

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 826**

51 Int. Cl.:

**F17C 3/00** (2006.01)

**F41H 7/04** (2006.01)

**F41H 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2013 PCT/US2013/034319**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.10.2013 WO13151857**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2013 E 13771901 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 2834549**

54 Título: **Sistema de contención de líquido autosellante con un miembro de absorción de energía interna**

30 Prioridad:

**03.04.2012 US 201261619483 P**

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

**29.06.2020**

73 Titular/es:

**HUTCHINSON S.A. (100.0%)  
2 rue Balzac  
75008 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**BONGIOVANNI, DAVID, L.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 769 826 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 contención de líquido autosellante con un miembro de absorción de energía interna

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica el beneficio bajo 35 U.S.C. § 119 (e) de la fecha de presentación anterior de la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos No. 61/619,483 presentada el 3 de abril de 2012.

Antecedentes

Esta solicitud divulga una invención que está relacionada, en general y en diversas realizaciones, con un sistema de contención de líquido autosellante con uno o más miembros de absorción de energía internos.

10 Hay una variedad de contenedores de líquidos actualmente en uso que contienen combustibles (gasolina, combustible para aviones, querosene, petróleo, diésel, etc.) u otro fluido (agua, alcohol, solvente, lubricante, etc.). Dependiendo del líquido que deben contener los contenedores, los contenedores pueden fabricarse de plástico, aluminio, acero, etc. Para los contenedores que deben contener combustible, tales contenedores incluyen, por ejemplo, tanques de almacenamiento de combustible independientes, tanques de combustible de vehículos, vehículos de transporte de combustible, etc. En general, muchos de estos contenedores de combustible están contruidos de metales (por ejemplo, acero, aluminio, etc.) con espesores nominales y sin protección especial contra un evento de alto impacto y/o evento balístico de alta energía. Una representación simplificada de un contenedor de líquido capaz de contener combustible se muestra en la figura 1.

20 En muchas situaciones, especialmente en situaciones relacionadas con el militares, una ruptura o abertura creada a través de la pared de un contenedor de combustible estándar, tal como, por ejemplo, el tanque de combustible de un vehículo puede tener consecuencias desastrosas. Tales consecuencias pueden variar desde la pérdida de combustible valioso hasta la ignición del combustible y la explosión del contenedor/vehículo. En el caso de un contenedor de combustible estándar, si el contenedor de combustible estándar está sujeto a un evento de alto impacto y/o un evento balístico de alta energía, no es raro que el evento provoque una ruptura o abertura a través de una pared del contenedor de combustible. La ruptura o abertura conduce a la pérdida rápida de combustible, y posiblemente a la ignición del combustible y la explosión del contenedor/vehículo. Obviamente, la ruptura o abertura puede representar un grave riesgo para la vida de las personas que se encuentran cerca del contenedor de combustible.

25 Se han utilizado diversos enfoques para reducir el riesgo de las consecuencias negativas asociadas con una ruptura o abertura a través de la pared de un contenedor de líquido. Dichos enfoques incluyen, por ejemplo, rociar un recubrimiento protector sobre la superficie exterior del contenedor de líquido, rodeando el contenedor de líquido con placas balísticas, rodeando el contenedor de líquido con paneles autosellantes y miembros de tapa autosellantes, etc.

30 Para un contenedor de líquido dado, aunque los enfoques descritos anteriormente tienen diferentes niveles de éxito con respecto a la prevención y/o autosellado de "heridas de penetración de entrada" a una pared del contenedor de líquido, los enfoques respectivos son a menudo menos exitosos con respecto a la prevención y/o autosellado de "heridas de penetración de salida" a una o más paredes del contenedor de líquido.

35 En general, una herida de penetración de entrada a una pared de un contenedor de líquido dado da como resultado una desviación mínima de la pared. Cuando un proyectil impacta la pared del contenedor de líquido, la compresibilidad relativamente baja del fluido dentro del contenedor de líquido opera para limitar la desviación "hacia adentro" de la pared. A medida que el proyectil pasa a través de la pared, cualquier petalización resultante de la penetración de entrada se dirige típicamente al contenedor de líquido y lejos de un recubrimiento autosellante externo. Por lo tanto, la ruptura o la abertura a través de la pared tiende a ser "limpia" permitiendo cualquier protección externa (por ejemplo, un recubrimiento autosellante) para proporcionar una reducción o eliminación adecuada de la fuga de fluido.

