



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 727**

51 Int. Cl.:  
**B63B 25/00** (2006.01) **F17C 1/00** (2006.01)  
**B63B 25/14** (2006.01) **B63B 25/16** (2006.01)  
**B63B 25/22** (2006.01) **F17C 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04077786 .4**  
96 Fecha de presentación : **26.09.1997**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1495960**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.01.2005**

54 Título: **Sistema de transporte de gas por barco.**

30 Prioridad: **01.10.1996 US 724364**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.05.2011**

73 Titular/es: **SEA NG CORPORATION**  
**750 101 6th Avenue Sw**  
**Calgary AB T2P 3P4, CA**

72 Inventor/es: **Stenning, David G. y**  
**Cran, James A.**

74 Agente: **Tomás Gil, Tesifonte Enrique**

ES 2 358 727 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 transporte de gas por barco.

**5 Campo de la invención**

Esta invención se refiere a aparatos y métodos para el transporte y almacenamiento de fluidos; más particularmente, esta invención se refiere al transporte y almacenamiento de gases comprimidos tales como el gas natural.

**10 Antecedentes de la invención**

Esta es una solicitud de continuación en parte de la solicitud de patente estadounidense 08/550,080 presentada el 30 de Octubre de 1995.

15 En la solicitud principal fue también descrito un sistema de transporte de gas por barco en el que una pluralidad de cilindros están organizados en celdas de 3 a 30 cilindros por celda. Un colector y sistema de válvulas fue descrito para conectar los cilindros a terminales en tierra de carga y descarga.

20 La cantidad de equipamiento y la complejidad de la interconexión del colector y el sistema de valvulaje en el sistema de transporte marítimo de gas está directamente relacionado con el número de cilindros individuales a bordo del barco de transporte. Por consiguiente, en naves grandes se da una costo significativo asociado al colector y al valvulaje que conecta los cilindros de gas. Así, ha surgido la necesidad de encontrar un sistema de almacenamiento de gas que pueda albergar cantidades más grandes de gas comprimido, así como simplificar el sistema de complejos colectores y válvulas.

25 El documento US 3,472,414, considerado la técnica anterior más cercana, se refiere a un buque adaptado para almacenar un producto tal como un gas a presión. El buque comprende paredes que incluyen lóbulos que son cóncavos hacia el interior del contenedor.

**30 Resumen de la invención**

35 Un sistema de almacenamiento de gas, particularmente adaptado para el transporte de cantidades grandes de gas comprimido a bordo de un barco, incluye unas bobinas de gran volumen de almacenamiento de tubo sustancialmente continuo. El uso de largas longitudes de tubo para el almacenamiento del gas conduce a un coste significativamente reducido y se requiere menos equipamiento de interconexión entre los contenedores de almacenamiento del gas.

40 Así se puede proporcionar un sistema de almacenamiento de gas formado por un tubo continuo. El tubo continuo es preferiblemente embalado o enrollado en un contenedor. El tubo continuo se puede enrollar en estratos plurales, teniendo cada estrato bucles plurales. No obstante, el tubo continuo puede ser distribuido dentro de un contenedor en una variedad de configuraciones. El contenedor para el tubo enrollado puede desarrollar diferentes funciones. En primer lugar, el contenedor puede hacer de cinta transportadora para enrollar el tubo. En segundo lugar, el contenedor puede servir como medio para elevar el tubo. En tercer lugar, el contenedor puede servir como dispositivo de contenido de gas para la atmósfera circundante al tubo continuo.

45 Cuando los contenedores, conteniendo cada uno un tubo continuo, se apilan uno sobre el otro el peso de los contenedores superiores es soportado por las paredes de recipientes inferiores, evitando así que los estratos inferiores de tubo tengan que aguantar las fuerzas de aplastamiento del peso de los estratos superiores de tubo, con las tensiones inducidas resultantes que reducen los valores aceptables de presión de gas.

