

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 471**

51 Int. Cl.:

**F17C 13/02** (2006.01)

**G01P 15/00** (2006.01)

**G01B 11/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2011 PCT/KR2011/007969**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2013 WO13062147**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2011 E 11874667 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2772678**

54 Título: **Aparato y método para medir el chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado**

30 Prioridad:

**24.10.2011 KR 20110108800**

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

**04.07.2017**

73 Titular/es:

**LEE, MICHAEL MYUNGSUB (100.0%)  
1007-25 Sadang 1-dong Dongjak-gu  
Seoul 156-824, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, MICHAEL MYUNGSUB**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 621 471 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

Aparato y método para medir el chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato y un método para medir el chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado. El aparato y el método para medir el chapoteo pueden aplicarse a una gama más amplia, incluyendo los tanques de un terminal de tierra y un terminal marítimo, en caso de necesidad.

10

**Antecedentes de la invención**

El gas natural licuado (en lo sucesivo, denominado "GNL" por conveniencia de la descripción) se obtiene mediante la licuefacción de gas natural extraído de un yacimiento de gas. El GNL se distingue del gas licuado de petróleo (GLP) en que el ingrediente principal del GNL es el metano. La presión del GNL se reduce a 1/600 cuando se licua el GNL mediante la aplicación de una presión, pero, debido a que el metano tiene una baja temperatura de su punto de ebullición, -162 °C, primero se enfría o se comprime el metano y, a continuación, se transfiere a un tanque que está especialmente aislado. El GNL se utiliza principalmente como gas de ciudad, ya que es un líquido incoloro y transparente que presenta pocos contaminantes y tiene un alto poder calorífico.

20

Por su parte, una embarcación fabricada para transportar GNL se denomina buque de transporte de gas natural licuado (en adelante denominado "buque de transporte de GNL" por conveniencia de la descripción). Dicho buque de transporte de GNL incluye un tanque de carga aislado (en adelante denominado "tanque de GNL" por conveniencia de la descripción), que puede almacenar el GNL.

25

Como se muestra en la FIG. 1, el tanque de GNL del buque de transporte de GNL incluye: una pared exterior 50 de tanque de GNL, que se fabrica con una metal fuerte a baja temperatura y se dispone en el interior de una pared exterior 15 de buque fabricada con metal; una segunda zona de aislamiento 70, que tiene una pared exterior 50 de tanque de GNL y una segunda membrana adiabática 30 en la misma; una primera zona de aislamiento 60, que tiene la segunda membrana adiabática 30 y una primera membrana adiabática 20; y unos aislantes térmicos 40, dispuestos respectivamente en las zonas de aislamiento.

30

Debido a que la primera membrana adiabática 20 forma un espacio interior del tanque de GNL, y entra en contacto directo con GNL a una temperatura extremadamente baja, si la primera membrana adiabática 20 presenta fugas, el GNL penetrará en la primera zona de aislamiento 60, poniendo al buque de transporte de GNL en riesgo de explosión. En este caso, la membrana adiabática está fabricada con acero inoxidable e invar, que es una aleación cuyos componentes principales son el hierro y el níquel y cuyo coeficiente de dilatación térmica es muy bajo. La membrana adiabática se fabrica mediante el ensamblaje y soldadura de una lámina delgada, cuyo espesor en un tamaño predeterminado es de entre 0,7 mm y 3 mm. Los aislantes térmicos 40 se fabrican con fibra de vidrio, perlita y espuma de uretano, formándolos con el tamaño predeterminado y ensamblando los mismos, respectivamente, entre la pared exterior 50 de tanque de GNL y la segunda membrana adiabática 30, y entre la segunda membrana adiabática 30 y la primera membrana adiabática 20 para aislar los espacios entre las mismas.

35

40

Debido a que el tanque de GNL del buque de transporte de GNL almacena y transporta GNL ultrabajo a 162 grados bajo cero, que está comprimido y licuado a alta presión, el tanque de GNL recibe una tensión estructural, a modo de compresión y expansión continuas de acuerdo a los cambios en la presión debidos a la carga y descarga del GNL. Por otra parte, el buque de transporte de GNL transporta GNL mientras navega por mares agitados, y experimenta movimientos con seis grados de libertad (balanceo, cabeceo, guiñada, y así sucesivamente) durante el transporte del GNL. Por lo tanto, como se muestra en la FIG. 2 se produce chapoteo, causado por la agitación del líquido contenido dentro del tanque de GNL, que somete a la estructura a impactos de manera continua, a saber, a la membrana adiabática del tanque de GNL, por lo que se acumula fatiga. Cuando la primera y la segunda membranas adiabáticas 20 y 30 sufren daños debido a defectos de soldadura o a factores físicos, esto causa un deterioro de los efectos adiabáticos y causa fugas de GNL, debido a que no se mantienen los estados de vacío o los estados a presión en el interior de las membranas adiabáticas.