40 En contraste con su rendimiento con respecto a las heridas de entrada, es significativamente más difícil que un recubrimiento autosellante externo proporcione rápidamente una reducción en la fuga de fluido o selle completamente una herida de salida. Cuando un proyectil que ha pasado a través de una pared dada de un contenedor de líquido y hacia el interior del contenedor de líquido impacta posteriormente en otra pared del contenedor de líquido (o la pared dada en una ubicación diferente), la desviación "hacia afuera" resultante del impacto en la pared es generalmente más severa que la desviación "hacia adentro" anterior de la pared dada.

45 Hay múltiples factores que pueden causar que la desviación "hacia afuera" sea más severa que la desviación "hacia adentro" asociada. Por ejemplo, aunque el fluido dentro del contenedor de líquido opera para limitar la desviación "hacia adentro" de la pared, no funciona para limitar la desviación "hacia afuera" de la pared. Además, cuando el proyectil impacta el fluido dentro del contenedor de líquido, se desarrolla una onda de presión que viaja a través del fluido, y la onda de presión de desplazamiento opera para ejercer fuerzas adicionales (por ejemplo, ariete hidrodinámico) contra la pared que pueden contribuir a un mayor daño resultante en la herida de salida. Además, la dinámica del proyectil también puede contribuir a un mayor daño resultante en la herida de salida. Los proyectiles no esféricos y en forma de ojiva son muy inestables ya que viajan a través del fluido. Debido a esta inestabilidad, estos proyectiles a menudo impactan las paredes del tanque en un estado caído o fuera del eje. Cuando un proyectil en un

estado caído o fuera del eje penetra una pared dada del contenedor de líquido, la abertura resultante en la pared tiende a tener la forma de un gran agujero oblongo.

5 La petalización resultante de la penetración de salida se dirige típicamente lejos del contenedor de líquido y hacia un recubrimiento autosellante externo. El agrietamiento de la pared también puede ocurrir en la herida de salida. La combinación de desviación, petalización y agrietamiento crea una herida que es significativamente más grande y, por lo tanto, más difícil de sellar rápida y completamente que una herida de entrada típica.

10 Un enfoque para reducir el tamaño de una posible herida de salida ha sido aumentar el grosor de la pared del contenedor de líquido para absorber/disipar mayores cantidades de energía tras el impacto del proyectil. La energía requerida para que un proyectil penetre en una pared del contenedor de líquido es proporcional al grosor de la pared. Al aumentar el grosor de la pared, se reduce la cantidad de energía introducida en el contenedor de líquido por el proyectil, y se reduce la cantidad de energía aplicada posteriormente a la herida de salida. Sin embargo, el aumento del grosor de la pared por sí solo no es deseable ya que agrega peso y reduce la capacidad volumétrica del contenedor de líquido (para el mismo tamaño total).

15 Algunos contenedores para líquidos incluyen características interiores que, aunque no están específicamente diseñadas para eliminar o reducir las penetraciones de salida mediante una mayor absorción de energía, operan para limitar potencialmente la cantidad de energía aplicada a una herida de salida. Tales características interiores incluyen, por ejemplo, un deflector de chapoteo, un deflector de cámara, un diafragma, una cámara de aire, etc.

20 Con respecto a los deflectores internos de chapoteo, uno o más deflectores de chapoteo se han montado estratégicamente dentro de un tanque de combustible para mitigar la oscilación del fluido debido al chapoteo, y generalmente se han colocado dentro del tanque de combustible para manejar áreas de exceso de movimiento del fluido. Los deflectores de chapoteo se fabrican típicamente de un material que es igual o similar a la pared del tanque de combustible. Si bien estos deflectores de chapoteo absorberán/disiparán parte de la energía de un proyectil que los atraviesa, no están contruidos con el suficiente grosor, dureza, resistencia, etc., para tener la capacidad de absorber/disipar suficiente energía del proyectil para reducir significativamente La capacidad del proyectil de crear una herida de penetración de salida dañina.