50 Un método para transportar gas a una instalación de distribución de gas puede ser proporcionado incluyendo la obtención de un suministro de gas en un punto de suministro de gas lejos de la instalación de distribución de gas, inyectando el gas en un tubo continuo curvado para formar estratos plurales, incluyendo cada estrato bucles de tubo plurales, que transportan el tubo continuo junto con el gas a la instalación de distribución de gas preferiblemente en barco y descargan el gas en la instalación de distribución de gas. Se prefiere que el refrigerante del sistema de almacenaje del tubo continuo durante la descarga en la instalación de distribución de gas sea conservado en el sistema de almacenamiento de gas de modo que durante el relleno posterior en el punto de suministro de gas el tubo continuo esté inicialmente frío.

60 El gas transportado se puede enfriar durante la descarga reduciendo la presión del gas adiabáticamente, circulando un fluido almacenable contra el flujo del gas en un intercambiador térmico y circulando luego el fluido almacenable en el sistema de almacenamiento del gas de tubo continuo.

65 El frío en el gas puede ser conservado mediante la canalización del gas frío a través de un intercambiador térmico contra, por ejemplo, un flujo de agua de mar, y almacenando luego el agua de mar enfriada en el barco. El gas con el que se llena el sistema de almacenaje de tubos continuo en un punto de suministro de gas puede entonces ser enfriado usando el agua de mar enfriada.

## ES 2 358 727 T3

El sistema de almacenamiento de gas que utiliza el tubo continuo enrollado para llenar en buena parte un volumen incluido tiene diferentes ventajas. En primer lugar, el diámetro del tubo puede hacerse más pequeño que 30.5 cm (12 pulgadas), aumentando así la resistencia a la fractura y disminuyendo la probabilidad y gravedad de fallo. Segundo, la tecnología para la producción continua de longitudes de tubo es bien conocida, particularmente en la industria petrolífera, facilitando así la producción de tubo continuo. Tercero, no se requieren complicadas características en el diseño tales como grandes cúpulas, típicamente soldadas a los extremos de los cilindros. Cuarto, las válvulas de control menores, las válvulas de alivio de presión y el equipamiento relacionado son necesarios cuando se usa el tubo continuo en comparación con el uso de muchos cilindros. Esto lleva a una reducción en el coste. Quinto, el uso de longitudes continuas de tubo de diámetro relativamente pequeño puede también permitir retener más frío en el tubo de acero después de descargar el gas, en comparación con cilindros de diámetro más grande. Esta retención de frío en el tubo de acero facilita el relleno del sistema de almacenaje de los tubos continuos con el gas del punto de suministro de gas.

Según la presente invención se proporciona un buque para transportar gas natural comprimido que comprende una bodega y se caracteriza por el hecho de que el buque también comprende una variedad de bobinas de tubo en dicha bodega, comprendiendo cada una de dichas bobinas de tubo un tubo sustancialmente continuo enrollado en estratos puros, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles plurales de dicho tubo; medios de válvula adaptados para la conexión selectiva de flujo a una fuente de gas comprimido; y medios para la conexión de flujo de cada una de dichas bobinas de tubo a dichos medios de válvulas, por los cuales el gas comprimido se puede recibir a través de dichos medios de válvulas, almacenados en dicha variedad de bobinas y posteriormente descargados de dicha variedad de bobinas a través de dichos medios de válvula.

Un sistema para transporte de gas comprimido puede comprender:

- un buque;
- una pluralidad de celdas de almacenamiento de gas comprimido construidas y dispuestas para ser transportadas por dicho buque, comprendiendo cada una de dichas celdas de almacenamiento de gas comprimido una bobina de tubo formada por un tubo sustancialmente continuo enrollado en estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles plurales de dicho tubo;
- un primer colector, incluyendo dicho primer colector medios adaptados para la conexión de flujo a un terminal;
- medios de conexión de flujo para la conexión de dicho gas comprimido entre dichas celdas de almacenamiento de gas comprimido y dicho primer colector;
- por lo cual dichas celdas de almacenamiento de gas comprimido selectivamente pueden conectar el fluido a dicho primer colector y dicho primer colector puede conectar el fluido a dicho terminal.

