprender la envoltura 34 de la pared del tanque de combustible 16 (es decir, una fuerza con la que la capa de adhesivo retiene la envoltura 34 contra la pared del tanque de combustible 16) que es superior a una fuerza requerida para que el proyectil 24 penetre en la envoltura 34 y/o una hoja (es decir, una fuerza de penetración). En algunas realizaciones, la unión fija de la envoltura 34 a las paredes del tanque de combustible 16 se proporciona por una fuerza requerida para desprender la envoltura 34 de la pared del tanque de combustible 16 (es decir, una fuerza con la que la capa de adhesivo retiene la envoltura 34 contra la pared del tanque de combustible 16) que es superior a la resistencia a la tracción y/o a la compresión de esa hoja.

En otras realizaciones, el tercer ensamblaje 18c se puede unir de forma desmontable a las paredes del tanque de combustible, por ejemplo, por pernos roscados u otros medios de unión desmontables.

50 En esta realización, en el tanque de combustible 16, la presión estática interna del combustible en el tanque de combustible 16 tiende a empujar las terceras hojas 22c del tercer ensamblaje 18c juntas, y contra la superficie interna del tanque de combustible 16. Esto tiende a dar como resultado una elevada fricción entre las terceras hojas 22c. Se tiende a absorber un aumento del nivel de la energía de impacto del proyectil 24 por el movimiento y deformación de las terceras hojas 22c, por ejemplo, debido a que tiene que vencer el aumento de fricción entre las terceras hojas individuales 22c a medida que se mueven la una con respecto a la otra durante la penetración.

Preferentemente, las terceras hojas 22c cubren sustancialmente la totalidad de la porción de la superficie interna de la piel inferior 12 que define el tanque de combustible 16.

Preferentemente, hay al menos 5 terceras hojas 22c. Más preferentemente, hay al menos 10 terceras hojas 22c. Más preferentemente, hay al menos 20 terceras hojas 22c. Sorprendentemente, el tener aire atrapado dentro de la envoltura 34 del tercer ensamblaje tiende a proporcionar una reducción del daño de golpe hidrodinámico equivalente a tener un mayor número de hojas en el ensamblaje. Así, teniendo aire atrapado dentro de la envoltura 34, se tiende a proporcionar una solución mejorada, con respecto a minimizar la masa del ensamblaje y la cantidad de fluido desplazado del tanque de combustible debido a la presencia del ensamblaje.

En esta realización, las terceras hojas 22c son hojas flexibles hechas de un material basado en fibra, por ejemplo tejido, ondulado/agujeteado o una estera al azar de fibras. En esta realización, las terceras hojas 22c son tela. La tela puede incluir fibras balísticas. Cada una de las terceras hojas 22c es delgada, por ejemplo, cada hoja puede tener un espesor entre 0,1 mm y 0,5 mm, por ejemplo 0,25 mm. Preferentemente, las terceras hojas 22c son inferiores a 1 mm de espesor. Más preferentemente, las terceras hojas 22c son inferiores a 0,5 mm de espesor. Cada una de las terceras hojas 22c está hecha de un material resistente y fuerte tal como un material basado en fibra sintética de aramida o para-aramida tal como poli(tereftalamida de parafenileno) (que se conoce más comúnmente como Kevlar(TM)) o Twaron(TM), o fibras UHMWPE (Spectra, Dyneema).

En esta realización, las terceras hojas 22c son sustancialmente continuas. Sin embargo, en otras realizaciones, una o más de las terceras hojas 22c no es continua, por ejemplo, una o más de las hojas puede incluir una pluralidad de perforaciones, por ejemplo, se puede fabricar una hoja de una malla o material de tipo red.

Preferentemente, el tercer ensamblaje 18c ocupa menos del 15 % del volumen interno total (es decir, capacidad) del tanque de combustible 16.

En esta realización, el tanque de combustible 16 incluye un tercer ensamblaje individual 18c. Sin embargo, en otras realizaciones, el tanque de combustible 16 incluye uno o más ensamblajes adicionales, tales como un tercer ensamblaje adicional 18c, o un tipo diferente de ensamblaje tal como un primer o segundo ensamblaje 18a, 18b. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el tanque de combustible 16 incluye un tercer ensamblaje adicional que se une a la porción de la superficie interna de la piel superior 10 que define el tanque de combustible 16.