25 Con respecto a los deflectores de la cámara interna, uno o más deflectores de la cámara se han montado estratégicamente dentro de un tanque de combustible para crear cámaras separadas dentro del tanque de combustible. El posicionamiento de los deflectores de la cámara ha variado de una aplicación a otra según los requisitos de separación de la cámara. Los deflectores de cámara se fabrican típicamente de un material que es igual o similar a la pared del tanque de combustible. Si bien estos deflectores de cámara absorberán/disiparán parte de la energía de un proyectil que los atraviesa, no están contruidos con el suficiente grosor, dureza, resistencia, etc. para tener la capacidad de absorber/disipar suficiente energía del proyectil para reducir significativamente La capacidad del proyectil de crear una herida de penetración de salida dañina.

30 Con respecto a los diafragmas interiores, uno o más diafragmas se han colocado estratégicamente dentro de un tanque de combustible para controlar las presiones internas en cámaras individuales dentro del tanque de combustible. Los diafragmas se fabrican típicamente de un material compatible. Si bien estos diafragmas absorberán/disiparán parte de la energía de un proyectil que los atraviesa, no están contruidos con el suficiente grosor, dureza, resistencia, etc., para tener la capacidad de absorber/disipar suficiente energía del proyectil para reducir significativamente La capacidad del proyectil de crear una herida de penetración de salida dañina.

35 Con respecto a las cámaras de aire interiores, una o más cámaras de aire se han colocado dentro de un contenedor de líquido y funcionan para contener un líquido o fluido. Las cámaras de aire se fabrican típicamente de un material compatible. Si bien tales cámaras de aire absorberán/disiparán parte de la energía de un proyectil que las atraviesa, no están contruidas con el grosor, dureza, resistencia, etc. suficientes para tener la capacidad de absorber/disipar suficiente energía del proyectil para reducir significativamente la capacidad del proyectil de crear una herida de penetración de salida dañina.

40 El documento US 2009/0050629 divulga un método, y un revestimiento de reacción sigilosa con efecto de capa, autosellante, para sellar contra fugas de combustible de la pared perforada por heridas de un contenedor de combustible líquido sintético FT.

#### Resumen

50 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema que tiene las características de la reivindicación 1 a continuación.

#### Breve descripción de los dibujos

55 En el presente documento se describen diversas realizaciones de la invención a modo de ejemplo junto con las siguientes figuras, en donde los caracteres de referencia similares designan los mismos elementos o elementos similares.

La figura 1 ilustra diversas realizaciones de un contenedor de líquido que tiene un sistema interno de absorción de energía;

La figura 2 ilustra diversas realizaciones del sistema de absorción de energía de la FIG. 1; y

5 La figura 3 ilustra diversas realizaciones de un miembro de absorción de energía del sistema de absorción de energía de la FIG. 1.

Descripción detallada

10 Debe entenderse que al menos algunas de las figuras y descripciones de la invención se han simplificado para ilustrar elementos que son relevantes para una comprensión clara de la invención, al tiempo que se eliminan, por razones de claridad, otros elementos que las personas con experiencia en la técnica apreciarán, también pueden comprender una porción de la invención. Sin embargo, debido a que tales elementos son bien conocidos en la técnica, y debido a que no facilitan una mejor comprensión de la invención, no se proporciona una descripción de tales elementos en el presente documento.