El aparato puede comprender adicionalmente un segundo colector, incluyendo dicho segundo colector medios adaptados para la conexión de flujo a dicho terminal y donde dichos medios de conexión de flujo y dichas medios de válvulas se adaptan para cooperar adicionalmente con dicho segundo colector, por el cual dichas celdas de almacenamiento de gas comprimido selectivamente pueden conectar el flujo a cada uno de dichos primer recolector y segundo recolector.

El equipo puede comprender adicionalmente una fuente de líquido presurizado, medios para conectar el flujo de cada una de dichas bobinas de tubo a dicho curso de líquido presurizado, y medios de válvulas para controlar selectivamente el flujo de líquido presurizado entre dicho curso de líquido presurizado y cada una de dichas bobinas de tubo, por las cuales el líquido presurizado se puede utilizar para llenar dichas bobinas de tubo de dichas celdas de almacenamiento de gas comprimido mientras el gas comprimido es evacuado, de ahí que se pueda desplazar arenilla de dichas bobinas de tubo mientras se les añade el gas presurizado, limitando así la expansión de gases en dichas bobinas de tubo cuando se les quita y se les añade el gas comprimido.

El equipo puede comprender adicionalmente:

- medios de intercambiador térmico que tienen un primer y un segundo conducto de flujo a través de ellos;
- un tanque aislado para albergar un fluido portador del calor;
- medios para conectar selectivamente el flujo de dicho tanque aislado a dicho primer y segundo conducto a través de dicho intercambiador térmico; y
- medios para conectar selectivamente el flujo de dicho primer colector a dichos otros primer y segundo conductos de dicho intercambiador térmico,
- por el cual el gas comprimido evacuado de dichas celdas de almacenamiento de gas comprimido puede circular a través de dicho intercambiador térmico para enfriar dicho fluido portador de calor y dicho fluido portador de calor enfriado puede entonces ser almacenado en dicho tanque aislado y posteriormente usado para enfriar el gas comprimido que se suministra a dichas celdas de almacenamiento de gas comprimido.

## ES 2 358 727 T3

Las celdas almacenamiento de gas comprimido pueden comprender adicionalmente un contenedor impermeable al gas para cada una de dichas bobinas de tubo.

Un equipo de almacenamiento de gas comprimido puede comprender:

una bobina de tubo formada por un tubo sustancialmente continuo enrollado en estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles de dicho tubo, teniendo dicha bobina de tubo un primer extremo y un segundo extremo;

medios de válvulas asociados a uno de dichos primer y segundo extremo de dicha bobina de tubo y adaptados para la conexión de flujo selectiva a una fuente de gas comprimido;

un contenedor adaptado para albergar un líquido sustancialmente inmisible con el gas comprimido para ser almacenado en dicho equipo de almacenamiento de gas comprimido;

medios para la conexión de flujo de dichos otros primer y segundo extremo de dicha bobina de tubo a dicho contenedor; y

medios de válvula para controlar selectivamente el flujo de líquido entre dicho contenedor y dicha bobina de tubo, por la cual al evacuarse el gas comprimido de un extremo de dicha bobina de tubo, dicho líquido se puede añadir al otro extremo de dicha bobina de tubo y cuando el gas comprimido se añade a un extremo de dicha bobina de tubo, dicho líquido se puede eliminar de dicho otro extremo de dicha bobina de tubo, limitando así la expansión de dicho gas comprimido en dicha bobina de tubo cuando se le quita o se le añade a la misma el gas comprimido.

El gas puede ser gas natural y dicho líquido es un hidrocarburo líquido.

Cada uno de dichos estratos de tubo puede estar formado por una espiral de tubo sustancialmente continuo que en una dirección sustancialmente radial forma una bobina de tubo.