55

El deterioro de las propiedades de aislamiento térmico, debido a fugas en las membranas adiabáticas, aumenta la presión de evaporación del GNL almacenado en el tanque de GNL. Sin embargo, si la presión de evaporación llega a ser más alta que la presión de diseño del tanque de GNL, deberá descargarse el GNL con el fin de reducir la presión del tanque de GNL, y esto implica un consumo del GNL almacenado. En caso de descarga y consumo de GNL vaporizado debido a una presión excesiva, el buque de transporte de GNL sufre grandes pérdidas (que se estiman en miles de millones de won). Adicionalmente, resulta peligroso que la primera membrana adiabática sufra daños y presente fugas, debido a que el GNL vaporizado puede penetrar el primer aislante térmico 40 y el tanque de GNL puede explotar. Por estas razones, es necesario medir con precisión el chapoteo del GNL en el interior del tanque de GNL, y diseñar y reparar el tanque de GNL en correspondencia con los valores medidos.

65

El documento JP 2006 069627 A da a conocer una estructura de supresión de la oscilación en un tanque de cubierta flotante, que normalmente resulta eficaz para almacenar un elemento almacenado en un tanque y evitar que el elemento entre en contacto con el aire exterior y que, durante una emergencia tal como un terremoto, impide que se derrame una gran cantidad del elemento al controlar el chapoteo de un nivel de líquido en el tanque. Los documentos KR 2010 0067791 A y US 2004/102918 A1 dan a conocer sensores para medir la aceleración.

**Divulgación**

**Problema técnico**

De acuerdo con ello se ha realizado la presente invención, en un esfuerzo por resolver los problemas anteriormente mencionados que se producen en las técnicas anteriores, y un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un método para medir el chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado, que incluye un sensor óptico dispuesto en el interior del tanque de GNL y un panel flotante que incluye el sensor óptico, midiendo de ese modo el impacto o la deformación aplicados en la pared interior del tanque de GNL de diversas maneras, y analizando con eficacia el resultado medido.

**Solución técnica**

Para lograr los objetos anteriores, la presente invención proporciona un aparato para medir el chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado, que incluye: un conjunto de panel flotante en forma de placa, que flota junto con el movimiento de un gas natural licuado (GNL) sobre la superficie de un GNL almacenado en el tanque de carga del buque de transporte de GNL; y unos sensores ópticos de aceleración montados en una o más posiciones del conjunto de panel flotante, para medir la aceleración generada cuando flota el conjunto de panel flotante, utilizando una tecnología de sensor óptico, caracterizado por que el conjunto de panel flotante en forma de placa se forma mediante el acoplamiento de una pluralidad de unidades de panel flotante.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de medición del chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado, que utiliza el aparato de la invención para medir el chapoteo en el tanque de carga del buque de transporte de gas natural licuado, que incluye las etapas de: hacer flotar un conjunto de panel flotante sobre la superficie del GNL almacenado en el tanque de carga del buque de transporte de GNL, conforme a un movimiento del GNL; y medir la aceleración usando la tecnología de sensor óptico por medio de unos sensores ópticos de aceleración, cuando el conjunto de panel flotante flota.

**Efectos ventajosos**

El aparato y el método de medición del chapoteo, en un tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado, de acuerdo con la presente invención pueden medir y analizar eficazmente las características de movimiento por chapoteo del GNL en el tanque de GNL del buque de transporte de GNL, y el impacto y la deformación aplicados en la pared interna del tanque de GNL en múltiples ángulos, por las características del movimiento, con el fin de determinar con precisión los problemas del tanque de GNL causados por el chapoteo del GNL, y con el fin de diseñar y reparar el tanque de GNL con una mayor perfección.

Adicionalmente, el conjunto de panel flotante de acuerdo con una realización preferida de la presente invención minimiza la evaporación del GNL, al aumentar el efecto de aislamiento y el efecto de bloqueo de la distribución de la densidad entre una cara licuada y una cara vaporizada en el interior del tanque de GNL. Por otra parte, el conjunto de panel flotante de acuerdo con una realización preferida de la presente invención sirve como amortiguador, para minimizar la vaporización del GNL, al limitar el aumento de la energía cinética del GNL inducida por el chapoteo, y para minimizar la colisión y el impacto aplicados a la pared interior del tanque de GNL. Por lo tanto, el conjunto de panel flotante de acuerdo con una realización preferida de la presente invención puede reducir al mínimo la cantidad de GNL vaporizado que se libere a la atmósfera, para una navegación segura dado que se minimiza el aumento de la presión dentro del tanque de GNL debido a la vaporización del GNL, y resulta muy ventajoso para evitar la contaminación ambiental.