15 La figura 1 ilustra diversas realizaciones de un contenedor 10 de líquido que tiene un sistema 12 interno de absorción de energía. Para permitir una vista sin obstrucciones del sistema 12 de absorción de energía, algunas porciones "exteriores" del contenedor 10 de líquido no se muestran en la figura 1. El contenedor 10 de líquido puede contener un líquido dentro del contenedor 10 de líquido, y el líquido retenido puede ser un combustible (por ejemplo, gasolina, combustible para aviones, querosene, aceite, diésel, etc.) u otro fluido (agua, alcohol, solvente, lubricante, etc.). El contenedor 10 de líquido también puede formar una porción de un aparato más grande, tal como un vehículo, un avión, etc. Para fines de simplicidad, el contenedor 10 de líquido se describirá en el contexto de ser realizado como un tanque de combustible de un vehículo. Sin embargo, se apreciará que el contenedor 10 de líquido puede ser un contenedor de líquido distinto de un tanque de combustible. Además, aunque el contenedor 10 de líquido se muestra como de forma esencialmente rectangular en la figura 1, se apreciará que el contenedor 10 de líquido puede ser de cualquier tamaño y forma adecuados.

20 Como se muestra en la figura 1, el tanque 10 de combustible incluye una pared 14 que define un volumen interior del tanque 10 de combustible. Las porciones de la pared 14 no se muestran en la figura 1 para permitir una vista sin obstrucciones del miembro de absorción de energía. La pared 14 puede fabricarse de cualquier material adecuado y puede fabricarse de cualquier número de piezas individuales (por ejemplo, una pieza, piezas múltiples, etc.). Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, la pared 14 puede incluir un plástico, un aluminio, un acero, una aleación, etc. La capacidad de la pared 14 para absorber/disipar energía de impacto puede variar dependiendo del material con el que se fabrica la pared 14 desde y la dureza del material (que está relacionado con el grosor del material).

25 De acuerdo con diversas formas de realización, el "exterior" de la pared 14 está cubierto por un material 16 autosellante, tal como, por ejemplo, un recubrimiento por pulverización autosellante, paneles autosellantes, miembros de tapa autosellantes, etc. Para fines de claridad, solo se muestra una porción muy pequeña del material 16 autosellante que cubre el "exterior" de la pared 14 en el lado inferior izquierdo de la figura 1. Para las realizaciones en las que la pared 14 está cubierta sustancialmente por el material 16 autosellante, se apreciará que el contenedor 10 de líquido puede funcionar como un sistema de contención de combustible autosellante que evita automáticamente que el combustible escape a la atmósfera cuando un evento de alto impacto y/o un evento balístico de alta energía provoca una ruptura o abertura a través de una pared 14 dada del tanque 10 de combustible (por ejemplo, provoca una herida de penetración de entrada). Tales rupturas o aberturas pueden ocurrir, por ejemplo, cuando un objeto tal como un proyectil, metralla, etc. que se desplaza a alta velocidad atraviesa una pared 14 del tanque 10 de combustible y entra al interior del tanque 10 de combustible. Aunque el contenedor 10 de líquido se ha descrito en el contexto porque tiene una sola pared 14 que define el volumen interior del contenedor 10 de líquido, se apreciará que el contenedor 10 de líquido se puede fabricar para incluir cualquier número de paredes 14 que definen colectivamente el volumen interior del contenedor 10 de líquido.

30 Como se muestra en la figura 1, el sistema 12 de absorción de energía se coloca dentro del volumen interior del tanque 10 de combustible. De acuerdo con diversas realizaciones, el sistema 12 de absorción de energía está conectado al contenedor 10 de líquido. El sistema 12 de absorción de energía puede estar conectado al contenedor 10 de líquido de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, el sistema 12 de absorción de energía puede ser soldado al contenedor 10 de líquido, sujeto al contenedor 10 de líquido mediante sujetadores, tornillos, pernos, clips, etc. De acuerdo con otras realizaciones, el sistema 12 de absorción de energía puede estar en una disposición de fijación flotante o suelta con el contenedor 10 de líquido a través de soportes no abrochados, bujes, fuelles flexibles, etc.