El tubo sustancialmente continuo se puede orientar de modo que el líquido drene a un extremo del mismo.

El tubo sustancialmente continuo se puede enrollar en un patrón de sección transversal sustancialmente hexagonal.

El tubo sustancialmente continuo se puede enrollar en un patrón de sección transversal sustancialmente cúbico.

Cada uno de dichos bucles de tubo se pueden formar en una serie de secciones con forma sustancialmente de U, teniendo cada una de dichas secciones conectadas en forma sustancialmente de U un codo entre secciones rectas de las mismas.

El tubo sustancialmente continuo puede tener un diámetro de intervalo sustancialmente uniforme y se adapta para ser inspeccionado internamente mediante un raspador de tubo bombeable.

El tubo continuo sustancialmente puede tener un diámetro externo mayor que 2,5 cm (una pulgada) y un diámetro interno inferior a 25,4 cm (diez pulgadas).

Los estratos de tubo pueden lindar unos con otros.

Los bucles de tubo pueden lindar unos con otros.

Una pluralidad de dichas bobinas de tubo sustancialmente continuas pueden ser conectadas juntas en serie.

Una pluralidad de dichas bobinas de tubo sustancialmente continuas se pueden conectar a un colector común.

El sistema puede comprender adicionalmente un terminal de carga para suministrar gas comprimido a dicho buque para su almacenamiento en dichas bobinas de tubo sustancialmente continuas.

El sistema puede comprender adicionalmente un terminal de descarga para recibir gas comprimido de dichas bobinas de tubo sustancialmente continuas.

El primer colector puede comprender un colector de alta presión y el segundo colector puede comprender un colector de baja presión.

Un método de transporte de gas a una instalación de distribución de gas puede comprender los pasos de:

obtener un suministro de gas en un punto de suministro de gas lejos de la instalación de distribución de gas;

## ES 2 358 727 T3

inyectar el gas en un tubo sustancialmente continuo curvado para formar estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles plurales tubulares;

5 transportar dicho tubo sustancialmente junto con el gas a la instalación de distribución de gas; y descargar el gas en la instalación de distribución de gas.

El tubo sustancialmente continuo se puede transportar en una bodega de un barco.

10 El método puede incluir los pasos de:

descargar el gas en la instalación de distribución de gas de manera que enfríe dicho tubo sustancialmente continuo; y

15 dicho tubo sustancialmente continuo enfriado en un punto de suministro de gas.

La descarga del gas en la instalación de distribución de gas además puede incluir los pasos de:

reducir adiabáticamente la presión del gas en un intercambiador térmico;

20 enfriar un fluido pasándolo a través de dicho intercambiador térmico; y circular dicho fluido enfriado en dichos tubos sustancialmente continuos.

La descarga del gas en la instalación de distribución de gas puede incluir además los pasos de:

25 enfriar un fluido almacenable con el gas; y

almacenar dicho fluido almacenable a bordo del barco.

30 El enfriamiento de dicho fluido almacenable puede incluir además el paso de:

canalizar el gas a través de un intercambiador térmico contra un flujo de dicho fluido almacenable para refrescar dicho fluido almacenable.

35 El método puede incluir los pasos de:

devolver dichos tubos sustancialmente continuos y dicho fluido almacenable enfriado a un punto de suministro de gas;

40 enfriar el gas obtenido en el punto de suministro de gas con dicho fluido almacenable enfriado;

rellenar dichos tubos sustancialmente continuos con gas.

Un método de almacenamiento de gas puede comprender los pasos de:

45 suministrar gas cuando la demanda de gas es baja en un tubo sustancialmente continuo curvado para formar estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles de tubo plurales;

almacenar el gas en dicho tubo sustancialmente continuo; y

50 descargar el gas de dicho tubo sustancialmente continuo cuando la demanda de gas es alta.