**Descripción de los dibujos**

- La FIG. 1 muestra una estructura de un tanque de GNL, montado en un buque de transporte de GNL, y una zona de aislamiento del tanque de GNL.
- La FIG. 2 muestra el chapoteo generado por los movimientos del líquido contenido en el tanque de GNL.
- La FIG. 3 es una vista de una unidad de panel flotante de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.
- La FIG. 4 es una vista en planta de un conjunto de panel flotante de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.
- La FIG. 5 es una vista lateral del conjunto de panel flotante de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 6 es una vista de un aparato para medir el chapoteo dentro de un tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado, de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.

La FIG. 7 muestra un método de acoplamiento de las unidades de panel flotante de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.

5 La FIG. 8 es un cambio de la forma del conjunto de panel flotante de acuerdo con la realización preferida de la presente invención.

#### Explicación de los números de referencia esenciales en los dibujos

- 10 1: conjunto de panel flotante  
 2: unidad de panel flotante  
 3: espacio vacío cerrado dentro de la unidad de panel flotante  
 4: sensor óptico de aceleración  
 5: sensor óptico de deformación  
 15 6: fibra óptica  
 7: GNL  
 8: pared interior del tanque de GNL  
 9: medios de análisis de datos  
 15: pared exterior del buque de transporte de GNL  
 20 20: primera membrana adiabática  
 30: segunda membrana adiabática  
 40: aislante térmico  
 50: pared exterior del tanque de GNL  
 60: primera zona de aislamiento  
 25 70: segunda área de aislamiento

#### Modos de la invención

30 A continuación, se hace ahora referencia en detalle a las realizaciones preferidas de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos, los mismos componentes tienen los mismos números de referencia a pesar de que se ilustren en diferentes figuras. Adicionalmente, en la descripción de la presente invención, cuando se juzgue que las descripciones detalladas de funciones o estructuras conocidas relacionadas con la presente invención pueden complicar la comprensión de los puntos esenciales, se omitirán las descripciones detalladas de las funciones o estructuras conocidas.

35

#### Aparato de medición del chapoteo en el interior del tanque de carga de un buque de transporte de GNL

40 Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato para medir y analizar de manera efectiva las características del movimiento por chapoteo de un gas natural licuado (en adelante, denominado "GNL"), y el impacto o la deformación aplicados a la pared interior del tanque de GNL, en múltiples ángulos, a través de un sensor óptico dispuesto en el tanque de GNL. Por lo tanto, con el fin de lograr el objeto, el aparato incluye un conjunto de panel flotante 1 y unos sensores ópticos de aceleración 4.

45 La idea técnica básica de la presente invención consiste en medir directamente el chapoteo al moverse de manera integrada con el GNL en el interior del tanque de GNL, y experimentar el chapoteo, en vez de tratar de comprender o deducir e interpretar el chapoteo mediante simple observación y cálculo visual del chapoteo en el interior del tanque de GNL. Con el fin de realizar tal idea técnica de la presente invención, se ha adaptado el conjunto de panel flotante 1.

50 Como se muestra en la FIG. 6, el conjunto de panel flotante 1 es una estructura en forma de placa que flota sobre la superficie de un GNL 7 almacenado en el tanque de GNL, de acuerdo con el movimiento del GNL 7. Por lo tanto, en un estado en el que el conjunto de panel flotante 1 flote sobre la superficie del GNL 7 cuando el GNL 7 no presenta movimiento, el conjunto de panel flotante 1 estará parado o se moverá a una velocidad muy lenta, pero en ocasiones chocará o rebotará contra una pared interior 8 del tanque de GNL al moverse a velocidad rápida, en un estado en el que el conjunto de panel flotante 1 flote sobre la superficie del GNL 7 cuando se generan olas en el GNL 7 debido al chapoteo. Es decir, el conjunto de panel flotante 1 muestra un movimiento idéntico al movimiento fluido del GNL 7. Por lo tanto, puede medirse el chapoteo del GNL 7 si se mide el movimiento del conjunto de panel flotante 1.

60 De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, el conjunto de panel flotante 1 puede ser una única estructura de cuerpo, pero resulta más preferible que puedan acoplarse entre sí una pluralidad de unidades de panel flotante 2, de tamaño pequeño, para formar un conjunto de panel flotante 1 de gran tamaño. El motivo es reducir la carga de un proceso operativo en el que tenga que fabricarse, de golpe, un conjunto de panel flotante 1 que sea tan grande como el área interior del tanque de GNL de una estructura enorme, y obtener libremente un conjunto de panel flotante 1 que tenga el tamaño o la forma adecuadas para determinadas situaciones, mediante el acoplamiento mutuo de unidades de panel flotante 2 de tamaño pequeño.

65

Resulta positivo que las unidades de panel flotante 2 tengan una forma poliédrica, de modo que las caras de las unidades de panel flotante 2 entran en contacto entre sí. La FIG. 3 muestra una forma de hexaedro, o una forma de hexaedro regular, de entre diversas formas poligonales que puede adoptar la unidad de panel flotante 2 de acuerdo con la realización preferida de la presente invención. Además, las FIGS. 4 y 5 son una vista en planta y una vista lateral del conjunto de panel flotante 1, con forma de placa ancha, formado por las unidades de panel flotante 2 en forma de hexaedro o en forma de hexaedro regular, cuyas caras están en contacto continuo entre sí.