Como se describirá ahora con más detalle, el tercer ensamblaje 18c reduce la presión de golpe hidrodinámico en el combustible contenido dentro del tanque de combustible 16 resultante del impacto de un proyectil con una superficie externa del tanque de combustible 16.

La Figura 5 es una ilustración esquemática (no a escala) que ilustra los efectos de un proyectil 24 que impacta con la piel inferior 12 del tanque de combustible 16. La trayectoria del proyectil a través de la piel inferior 12 se indica en la Figura 5 por el número de referencia 26.

El proyectil 24 puede ser cualquier proyectil apropiado u objeto extraño tal como una bala, fragmento de cabeza explosiva, un parte de un vehículo, una roca, una herramienta de mantenimiento, granizo, hielo, un tornillo, etc.

En este ejemplo, el proyectil 24 impacta inicialmente con una superficie externa de la piel inferior 12 y viaja a través de la piel inferior 12. El proyectil 24 causa un daño por cizallamiento de alta velocidad de deformación a la piel inferior 12 dando como resultado un orificio en la piel inferior 12 de aproximadamente el tamaño del proyectil 24. Después de pasar a través de la piel inferior 12, el proyectil 24 impacta con el tercer ensamblaje 18c. Al impactar el proyectil 24 con el tercer ensamblaje 18c, el tercer ensamblaje 18c se tiende a desviar y acelerar al menos de algún modo. El proyectil 24 que impacta con el tercer ensamblaje 18c tiende a retardar el paso del proyectil 24 dentro del tanque de combustible 16. Además, se tiende a usar la energía cinética del impacto del proyectil 24 para desviar y acelerar una o más de las terceras hojas 22c, reduciéndose así la energía introducida en el líquido directamente por el proyectil 24.

La desviación de las terceras hojas 22c por el proyectil se tiende a facilitar por las terceras hojas 22c que no son relativamente flexibles ni pueden moverse cierto grado dentro del tanque de combustible 16.

En este ejemplo, el proyectil 24 viaja a través de (es decir, perfora o penetra) las terceras hojas 22c. La energía de impacto del proyectil 24 se usa para perforar las terceras hojas 22c, reduciéndose así la energía introducida en el líquido por el proyectil 24 y retardándose al menos de algún modo el paso del proyectil 24 dentro líquido.

En algunos situaciones, el proyectil 24 no viaja a través de (es decir, no perfora o penetra) una o más de las terceras hojas 22c. En este ejemplo, cuando viaja dentro de la cavidad 14 del tanque de combustible 16, el proyectil 24 en combinación con las hojas del tercer ensamblaje 22c movidas por el proyectil 24 tiende a experimentar una mayor fuerza de arrastre global del líquido en el tanque de combustible 16 en comparación con lo que se experimentaría por el proyectil 24 si las terceras hojas 22c no estuvieran presentes. Esto tiende a ser al menos en parte debido al aumento del área superficial de la combinación del proyectil 24 y segundas hojas 20b en comparación con el proyectil 24 solo. Así, se tiende a retener el paso del proyectil 24 a través del líquido en el tanque de combustible 16. El retardo del paso del proyectil 24 a través del líquido tiende a reducir la probabilidad de que el proyectil 24 impacte con la piel superior 10. Así, se tiende a reducir la probabilidad de que se forme un orificio en la piel superior 10.

En este ejemplo, al impactar el proyectil 24 con el tanque de combustible 16, se tienden a generar una o más ondas de choque de alta presión 30. Estas ondas de choque 30 tienden a ser de menor energía que una onda de choque u ondas de choque experimentadas en un sistema convencional debido a que al menos algo de la energía de impacto del proyectil 24 se absorbe por el tercer ensamblaje 18c. Además, el tercer ensamblaje 18c tiende a romper las ondas de choque 30 que viajan a través del líquido en el tanque de combustible 16 y así tienden a aislar las pieles superiores e inferiores 10, 12 al menos de algún modo. Así, las presiones resultantes de las ondas de choque 30 ejercidas sobre las paredes del tanque de combustible 16 tienden a ser más bajas que las presiones de las ondas de choque experimentadas en tanques de combustible convencionales. Así, se tiende a reducir la probabilidad de daño a las paredes del tanque de combustible 16 (por ejemplo, desacoplamiento de la piel externa 10, 12 de los mástiles 6 o nervaduras 8).