El tubo sustancialmente continuo se puede incluir en un contenedor sellado.

55 El gas se puede almacenar en tubos plurales sustancialmente continuos, cada tubo sustancialmente continuo se curva para formar estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles de tubo plurales, y cada tubo sustancialmente continuo se incluye en un contenedor sellado.

Los tubos sustancialmente continuos se pueden cargar en serie.

60 Un método de transporte de gas a una instalación de distribución de gas puede comprender los pasos de:

obtener un suministro de gas en un punto de suministro de gas remoto de la instalación de distribución de gas;

transportar el gas a la instalación de distribución de gas en contenedores de almacenamiento de gas en frío;

65 descargar el gas en la instalación de distribución de gas mientras se conserva dicho frío de dichos contenedores de almacenamiento de gas; y devolver dichos contenedores de almacenamiento de gas en frío a dicho punto de suministro de gas.

## ES 2 358 727 T3

Los contenedores de almacenamiento en frío se pueden transportar en una bodega de un barco.

La descarga del gas en la instalación de distribución de gas puede incluir además los pasos de:

- 5 reducir adiabáticamente la presión del gas en un intercambiador térmico;
- enfriar un fluido que pase a través de dicho intercambiador térmico; y pasar dicho fluido enfriado a dichos contenedores de almacenamiento de gas.

10 La descarga del gas en la instalación de distribución de gas puede incluir además los pasos de:

enfriar de un fluido almacenable usando el gas; y

almacenar dicho fluido almacenable enfriado a bordo del barco.

15 El enfriamiento de dicho fluido almacenable puede incluir además el paso de:

canalizar el gas a través de un intercambiador térmico contra un flujo de dicho fluido almacenable para enfriar dicho fluido almacenable.

20 El método puede incluir los pasos de:

devolver dichos contenedores de almacenamiento del gas y dicho fluido almacenable enfriado a un punto de suministro de gas;

25 rellenar dichos contenedores de almacenamiento del gas con gas; y

el gas con dicho fluido almacenable enfriado.

30 Un método de suministro de gas a una instalación de distribución de gas puede comprender los pasos de:

conducir el gas de un pozo de gas a un punto de suministro de gas;

35 obtener un suministro de gas en dicho punto de suministro de gas, estando dicho punto de suministro de gas en una ubicación lejos de la instalación de distribución de gas;

enfriamiento y compresión del gas en dicho punto de suministro de gas;

40 inyectar dicho gas enfriado y comprimido en un tubo curvado sustancialmente continuo para formar estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles de tubo plurales;

transportar dicho gas enfriado y comprimido en dicho tubo sustancialmente continuo a la instalación de distribución de gas; y

45 descargar dicho gas enfriado y comprimido en la instalación de distribución de gas.

El tubo sustancialmente continuo puede ir contenido en la bodega de un barco.

Un método de gas de suministro a usuarios puede comprender los pasos de:

50 conducir el gas desde un pozo de gas a un punto de suministro de gas;

obtener un suministro de gas en dicho punto de suministro de gas; estando dicho punto de suministro de gas en una ubicación remota de los usuarios;

55 enfriamiento y compresión del gas en dicho punto de suministro de gas;

dicho gas enfriado y comprimido en un tubo sustancialmente continuo para formar estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles plurales de tubo;

60 transporte de dicho gas enfriado y comprimido en dicho tubo sustancialmente a una instalación de distribución de gas;

descargar dicho gas enfriado y comprimido en dicha instalación de distribución de gas;

65 conducir el gas desde dicha instalación de distribución de gas a los usuarios.

Estos y otros aspectos de la invención son descritos en la descripción detallada de la invención y reivindicados en las reivindicaciones que siguen.