35 La figura 2 ilustra diversas realizaciones del sistema 12 de absorción de energía. El sistema 12 de absorción de energía incluye uno o más miembros 18 de absorción de energía y está configurado de tal manera que la cantidad de energía de impacto que puede ser absorbida/disipada por el sistema 12 de absorción de energía es al menos 18% mayor que la cantidad de energía de impacto que puede ser absorbida/disipada por la pared 14 del tanque 10 de combustible. Para las realizaciones en las que el sistema 12 de absorción de energía incluye más de un miembro 18 de absorción

de energía, se apreciará que la suma de las energías capaces de ser absorbidas/disipadas por los miembros 18 de absorción de energía respectivos son al menos un 18% mayores que la cantidad de energía de impacto que puede ser absorbida/disipada por la pared 14 del tanque 10 de combustible. Un miembro 18 de absorción de energía dado puede ser configurado en cualquier tamaño, forma y grosor adecuados. El miembro 18 de absorción de energía comprende un metal que tiene una dureza Brinell de al menos 150 (o una dureza Rockwell equivalente, dureza Vickers, dureza Knoop, dureza Shore, etc.).

Aunque solo se muestra un miembro 18 de absorción de energía en el sistema 12 de absorción de energía figura 2, se apreciará que, de acuerdo con otras realizaciones, el sistema 12 de absorción de energía puede incluir una pluralidad de miembros 18 de absorción de energía. Para tales realizaciones, los miembros 18 de absorción de energía pueden estar conectados entre sí, separados uno del otro, o combinaciones de estos. Los respectivos miembros 18 de absorción de energía pueden colocarse dentro del contenedor 10 de líquido en áreas que proporcionan la máxima protección para direcciones de penetración de alto riesgo. Por ejemplo, en muchos casos, las amenazas se dirigen contra el "fondo" o "lados traseros" de un tanque 10 de combustible. Al colocar estratégicamente uno o más miembros 18 de absorción de energía dentro del tanque 10 de combustible para optimizar su efectividad, la probabilidad y/o la gravedad de cualquier herida de salida relacionada con el proyectil se reduce significativamente.

En general, el metal(s), el tamaño y la forma de un miembro 18 de absorción de energía dado se basarán en varios factores tales como el nivel de amenaza, los requisitos de espacio, el tipo de combustible, etc. Por ejemplo, de acuerdo con diversas realizaciones, un miembro 18 de absorción de energía dado incluye aluminio 7075 T6 que tiene una dureza Brinell de 150.

La figura 3 ilustra diversas realizaciones de un miembro 18 de absorción de energía dado del sistema 12 de absorción de energía. Como se muestra en la figura 3, el miembro 18 de absorción de energía está configurado como un "laminado" que incluye una primera capa 20 de un primer metal y una segunda capa 22 de un segundo metal. El primer metal puede ser igual o diferente al segundo metal. De manera similar, el tamaño, la forma y/o el grosor de la primera capa 20 pueden ser iguales o diferentes al tamaño, la forma y/o el grosor de la segunda capa 22. Aunque solo se muestran dos capas 20, 22 en la figura 3, se apreciará que un miembro 18 de absorción de energía dado puede incluir cualquier número de capas fabricadas a partir de cualquier tipo adecuado de metales.

La cantidad de energía de impacto que será absorbida/disipada respectivamente por la pared 14 y el sistema 12 de absorción de energía puede cuantificarse para diferentes metales y configuraciones. Por ejemplo, la cantidad de energía a ser absorbida/disipada por el miembro 18 de absorción de energía dado puede cuantificarse usando la siguiente ecuación de velocidad residual para determinar la desaceleración del objeto (por ejemplo, proyectil, metralla, etc.) a medida que pasa a través el miembro 18 de absorción de energía, luego convierte la velocidad residual determinada en energía usando una fórmula estándar de pérdida de energía:

$$v_r = \left\{ v^2 - \left[ \frac{1.1275 \left( \frac{t}{D} \right)^{0.8} D^{1.5} \log_{10} BHN}{m^{0.5} \cos^{0.8} \theta} \right]^2 \right\}^{0.5} \quad (1)$$

donde  $v_r$  es la velocidad residual del objeto,  $v$  es la velocidad de impacto del objeto,  $t$  es el grosor del miembro 18 de absorción de energía,  $D$  es el diámetro del objeto,  $BHN$  es el número de dureza Brinell asociado con el miembro 18 de absorción de energía,  $m$  es la masa del objeto y  $\theta$  es el ángulo de oblicuidad.