El proyectil 24 que viaja a través del tercer ensamblaje 18c tiende a generar ondas de choque 30 dentro del tanque de combustible 16 que viajan en direcciones hacia afuera y a lo largo de la piel inferior del avión 12. Ventajosamente, la disposición de las terceras hojas 22c, por ejemplo la fricción relativamente alta entre las terceras hojas 22c, tiende a proporcionar que al menos parte de la energía cinética que causa tales ondas de choque 30 sea absorbida por el tercer ensamblaje 18c. Además, el aire o fluido atrapado dentro de la envoltura del tercer ensamblaje 34 refleja y/o reduce sustancialmente las presiones de choque que se mueven a través de la piel inferior 12. Además, se tienden a reducir las ondas de choque 30 que viajan a través de la superficie del tercer ensamblaje 18c a los bordes del tanque de combustible 16 donde la piel externa inferior 12 se acopla a los mástiles 6 y nervaduras 8. Así, se tienden a disminuir las amplitudes de las ondas de choque 30 que impactan con las pieles externas 10, 12, los mástiles 6 y las nervaduras 8.

En este ejemplo, a medida que el proyectil 24 pasa a través del líquido en el tanque de combustible 16, se puede formar una "estela" de cavitación detrás del proyectil 24, es decir, se puede formar una región de baja presión (por ejemplo, un vapor o un vacío) en la estela del proyectil 24. Esto causa un desplazamiento del líquido y un aumento en la presión del líquido en el tanque de combustible 16. Debido a que se retarda el paso del proyectil 24 a través del tanque de combustible 16 al menos cierto grado por el tercer ensamblaje 18c, se tiende a disminuir el aumento de la presión del fluido resultante de la cavitación causada por el proyectil 24 en comparación con los sistemas convencionales. Así, presiones resultantes de la cavitación ejercida sobre las paredes del tanque de combustible 16 tienden a ser más bajas que en los sistemas convencionales. Así, se tiende a reducir la probabilidad de daño a las paredes del tanque de combustible 16 (por ejemplo, desacoplamiento de la piel externa 10, 12 de los mástiles 6 o nervaduras 8).

En algunos casos, el proyectil 24 no perfora una o más de las terceras hojas 22c. En tales casos, una o más de las terceras hojas 22c se mueven con el proyectil 24 lejos de las otras terceras hojas 22c en la envoltura 34. El proyectil 24 con una o más de las terceras hojas 22c acopladas a él tiende a tener un área superficial mucho mayor que el proyectil 24 solo. Así, el proyectil 24 con una o más de las terceras hojas 22c acopladas a él tiende a experimentar una mayor fuerza de arrastre cuando se mueve a través del líquido en el tanque de combustible 16 en comparación con la que se experimentaría por el proyectil 24 solo. Así, se tiende a retener el paso del proyectil 24 a través del líquido en el tanque de combustible 16. Así, se tiende a reducir la probabilidad de que se forme un orificio en la piel superior 10. Además, el aumento en el arrastre en el proyectil 24 tiende a significar que una mayor porción de la energía de impacto es absorbida por el líquido en el tanque de combustible 16. Así, se tienden a reducir las fuerzas ejercidas sobre las paredes del tanque de combustible 16.

En algunos casos donde el proyectil 24 no perfora una o más de las terceras hojas 22c, las terceras hojas 22c pueden seguir fijamente unidas a la pared del tanque de combustible 16 por la envoltura 34. Así, se puede prevenir que el proyectil 24 se desplace más en el tanque de combustible 16. Al menos algo de la energía de impacto del proyectil 24 se tiende a absorber por las terceras hojas 22c y por tanto no se transfiere a la subestructura del avión 4. Por tanto, la envoltura resistente al líquido 34 tiende a prevenir que el fluido salga del tanque de combustible 16 por el orificio perforado en la piel inferior 12 por el proyectil 24.

Una ventaja proporcionada por los ensamblajes anteriormente descritos es que se tiende a reducir o eliminar el daño de golpe hidrodinámico a un tanque de combustible causado por un objeto que impacta con una superficie externa del tanque de combustible. Se tienden a reducir o eliminar las presiones hidrodinámicas y sus respuestas estructurales asociadas. Así, se tiende a reducir o eliminar la probabilidad de fallo catastrófico del tanque de combustible y la pérdida del avión correspondiente.

Los ensamblajes anteriormente descritos tienden ventajosamente a ser relativamente fáciles y baratos de fabricar.