**Breve descripción de los dibujos**

Ahora se describirán las formas preferidas de realización de la invención, con referencia a los dibujos, sólo a modo de ilustración y no con la intención de limitar el ámbito de la invención, en el que se indican como números los elementos y en el cual:

5 La Fig. 1 muestra un sistema de almacenamiento de gas de tubo continuo enrollado adaptado para el transporte de gas por barco;

10 La Fig. 2A es una vista en perspectiva de un tubo continuo enrollado;

La Fig. 2B es una vista en perspectiva de un sistema de almacenamiento de gas de tubo continuo;

15 La Fig. 3 es una vista en perspectiva, parcialmente en sección, que muestra un tubo continuo enrollado en un contenedor que muestra tanto el embalaje hexagonal y cúbico;

La Fig. 4 es una vista en planta de un tubo continuo enrollado con giros de radio mínimos para llenar un contenedor rectangular;

20 La Fig. 5 es una vista en perspectiva de un tubo continuo en bucles con forma de U colocados de manera consecutiva para formar un único estrato;

25 La Fig. 6 es una vista en planta de un barco, parcialmente cortado, con contenedores de bobina que contienen tubo continuo, en donde los contenedores se orientan con eje vertical y se colocan en un modelo cúbico entre mamparos transversales;

30 La Fig. 7 es una vista en planta de un barco, parcialmente cortado, con contenedores de bobina que contienen tubo continuo, en el que los contenedores se orientan con ejes verticales y se colocan en un modelo hexagonal dentro de mamparos semihexagonales;

La Fig. 8 es una vista en planta de un barco con contenedores colocados hexagonalmente con tres filas de contenedores dentro de mamparos semihexagonales;

35 La Fig. 9 es una sección transversal a través de cinco contenedores apilados uno sobre otro con tubo continuo enrollado alrededor de la bobina (no se muestran todos los tubos);

La Fig. 10 es una vista en planta superior de la base de un contenedor;

40 La Fig. 10A es una sección a través de un contenedor para su uso conforme a la invención;

La Fig. 11A es una sección radial a través de la base del contenedor de la figura 11;

La Fig. 11B es una sección a través de la base de un contenedor perpendicular a la sección de la figura 11A;

45 La Fig. 11C es una vista radial de la base del contenedor de la figura 10;

La Fig. 12 es una vista de alzado lateral de una pared lateral del contenedor de la figura 10 y

50 La Fig. 13 es un esquema de un sistema para la conservación del frío en gas descargado de, por ejemplo, un barco.

**Descripción detallada de formas de realización preferidas**

55 Un bucle de tubo se define aquí como una longitud de tubo que gira sobre sí mismo, de modo que los fluidos que van por el interior del tubo giren más de 90°. Un estrato de tubo se define aquí como un conjunto de tubos que se distancian lateralmente entre sí y que ocupan una banda cuyo espesor es aproximadamente igual al diámetro de uno de los tubos. En funcionamiento, un estrato, puede ser horizontal, vertical o de cualquier ángulo intermedio.

60 Se entiende que el material empleado para fabricar el tubo continuo usado para realizar la invención será dúctil y no será quebradizo ante presiones y temperaturas del transporte de fluido en funcionamiento, y que el material es impermeable al gas almacenado en el tubo continuo. También se entenderá que mientras longitudes muy largas de tubo son ideales, puede ser necesario realizar conexiones intermedias entre secciones largas de tubo para facilitar la fabricación. El tubo continuo se puede fabricar de cualquier tipo de acero normal, por ejemplo X70, pero el acero del tubo puede también ser apagado y templado para aumentar su resistencia después de haber completado toda la soldadura. Alternativamente, el tubo continuo puede también ser envuelto con hilo de acero de alta resistencia.

65 Un dispositivo de almacenamiento de gas ilustrativo 11 se muestra en la Fig. 3. Múltiples dispositivos de almacenamiento de gas 11 se muestran en la Fig. 1.