En este caso, como se muestra en la FIG. 7, resulta preferible que las caras de contacto (a) de las unidades de panel flotante 2 no estén perfectamente unidas y fijadas entre sí, sino mutuamente conectadas de tal manera que se doblen cuando se aplique una fuerza externa y, en este caso, las unidades de panel flotante 2 pueden conectarse entre sí a través de medios de conexión de tipo cuerda (b), por ejemplo. Entonces, como se muestra en la FIG. 8, si el tanque de GNL está completamente lleno con el GNL 7 y el conjunto de panel flotante 1 con forma de placa ancha entra en contacto con el techo del tanque de GNL, se doblará para evitar daños. Por supuesto, cuando se descargue el GNL 7 al exterior, el conjunto de panel flotante 1 regresará a su estado original.

Al mismo tiempo, resulta preferible que las unidades de panel flotante 2 estén fabricadas de un material blando que pueda flotar sobre el GNL 7, y que pueda transformarse por una fuerza externa. Debido a que el conjunto de panel flotante 1, formado por la conexión de las unidades de panel flotante 2, se transforma de acuerdo con el movimiento de la superficie del GNL 7, el aparato de acuerdo con la realización preferida de la presente invención puede medir con precisión la forma de movimiento de la superficie del GNL 7 cuando se genere el chapoteo, y prevenir daños en la pared interior 8 del tanque de GNL debido a la colisión del conjunto de panel flotante 1, que está flotando, contra la pared interior 8 del tanque de GNL. Adicionalmente, como se muestra en la FIG. 3, resulta más preferible que las unidades de panel flotante 2 tengan un espacio cerrado 3 formado dentro del cuerpo. Por la acción del espacio cerrado 3, las unidades de panel flotante 2 y el conjunto de panel flotante 1 pueden flotar más fácilmente en el interior del GNL 7.

La forma del conjunto de panel flotante 1 no está especialmente limitada, sino que el conjunto de panel flotante 1 se formará, preferiblemente, con forma de placa poligonal regular o con forma de placa circular. La razón es que tales formas ayudan a disponer los sensores ópticos de aceleración 4, que se describirán más adelante, de manera uniforme en el conjunto de panel flotante 1, y a medir de manera uniforme el grado de movimiento o de deformación del conjunto de panel flotante 1, que flota en el interior del tanque de GNL, sin que la medición sea parcial a una direccionalidad específica. La FIG. 4 muestra el conjunto de panel flotante 1 con forma de hexaedro regular.

Los sensores ópticos de aceleración 4 se insertan en una o más posiciones del conjunto de panel flotante 1, y miden la aceleración que se genera cuando el conjunto de panel flotante 1 flota, utilizando tecnología de sensores ópticos. Los sensores ópticos detectan la cantidad la luz o la posición de la misma, que se bloquea (tipo de haz continuo) o se refleja (tipo de reflexión) una vez que los sensores transmiten la luz de una longitud de onda específica, usando un elemento tal como un fotodiodo. Los sensores ópticos, que son del tipo sin contacto, resultan adecuados para una línea de producción de alta velocidad, ya que tienen una larga vida útil y una velocidad rápida de respuesta, pueden detectar pequeños espacios o elementos pequeños usando fibra óptica, y pueden medir a larga distancia utilizando una lente óptica. Como se ha descrito anteriormente, los sensores ópticos pueden aplicarse a diversas aplicaciones y resultan muy económicos para su función.

Debido a que los sensores ópticos de aceleración 4 se mueven junto con el conjunto de panel flotante 1, como se muestra en la FIG. 6, en el estado en el que están insertados en el conjunto de panel flotante 1, como se muestra en la FIG. 5, la aceleración medida por los sensores ópticos de aceleración 4 es una aceleración obtenida directamente por el movimiento o la deformación del conjunto de panel flotante 1, pero finalmente es la aceleración de acuerdo con el movimiento de la superficie del GNL 7. En este caso, resulta preferible insertar los sensores ópticos de aceleración 4 en el conjunto de panel flotante 1 a intervalos uniformes, preferiblemente de manera radial como se muestra en la FIG. 5, con el fin de mejorar la precisión o la fiabilidad en la medición. Resulta de ayuda aceptar y medir de manera uniforme el grado de movimiento o de deformación del conjunto de panel flotante 1, que flota en el interior del tanque de GNL, sin que la medición sea parcial a una direccionalidad específica. Por otro lado, como se muestra en la FIG. 4, los sensores ópticos de aceleración 4 se conectan entre sí a través de una fibra óptica 6.