Los ensamblajes anteriormente descritos tienden a ser relativamente fáciles de actualizar para los tanques de combustible para aviones existentes.

Los ensamblajes anteriormente descritos tienden a proporcionar protección contra el daño de golpe hidrodinámico mientras que ocupan una cantidad relativamente pequeña de la capacidad del tanque de combustible.

Los ensamblajes anteriormente descritos tienden a ser de peso relativamente ligero, de manera que no son una carga significativa para el avión.

La pila de hojas de un ensamblaje está contenida en una envoltura, es decir, un recipiente, tal como una bolsa sellada que se puede fabricar de un material impermeable al líquido tal como un plástico. Esto tiende a facilitar ventajosamente el ajuste del ensamblaje en el tanque de combustible. Además, esto tiende ventajosamente a prevenir u oponerse a la contaminación del combustible dentro del tanque de combustible con contaminantes que pueden estar presentes en o sobre las hojas (por ejemplo, agua o fibras de hojas sueltas). Además, esto tiende ventajosamente a prevenir u oponerse a que las hojas del ensamblaje se lleguen a saturar con el combustible en el tanque de combustible.

En los ejemplos anteriores, los ensamblajes se implementan en un tanque de combustible del ala del avión. Sin embargo, en otros ejemplos, los ensamblajes se usan en un tipo diferente de recipiente para contener líquido. En algunos ejemplos, una o más paredes del recipiente se pueden fabricar de un material diferente al descrito anteriormente.

En los ejemplos anteriores, los ensamblajes se disponen sobre las superficies internas de las pieles superiores y/o inferiores del avión. Sin embargo, en otros ejemplos, un ensamblaje se puede disponer sobre una superficie diferente del tanque de combustible en lugar de o además de una o ambas de las superficies internas de las pieles superiores e inferiores del avión. Por ejemplo, en algunos ejemplos, todas las superficies internas del tanque de combustible tienen uno o más ensamblajes unidos a ellas. En algunos ejemplos, un ensamblaje solo se dispone sobre una única superficie del tanque de combustible, por ejemplo, solo sobre las superficies internas de la piel inferior del avión.

En los ejemplos anteriores, las hojas de los ensamblajes se unen a las paredes del tanque de combustible por pernos roscados, o siendo contenidas en una envoltura que se adhiere a la pared del tanque de combustible. Sin embargo, en otros ejemplos, una o más de las hojas de uno o más de los ensamblajes se pueden unir a una pared del tanque de combustible usando un medio de unión apropiado diferente. Por ejemplo, se puede usar un perno que tiene una o más barbas dispuestas para permitir que las hojas se empujen sobre el perno, pero se opongan a retirar una hoja. En algunos ejemplos, se usa un pasador que se configura para retirar las hojas en respuesta a un impacto de proyectil. En algunos ejemplos, las hojas se pueden unir o adherir a un componente de subestructura (es decir, un mástil, nervadura, o piel) de tal forma que la hoja se "pele" y desprenda del componente de subestructura cuando se carga por impacto. En otros ejemplos, las hojas tienen uno o más puntos de unión adicionales separados a través de ellos.

En los ejemplos anteriores, cada ensamblaje se une a una superficie interna del tanque de combustible de forma que las hojas se extiendan a través y próximas a esa superficie interna. Sin embargo, en otros ejemplos, se pueden localizar uno o más ensamblajes en una posición diferente dentro del tanque de combustible. Por ejemplo, en algunos ejemplos, se puede localizar un ensamblaje en una posición de "tanque intermedio", por ejemplo, de forma que las hojas del ensamblaje se alejen de las pieles superiores e inferiores, por ejemplo sustancialmente equidistantes de y paralelas a las pieles superiores e inferiores. La Figura 6 es una ilustración esquemática (no a escala) que muestra una sección transversal a través del tanque de combustible 16 en el que se implementa un ejemplo adicional de un ensamblaje, denominado en lo sucesivo el "cuarto ensamblaje" 18d. El cuarto ensamblaje 18d comprende una pluralidad de hojas de material, en lo sucesivo "cuartas hojas" 22d, que se disponen como una pila y se localizan en el tanque de combustible sustancialmente equidistantes de y paralelas a las pieles superiores e inferiores 10, 12. Las cuartas hojas 22d se retienen libremente en la posición por varillas roscadas 32 que se extienden entre la piel superior e inferior 10, 12. En algunos ejemplos, las cuartas hojas 22d se pueden unir directamente a los mástiles 6 o nervaduras 8, por ejemplo, usando un adhesivo.