De acuerdo con diversas realizaciones, la configuración de un miembro 18 de absorción de energía dado provoca la fragmentación del proyectil (la rotura del proyectil grande de alta energía en múltiples proyectiles más pequeños de menor energía) después de que el proyectil impacta el miembro 18 de absorción de energía. En tales realizaciones, el miembro 18 de absorción de energía incluye un metal que tiene una dureza más alta que el material del que está fabricado el proyectil. Cuando el proyectil impacta el miembro 18 de absorción de energía, se transferirán grandes cantidades de energía a la deformación del proyectil. Si se transfiere suficiente energía a la deformación del proyectil, el proyectil se romperá en diversas piezas. La rotura del proyectil en objetos más pequeños hace que el miembro 18 de absorción de energía absorba grandes cantidades de energía. El área de sección transversal reducida y la energía de los fragmentos respectivos dan como resultado una reducción del tamaño de la herida de salida o la eliminación de las penetraciones de salida. Esto puede permitir una reducción general en el material 16 autosellante en el exterior del contenedor 10 de líquido y facilitar una reducción en la cantidad de fuga de combustible del contenedor 10 de líquido.

En general, cuando un proyectil que viaja a alta velocidad pasa inicialmente a través de una pared 14 dada del tanque 10 de combustible, hacia el interior del tanque 10 de combustible e impacta un miembro 18 de absorción de energía,

el miembro 18 de absorción de energía funciona para absorber/disipar la energía del proyectil, reduciendo o eliminando la capacidad del proyectil de producir una herida de salida a través de otra pared 14 del tanque 10 de combustible (o a través de la pared 14 dada en una ubicación diferente). Incluso si el proyectil pasa a través del miembro 18 de absorción de energía y produce una herida de salida en la otra pared 14 (o en la pared 14 dada en una ubicación diferente), habrá menos daño en la pared 14 del tanque 10 de combustible. Con menos daño, es más probable que el material autosellante que cubre el contenedor 10 de líquido pueda ser capaz de sellar rápida y completamente la herida de salida, reduciendo así la cantidad de combustible perdido.

5

El miembro 18 de absorción de energía está configurado para permitir que el combustible dentro del contenedor 10 de líquido fluya con restricción limitada desde un lado del miembro 18 de absorción de energía a un lado opuesto del miembro 18 de absorción de energía para evitar salpicaduras. Dicho de otra manera, el miembro 18 de absorción de energía no hace que el combustible quede atrapado en ninguna área del contenedor 10 de líquido. De acuerdo con diversas realizaciones, el miembro 18 de absorción de energía puede configurarse y disponerse dentro del contenedor 10 de líquido para absorber la energía desarrollada por ariete hidrodinámico. La forma, el área de sección transversal, el grosor y la ubicación de un miembro 18 de absorción de energía dentro de un tanque 10 de combustible pueden contribuir a la supresión de la energía desarrollada por el ariete hidrodinámico. La deformación resultante del miembro 18 de absorción de energía, así como cualquier traslación inducida en disposiciones flotantes, operará para reducir la cantidad de energía aplicada a la pared 14 del contenedor 10 de líquido. La reducción en la cantidad de energía aplicada a la pared 14 del contenedor 10 de líquido dará como resultado menos petalización, agrietamiento y desviación desarrolladas en cualquier herida de salida relacionada con proyectil.

10

15

El uso de uno o más miembros 18 de absorción de energía ligeros dentro del contenedor 10 de líquido puede permitir una reducción en la cantidad de material 16 autosellante necesario en el exterior del contenedor 10 de líquido. La reducción puede ser una reducción uniforme o una reducción sobre ciertas áreas del contenedor 10 de líquido. Dependiendo de la cantidad de la reducción, se puede bajar el peso total del sistema de combustible. El uso de uno o más miembros 18 de absorción de energía ligeros dentro del contenedor 10 de líquido también puede permitir una reducción en el grosor de la pared 14 del contenedor 10 de líquido, reduciendo así el peso del sistema de combustible y/o aumentando el volumen de combustible que puede contener el contenedor 10 de líquido. El uso de uno o más miembros 18 de absorción de energía ligeros dentro del contenedor 10 de líquido también puede permitir que la pared 14 se fabrique de un material más ligero de lo que sería el caso, reduciendo así el peso del sistema de combustible. Por ejemplo, un tanque 10 de combustible que tiene una pared 14 (o paredes) fabricadas de polietileno (HDPE) de alta densidad y que utiliza uno o más miembros 18 de absorción de energía puede proporcionar el mismo nivel de protección balística que un tanque de combustible de acero que no tiene miembros 18 de absorción de energía interna.