Como se ha descrito anteriormente, se adaptó el conjunto de panel flotante 1 de acuerdo con la realización preferida de la presente invención, y el movimiento por chapoteo del GNL 7 en el interior del tanque de GNL se vio reflejado tal cual, y, a continuación, los sensores ópticos de aceleración 4 midieron aceleración de acuerdo con el movimiento o la deformación del conjunto de panel flotante 1, a fin de medir directamente y con precisión la aceleración de acuerdo con el movimiento de la superficie del GNL 7. Sin embargo, la presente invención incluye adicionalmente medios para calcular diversos valores de resultado que pueden captar de manera realista, y concreta, el chapoteo del GNL 7 a partir de los datos de aceleración medidos por los sensores ópticos de aceleración 4, con el fin de realizar una idea técnica más perfecta de la presente invención. Para esto, la presente invención incluye adicionalmente medios de análisis de datos 9.

Los medios de análisis de datos 9 son un dispositivo informático que tiene una entrada y una salida de datos, funciones de cálculo y de procesamiento. Los medios de análisis de datos 9 reciben datos de los sensores ópticos

de aceleración 4, durante la comunicación con los sensores ópticos de aceleración 4 de manera externa al tanque de GNL del buque de transporte de GNL y, a continuación, calculan un valor de resultado predeterminado a partir de los datos. En este caso, los datos recibidos por los medios de análisis de datos 9 desde los sensores ópticos de aceleración 4, a saber, los valores de resultado calculados a partir de los valores de aceleración, son como sigue.

5 En primer lugar, los medios de análisis de datos 9 calculan la velocidad de flotación y la distancia del conjunto de panel flotante 1, a partir de los datos de aceleración recibidos desde los sensores ópticos de aceleración 4. La velocidad de flotación y la distancia del conjunto de panel flotante 1 se corresponden con la velocidad y la distancia a la que se mueve una masa de GNL fluido 7 existente, en una posición específica dentro del tanque de GNL, por ejemplo cuando se genera el chapoteo.

15 Por otra parte, los medios de análisis de datos 9 calculan la energía que el conjunto de panel flotante 1 aplica sobre la pared interior del tanque de carga del buque de transporte de GNL, a partir de los datos de aceleración recibidos desde los sensores ópticos de aceleración 4. La energía que el conjunto de panel flotante 1 aplica sobre la pared interior del tanque de carga del buque de transporte de GNL se corresponde con la energía que la masa del GNL fluido 7, existente en una posición específica dentro del tanque de GNL cuando se genera el chapoteo, aplica sobre la pared interior del tanque de carga del buque de transporte de GNL.

20 Adicionalmente, los medios de análisis de datos 9 calculan la deformación del conjunto de panel flotante 1 a partir de los datos de aceleración, recibidos desde los sensores ópticos de aceleración 4. Tal deformación del conjunto de panel flotante 1 se corresponde con el cambio de forma de la superficie de la masa de GNL fluido 7, existente en la posición específica en el interior del tanque de GNL, debido al movimiento, por ejemplo, cuando se genera el chapoteo.

25 Como se ha descrito anteriormente, mediante el conjunto de panel flotante 1, los sensores ópticos de aceleración 4 y los medios de análisis de datos 9, puede realizarse perfectamente la idea técnica de la presente invención. Sin embargo, a fin de realizar una tecnología de captación más amplia del chapoteo en el interior del tanque de GNL, al ampliar el intervalo de medición a la pared interior 8 del tanque de GNL que incluye el GNL 7, la presente invención incluye adicionalmente unos sensores ópticos de deformación 5.

30 Como se muestra en la FIG. 6, los sensores ópticos de deformación 5 están insertados en una o más posiciones de la pared interior 8 del tanque de GNL del buque de transporte de GNL, y miden la deformación de la pared interior 8 del tanque de GNL, generada por el impacto aplicado en la pared interior 8 del tanque de GNL, usando la tecnología de sensores ópticos cuando se mueve el GNL 7. En este caso, es preferible que los sensores ópticos de deformación 5 estén dispuestos en la pared interior 8 del tanque de GNL a intervalos uniformes, con el fin de mejorar la precisión o la eficiencia de la medición, y, más preferiblemente, los sensores de deformación ópticos 5 están dispuestos de manera intensiva en el techo y en la porción superior del lateral de la pared interior 8 del tanque de GNL, como se muestra en la FIG. 6. El motivo de esto es que el techo y la porción superior del lateral de la pared interior 8 del tanque de GNL sufren impactos cuando se genera chapoteo. Por otra parte, los sensores ópticos de deformación 5 están conectados entre sí por fibra óptica. Al mismo tiempo, los medios de análisis de datos 9 reciben datos de los sensores ópticos de aceleración 4 durante la comunicación con los sensores ópticos de deformación 5, y calculan un valor de resultado predeterminado a partir de los datos.