En los ejemplos anteriores, un ensamblaje incluye una pluralidad de hojas de material. Las hojas son capas de tela hechas de un material basado en fibra balística, por ejemplo tejido, ondulado/agujeteado o una estera de fibras. Sin embargo, en otros ejemplos, las hojas de material se fabrican de material diferente al descrito anteriormente y/o pueden tener diferentes dimensiones a las proporcionadas anteriormente. En algunos ejemplos, el término "hoja" se refiere a un artículo que tiene un espesor que es mucho menor a su longitud y anchura, por ejemplo un espesor que es al menos 10 veces más pequeño que su longitud y anchura, o un espesor que es al menos 100 veces más pequeño que su longitud y anchura, o un espesor que es al menos 1000 veces más pequeño que su longitud y anchura. La terminología "hoja" u "hoja de material" se refiere ampliamente a cualquier tipo de material de tela, paño, película, capa u hoja e incluye, pero no se limita a, capas o material que incluye materiales elásticos de tela (tricotada, tejida o no tejida), películas plásticas o no plásticas con aberturas, hojas de espuma polimérica con células abiertas o cerradas, materiales no tejidos en general, materiales elásticos transpirables en general, materiales de hoja de poliuretano transpirables perforados o no perforados, materiales extruidos tales como películas extruidas, y similares.

En algunos ejemplos, uno o más de los ensamblajes incluye solo una única hoja de material.

En los ejemplos anteriores, las hojas de material de un ensamblaje se disponen como una pila, es decir, las hojas se estratifican una encima de la otra. En algunos ejemplos, las hojas apiladas pueden estar sustancialmente paralelas o alineadas. En algunos ejemplos, para cada hoja en una pila de hojas, una superficie más alta o más baja de esa hoja puede estar en contacto con una superficie más alta o más baja de una hoja adyacente en la pila. Así, en algunos ejemplos, si una pila de hojas incluye tres o más hojas, al menos una hoja está intercalada entre otras dos hojas. Sin

embargo, en otros ejemplos, una hoja de material de un ensamblaje no está en una pila de hojas. Por ejemplo, en algunos ejemplos, un ensamblaje incluye una hoja que se ha plegado una o más veces para proporcionar múltiples capas (paralelas) del material. Las hojas se pueden orientar dentro del tanque de combustible en cualquier dirección apropiada.