20

25

30

Nada en la descripción anterior pretende limitar la invención a ningún material específico, geometría u orientación de elementos. Se contemplan muchas sustituciones de parte/orientación dentro del alcance de la invención y serán evidentes para los expertos en la materia. Las realizaciones descritas en el presente documento se presentaron solo a modo de ejemplo y no deberían usarse para limitar el alcance de la invención reivindicada.

35

Aunque la invención se ha descrito en términos de realizaciones particulares en esta solicitud, un experto habitual en la técnica, a la luz de las enseñanzas de la presente, puede generar realizaciones y modificaciones adicionales sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Por consiguiente, se entiende que los dibujos y las descripciones en el presente documento se ofrecen solo para facilitar la comprensión de la invención y no deben interpretarse para limitar el alcance de esta.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema que comprende:
- un contenedor (10) de líquido, en donde el contenedor (10) de líquido comprende una pared (14) que define un volumen interior del contenedor (10) de líquido; y
- 5 Un sistema (12) de absorción de energía colocado dentro del volumen interior del contenedor (10) de líquido, caracterizado porque:
- el sistema (12) de absorción de energía comprende uno o más miembros (18) de absorción de energía que comprenden un metal que tiene una dureza Brinell de al menos 150; y
- 10 el sistema (12) de absorción de energía y el contenedor (10) de líquido están configurados de manera que si un objeto pasa a través de la pared (14) del contenedor (10) de líquido al interior del contenedor de líquido y el sistema (12) de absorción de energía, una cantidad de energía absorbida por el sistema (12) de absorción de energía es al menos un 18% mayor que una cantidad de energía absorbida por dicha pared (14) del contenedor (10) de líquido cuando pasa al interior del contenedor de líquido.
2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la pared (14) del contenedor (10) de líquido comprende un metal.
- 15 3. El sistema de la reivindicación 1, en donde la pared (14) del contenedor (10) de líquido comprende un material plástico.
4. El sistema de la reivindicación 3, en donde la pared (14) del contenedor (10) de líquido comprende un polietileno de alta densidad.
- 20 5. El sistema de la reivindicación 1, en donde una superficie exterior de la pared (14) del contenedor (10) de líquido está cubierta por un material autosellante.
6. El sistema de la reivindicación 1, en donde el al menos uno de los uno o más miembros (18) de absorción de energía comprende un aluminio.
7. El sistema de la reivindicación 1, en donde el al menos uno de los uno o más miembros (18) de absorción de energía comprende un laminado, en donde el laminado comprende una primera capa de un primer material (20) y una segunda capa (22) de un segundo material.
- 25 8. El sistema de la reivindicación 7, en donde el primer material es diferente del segundo material.
9. El sistema de la reivindicación 1, en donde el al menos uno de los uno o más miembros (18) de absorción de energía está conectado al contenedor (10) de líquido.
- 30 10. El sistema de la reivindicación 1, en donde el al menos uno de los uno o más miembros (18) de absorción de energía comprende un material plástico.
11. El sistema de la reivindicación 1, en donde el al menos uno de los uno o más miembros (18) de absorción de energía comprende un material compuesto.
12. El sistema de la reivindicación 1, en donde el al menos uno de los uno o más miembros (18) de absorción de energía comprende un material cerámico.