45 Mientras tanto, de acuerdo con la realización preferida de la presente invención, pueden montarse unos sensores ópticos de presión en la parte inferior del tanque de GNL con el fin de medir el nivel dentro del tanque de GNL, de manera que el aparato pueda asegurar lotes de datos que puedan captar el chapoteo de manera más extensa. En este caso, los sensores ópticos de presión se montan en una o más posiciones de la parte inferior del tanque de GNL, para medir el nivel del GNL 7 utilizando tecnología de los sensores ópticos. Los valores de presión medidos por los sensores ópticos de presión varían de acuerdo con la cantidad de GNL 7 contenido en el tanque de GNL y, calculando los valores de presión y el volumen del tanque de GNL, puede calcularse el nivel del GNL 7 en el interior del tanque de GNL.

#### **Método de medición del chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado**

55 La presente invención también se refiere a un método de medición del chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado (buque de transporte de GNL), utilizando el aparato de medición del chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de GNL. A continuación, se describirá en detalle el método de medición del chapoteo de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, por etapas. En este caso, se omitirá la misma descripción de los contenidos anteriormente mencionados.

60 **Primera etapa:** Un conjunto de panel flotante 1 flota junto con el movimiento de un GNL 7, sobre la superficie del GNL 7 almacenado en el tanque de GNL de un buque de transporte de GNL.

65 **Segunda etapa:** Los sensores ópticos de aceleración 4 miden la aceleración, utilizando tecnología de sensores ópticos, cuando el conjunto de panel flotante 1 flota. Adicionalmente, al mismo tiempo que lo anterior, los sensores ópticos de deformación 5 miden la deformación de la pared interior 8 del tanque de GNL, generada por el impacto

aplicado a la pared interior 8 del tanque de GNL utilizando tecnología de sensores ópticos, cuando se mueve el GNL 7.

**Tercera etapa:** Los medios de análisis de datos 9 reciben datos de cualquiera de los sensores ópticos de aceleración 4 o de los sensores ópticos de deformación 5, durante la comunicación con los sensores ópticos de aceleración 4 o los sensores ópticos de deformación 5, de manera externa al tanque de GNL del buque de transporte de GNL y, a continuación, calculan un valor de resultado predeterminado a partir de los datos. En este caso, los medios de análisis de datos 9 miden la velocidad de flotación y la distancia del conjunto de panel flotante 1, la energía del conjunto de panel flotante 1 aplicada a la pared interior del tanque de GNL del buque de transporte de GNL, la deformación del conjunto de panel flotante 1, etc.

Como se ha descrito anteriormente, la realización preferida de la presente invención puede medir las características del movimiento por chapoteo del GNL, en el interior del tanque de GNL del buque de transporte de GNL, y el impacto o la deformación aplicados a la pared interior del tanque de GNL por las características de movimiento, en múltiples ángulos, y analizarlos de forma eficaz con el fin de diseñar y mantener el tanque de GNL de manera más perfecta al captar más correctamente los problemas causados por el chapoteo del GNL.

Como se ha descrito anteriormente, aunque la presente invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a las realizaciones ejemplares de la misma, los expertos en la materia comprenderán que las realizaciones anteriores de la presente invención son a modo de ejemplo, y que pueden efectuarse diversos cambios y modificaciones en las mismas sin cambiar las características y el alcance de la presente invención. Por lo tanto, se comprenderá que las realizaciones dadas a conocer en la presente invención no han de limitar la idea técnica de la presente invención, sino describir la presente invención. También debe entenderse que la presente invención está definida por las siguientes reivindicaciones.