- 5 En los ejemplos anteriores, las hojas de material son flexibles. Por ejemplo, una hoja de material puede ser suficientemente flexible (es decir, tener baja rigidez) de forma que, cuando se impacte por un proyectil, esa hoja de material se deforme o doble para rodear, al menos de algún modo, o envolver completamente, ese proyectil. Sin embargo, en otros ejemplos, una o más de las hojas no son flexibles, es decir, una o más de las hojas son rígidas de forma que, cuando se impactan por un proyectil, esa hoja no rodea el proyectil a ningún grado. En algunos ejemplos,
- 10 las hojas de material son suficientemente flexibles para inhibir la transferencia no deseable de cargas estructurales en ellas, asegurando que la estructura del avión funcione según se desee en términos de proporcionar trayectorias diseñadas de carga estructural.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de almacenamiento de líquido que comprende:
un tanque (16) para contener un líquido, encerrando dicho tanque (16) un espacio de almacenamiento de líquido (14);
5 múltiples capas de tela (22a-d); y
medios de unión que unen las múltiples capas de tela (22a-d) a una superficie interna del tanque (16); caracterizado por que
los medios de unión comprenden una envoltura no permeable (34), siendo unida la envoltura (34) a la superficie interna del tanque (16), siendo encerradas las múltiples capas de tela (22a-d) en la envoltura (34) de forma que las múltiples capas de una tela se aislen de un líquido en el tanque (16).
10
2. Un sistema de almacenamiento de líquido según la reivindicación 1, en el que las múltiples capas de tela (22a-d) comprenden una pluralidad de hojas de tela dispuestas como una pila de hojas.
3. Un sistema de almacenamiento de líquido según la reivindicación 1 o 2, en el que la tela comprende fibras de aramida o para-aramida.
- 15 4. Un sistema de almacenamiento de líquido según la reivindicación 3, en el que las fibras de aramida o para-aramida son poli(tereftalamida de para-fenileno).
5. Un sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que cada una de las capas de tela tiene un espesor inferior a 0,5 mm.
- 20 6. Un sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las múltiples capas de tela (22a-d) incluyen al menos veinte capas.
7. Un sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la envoltura (34) contiene un líquido, además de las múltiples capas de tela (22a-d).
8. Un sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que los medios de unión comprenden uno o más pernos (20a, 20b), comprendiendo cada perno (20a, 20b) una porción de base para la unión a una superficie interna de una pared del tanque, y un miembro alargado roscado que pasa a través de las múltiples capas de tela (22a-d).
25
9. Un sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el volumen total de la cavidad en el tanque (16) de las múltiples capas de tela (22a-d) y los medios de unión es inferior o igual al 15 % en volumen del volumen del tanque.
- 30 10. Un sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las múltiples capas de tela (22a-d) están próximas y son sustancialmente paralelas a una superficie interna de una pared del tanque (16).
11. Un sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que una fuerza de penetración requerida para penetrar una capa del material de tela (22a-d) es mayor que una fuerza con la que el medio de unión une las múltiples capas del material de tela (22a-d) a la superficie interna del tanque (16).
35
12. Un vehículo que comprende un sistema de almacenamiento de líquido para contener un líquido, siendo el sistema de almacenamiento de líquido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
13. Un método de producción de un sistema de almacenamiento de líquido, comprendiendo el método:
40 proporcionar un tanque (16) para contener un líquido, encerrando dicho tanque (16) un espacio de almacenamiento de líquido (14);
proporcionar múltiples capas de tela (22a-d); y caracterizado por que el método comprende además:
proporcionar una envoltura no permeable (34);
poner las múltiples capas de tela (22a-d) en la envoltura (34);
sellar la envoltura (34) con las múltiples capas de tela (22a-d) localizadas en su interior; y
45 unir la envoltura sellada (34) a la superficie interna del tanque (16).