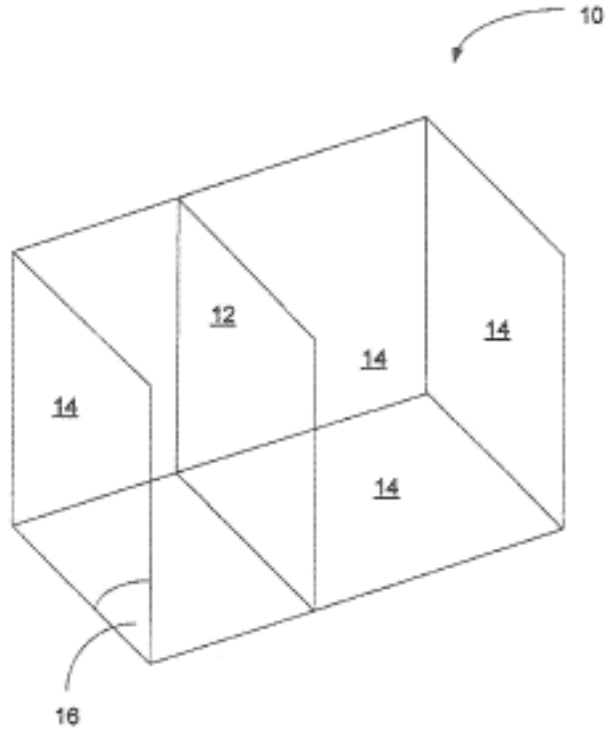


FIG. 1



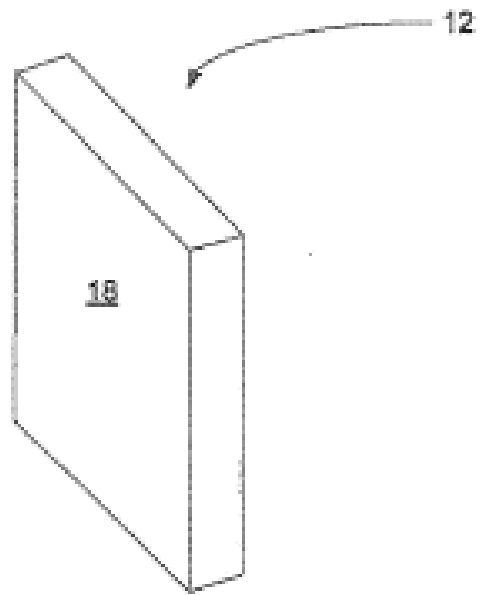


FIG. 2

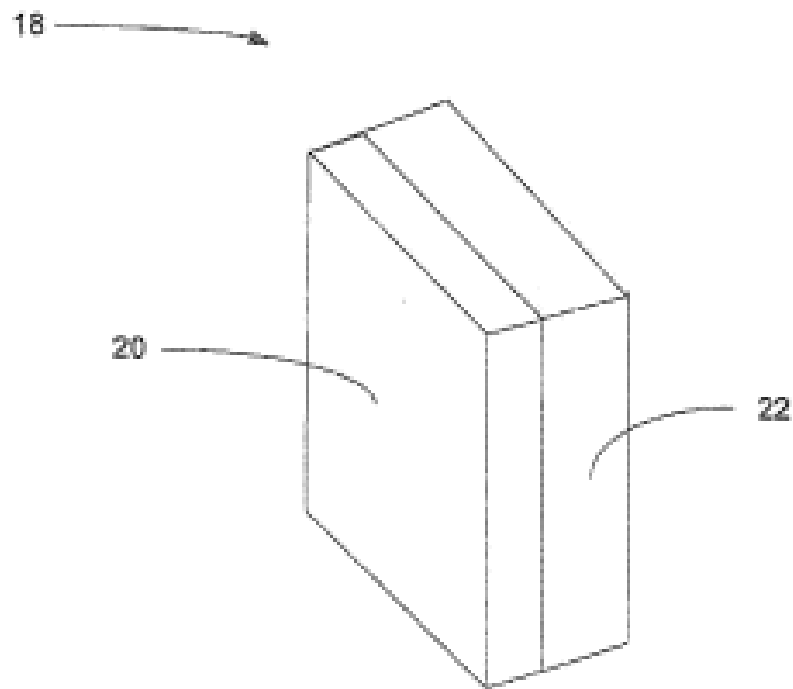


FIG. 3