#### **Aplicabilidad industrial**

La presente invención puede medir las características del movimiento por chapoteo del GNL contenido en el interior del tanque de GNL de un buque de transporte de GNL, y el impacto o la deformación aplicados a la pared interior del tanque de GNL por las características de movimiento, en múltiples ángulos, y analizarlos de forma efectiva con el fin de diseñar y mantener el tanque de GNL de manera más perfecta al captar más correctamente los problemas causados por el chapoteo del GNL. La tecnología de la presente invención se usa ampliamente en la industria de la construcción naval marina, la industria de materiales de construcción naval, y en otras industrias de medición de control, a fin de obtener valores prácticos y económicos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para medir el chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado, en el que el aparato de medición del chapoteo comprende:
- 5 un conjunto de panel flotante (1) en forma de placa, que flota junto con el movimiento del gas natural licuado (GNL) sobre la superficie del GNL almacenado en el tanque de carga del buque de transporte de GNL; y unos sensores ópticos de aceleración (4), montados en una o más posiciones del conjunto de panel flotante (1), para medir la aceleración generada cuando el conjunto de panel flotante (1) flota, utilizando la tecnología de sensores ópticos,
- 10 **caracterizado por que** el conjunto de panel flotante (1) con forma de placa se forma acoplando una pluralidad de unidades de panel flotante (2).
- 15 2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el aparato de medición del chapoteo comprende adicionalmente:
- unos sensores ópticos de deformación (5), montados en una o más posiciones de una pared interna del tanque de carga del buque de transporte de GNL, para medir la deformación de la pared interior del tanque de carga, generada por el impacto aplicado a la pared interior del tanque de carga cuando se mueve el GNL, utilizando la tecnología de sensores ópticos.
- 20 3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** las unidades de panel flotante (2) tienen una forma poliédrica, de modo que las caras de las unidades de panel flotante (2) entran en contacto entre sí.
- 25 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** las caras de contacto de las unidades de panel flotante (2) no están perfectamente unidas y fijadas entre sí, sino que están conectadas entre sí de tal manera que se doblen al aplicar una fuerza externa.
- 30 5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** las unidades de panel flotante (2) están fabricadas de un material que puede flotar sobre GNL, o están fabricadas de un material que puede transformarse por una fuerza externa.
- 35 6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** las unidades de panel flotante (2) presentan espacios vacíos cerrados, formados dentro de un cuerpo.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el conjunto de panel flotante (1) se forma con una forma de placa poligonal regular o con una forma de placa circular.
- 40 8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los sensores ópticos de aceleración están montados en el conjunto de panel flotante a intervalos uniformes.
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los sensores ópticos de aceleración están montados radialmente en el conjunto de panel flotante.
- 45 10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** los sensores ópticos de deformación (5) están montados en la pared interior del tanque de carga del buque de transporte de GNL a intervalos uniformes.
- 50 11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** los sensores ópticos de deformación (5) están montados en el techo y en la parte superior del lateral de la pared interior del tanque de carga del buque de transporte de GNL.
12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** comprende adicionalmente:
- 55 medios de análisis de datos (9) que reciben los datos de cualquiera de los sensores ópticos de aceleración (4) o los sensores ópticos de deformación (5), durante la comunicación con los sensores ópticos de aceleración (4) o los sensores ópticos de deformación (5) de manera externa al tanque de GNL del buque de transporte de GNL, y calculan un valor de resultado predeterminado a partir de los datos.
- 60 13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** los medios de análisis de datos (9) miden la velocidad de flotación y la distancia del conjunto de panel flotante (1), a partir de los datos de aceleración recibidos desde los sensores ópticos de aceleración (4).
- 65 14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** los medios de análisis de datos (9) miden la energía del conjunto de panel flotante (1) aplicada sobre la pared interior del tanque de carga del buque de transporte de GNL, a partir de los datos de aceleración recibidos desde los sensores ópticos de aceleración (4).



15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** los medios de análisis de datos (9) miden la deformación del conjunto de panel flotante (1), a partir de los datos de aceleración recibidos desde los sensores ópticos de aceleración (4).

5 16. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el aparato de medición del chapoteo comprende adicionalmente:

unos sensores ópticos de presión, que están montados en una o más posiciones de la parte inferior del tanque de GNL, para medir el nivel del GNL utilizando la tecnología de sensores ópticos.

10 17. Un método para medir el chapoteo en el tanque de carga de un buque de transporte de gas natural licuado usando el aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, comprendiendo el método las etapas de:

15 hacer flotar el conjunto de panel flotante (1) sobre la superficie del GNL almacenado en el tanque de carga del buque de transporte de GNL conforme a un movimiento del GNL; y  
medir la aceleración usando la tecnología de sensores ópticos mediante unos sensores ópticos de aceleración, cuando el conjunto de panel flotante (1) flota.

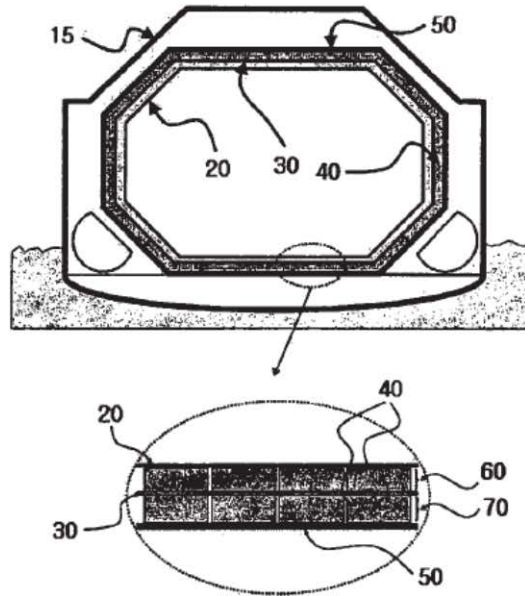
20 18. El método de acuerdo con la reivindicación 17, que comprende adicionalmente la etapa de:

medir la deformación de una pared interior del tanque de carga, que se genera mediante el impacto aplicado sobre la pared interior del tanque de carga cuando se mueve el GNL, mediante unos sensores ópticos de deformación, utilizando la tecnología de sensores ópticos.