Fig. 1

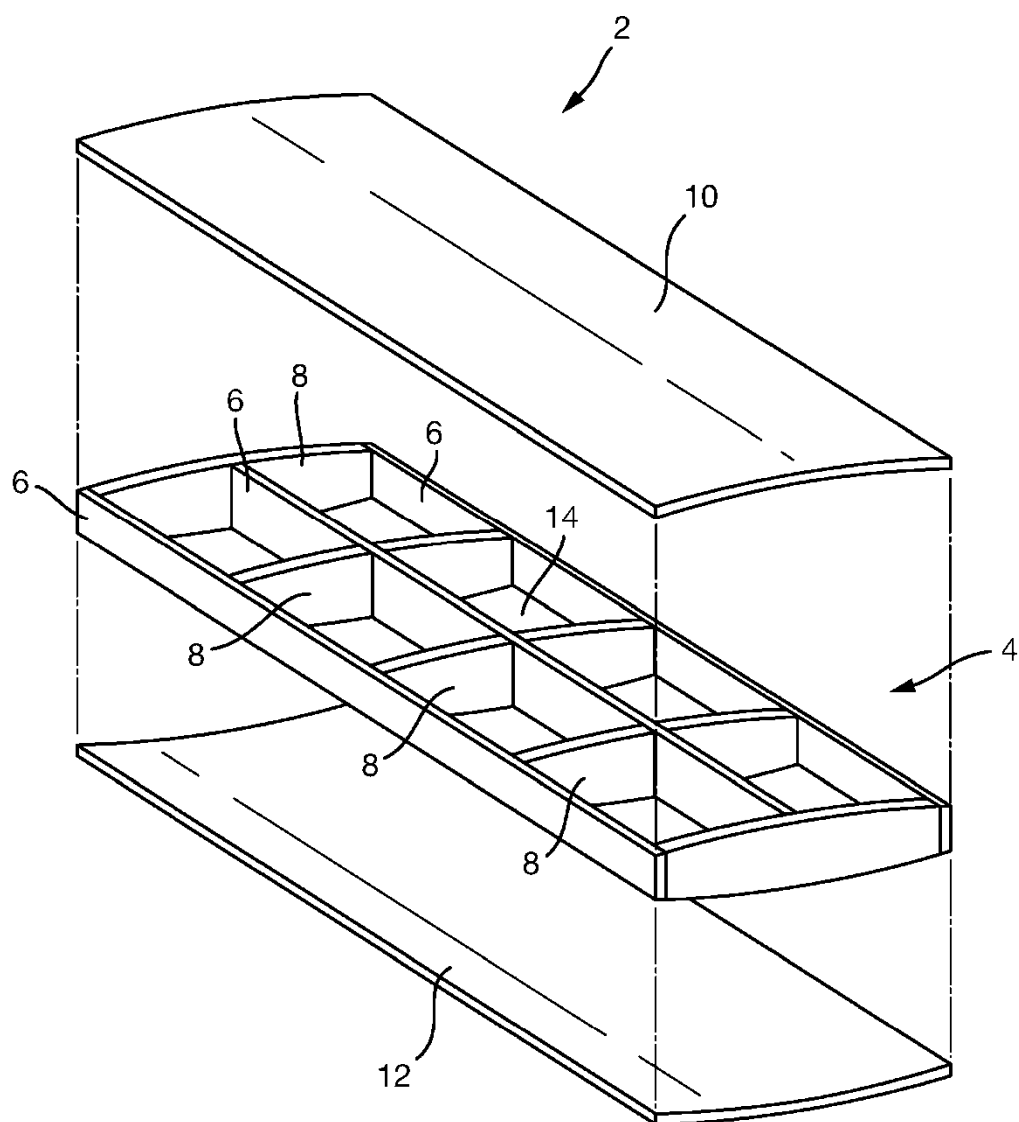


Fig. 2

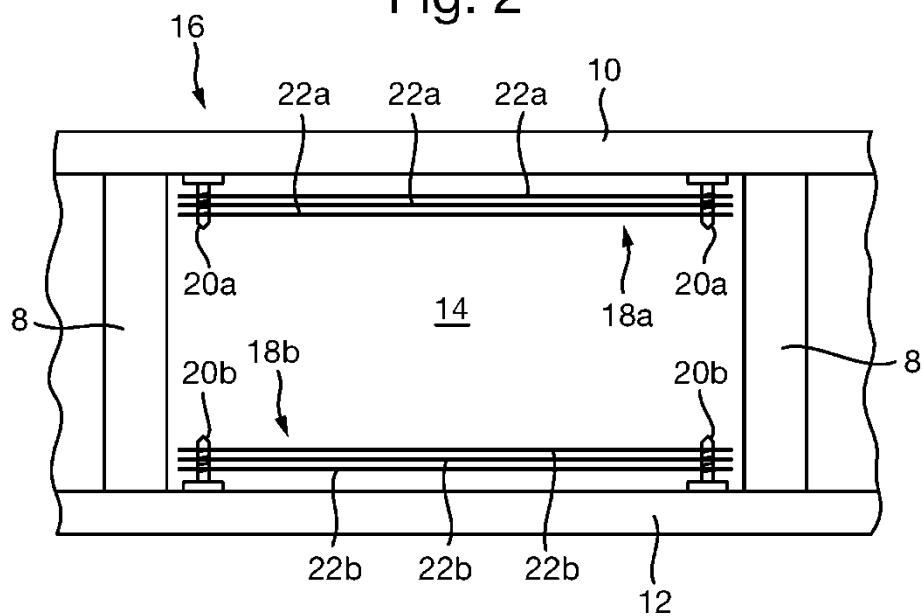


Fig. 3

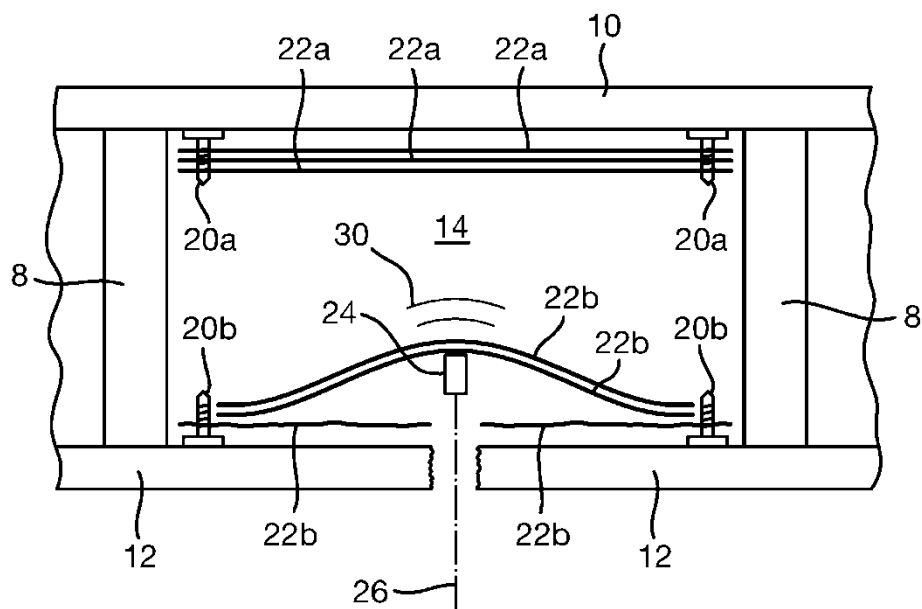


Fig. 4

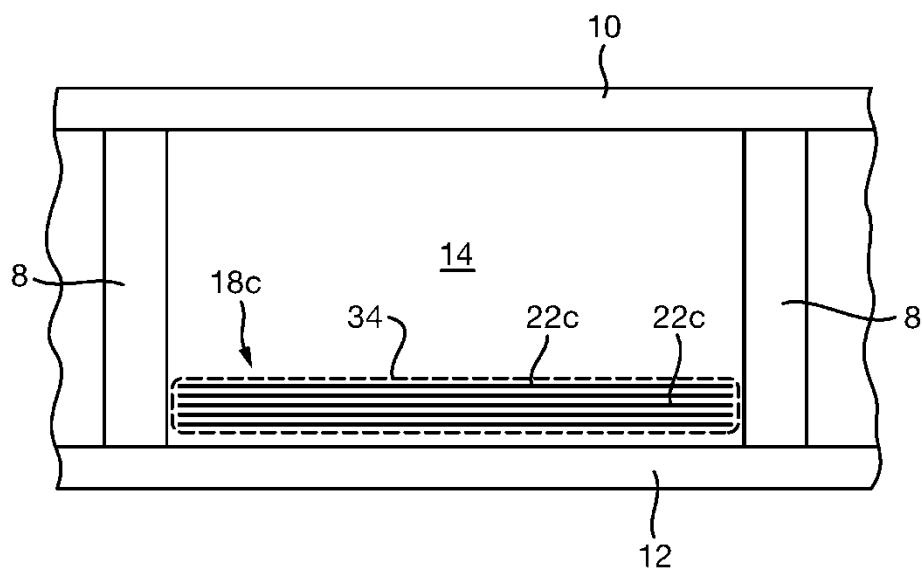


Fig. 5

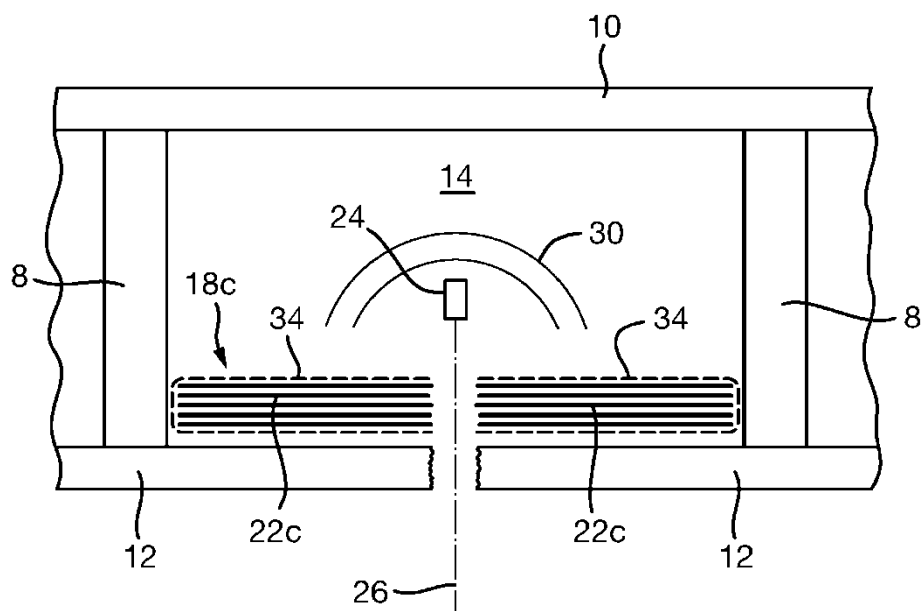


Fig. 6