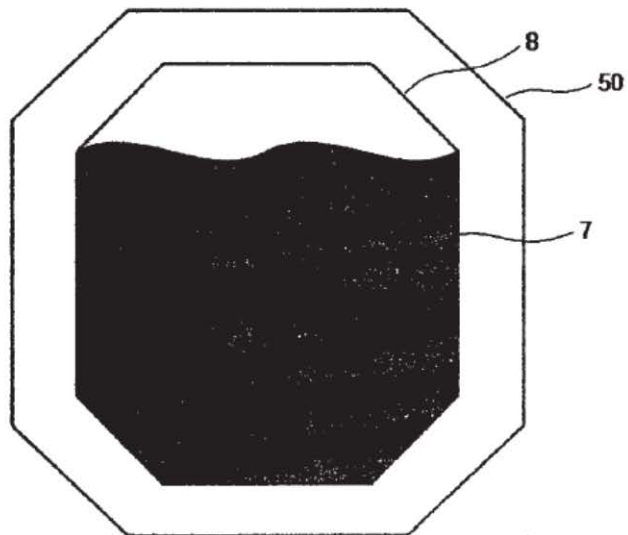
25 19. El método de acuerdo con la reivindicación 17 o la reivindicación 18, que comprende adicionalmente la etapa de:

30 permitir que unos medios de análisis de datos reciban datos de cualquiera de los sensores ópticos de aceleración o los sensores ópticos de deformación, durante la comunicación con los sensores ópticos de aceleración o los sensores ópticos de deformación, de manera externa al tanque de GNL del buque de transporte de GNL, y que calculen un valor de resultado predeterminado a partir de los datos.

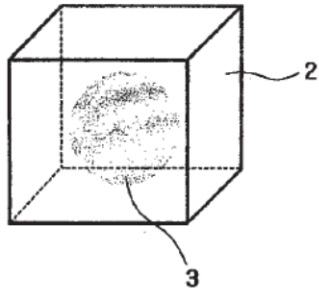
**[Fig. 1]**



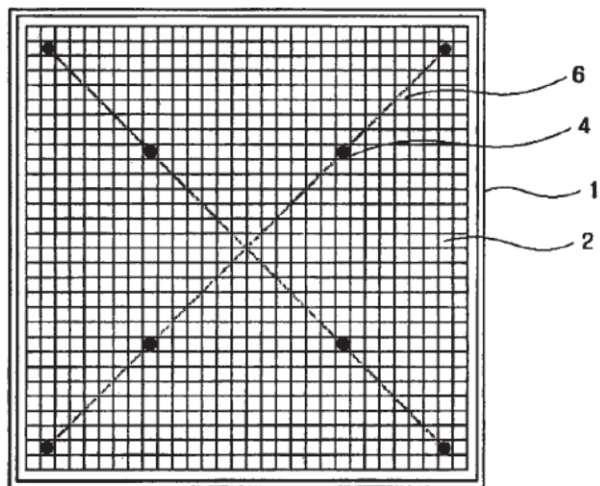
**[Fig. 2]**



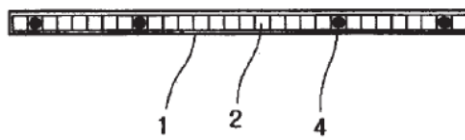
**[Fig. 3]**



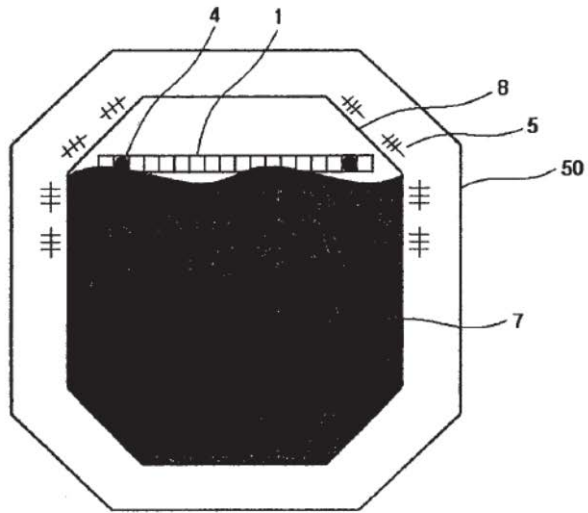
**[Fig. 4]**



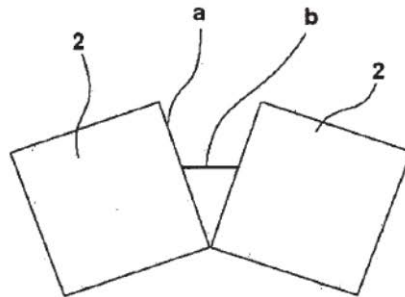
**[Fig. 5]**



**[Fig. 6]**



**[Fig. 7]**



**[Fig. 8]**