## ES 2 358 727 T3

El dispositivo de almacenamiento de gas 11 se realiza distribuyendo o enrollando un tubo continuo 10 dentro de un contenedor 12 en estratos plurales, estando formado cada estrato por bucles plurales de tubo. Cualquier abertura en el tubo continuo 10 que permita el flujo de gas dentro o fuera del tubo 10, como en los extremos del tubo 17, 19, dispone de válvulas, por ejemplo las válvulas 21 en la Fig. 1. Las válvulas permiten sellar el tubo continuo 10 para almacenar y transportar el gas. Cada longitud del tubo 10 debería también disponer de una válvula de seguridad de presión (no mostrada) para permitir la liberación de gas a una presión programada.

El contenedor 12 tiene una base 14, una pared lateral de contención externa 16, una pared lateral de contención interna 18 y una parte superior 20. La pared lateral de contención interna 18 forma un núcleo central, cuando el contenedor tiene forma de bobina. El contenedor 12 puede también realizar la función de cinta transportadora, concretamente éste puede proporcionar un soporte en el que el tubo continuo 10 se puede enrollar y luego elevar, haciendo más fácil así el manejo y carga del tubo, por ejemplo en un barco. Además, el contenedor 12 distribuye la carga del tubo continuo 10 a las paredes exteriores de los contenedores subyacentes 12, tal como la pila de contenedores 12 ilustrada en la Fig. 9, en la que el peso del tubo continuo 10 es soportado por las paredes laterales 16 y 18.

Los extremos 17, 19 del tubo continuo 10 preferiblemente se extienden a través de una apertura de gas comprimido en la pared interior 18 del contenedor 12. Como se muestra en la Fig. 1, los tubos verticales 23A se pueden conectar a los extremos 17 del tubo continuo 10 para conectarlos a los recolectores de alta, media o baja presión 25A, 25B, 25C respectivamente para cargar el tubo continuo 10 con gas en un punto de suministro de gas y descargar el gas del tubo continuo 10 en una instalación de distribución de gas. Los recolectores 25A, 25B y 25C se encuentran preferiblemente en la cubierta 63 de un barco, mientras los contenedores 12 se almacenan en la bodega. Las válvulas 27 de los tubos 23A se pueden utilizar para controlar el flujo de gas de los colectores 25A-25C desde y hacia los tubos continuos 10. Los tubos verticales 23B se pueden conectar a los extremos 19 para conectarlos a las líneas de flujo a alta y baja presión 29A y 29B. Las válvulas 31 de las líneas 23B se pueden utilizar para controlar el flujo de fluido hacia dentro y hacia fuera de los tubos continuos 10. Alternativamente, los extremos 17, 19 pueden extenderse a través de la pared exterior 16 del contenedor 12 en vez de a través de la pared interior 18.

La base 14, las paredes laterales 16 y 18 y la parte superior 20 del contenedor 12 están preferiblemente sellados para ser herméticos. Este cierre hermético proporciona al contenedor 12 una función de contención en relación a los fluidos contenidos en el tubo continuo 10 o el contenedor 12 o ambos. El contenedor 12 puede también llenarse de una matriz de material de soporte, tal como un polvo seco inerte, un cemento, un líquido, tal como agua, o un barro convencional tal como se usa en la perforación de pozos. El material matriz de soporte puede tener una densidad relativa mayor que 1, para ayudar a soportar la carga del tubo continuo 10. Rellenar el contenedor 12 con una matriz de soporte puede ser particularmente ventajoso cuando la densidad relativa del tubo y la combinación de gas almacenado es aproximadamente igual a la densidad relativa de la matriz de soporte. En este ejemplo, se pueden apilar más estratos de tubo continuo 10 uno sobre el otro sin aumentar el riesgo de tensiones excepcionales en las paredes interiores del tubo continuo.

Alternativamente, en casos donde el tubo continuo 10 no necesita ayuda, el contenedor 12 puede llenarse de un gas inerte seco tal como nitrógeno, aire o gases de escape. Preferiblemente, se puede proporcionar un ventilador o medios similares (no mostrados) para hacer circular la atmósfera en el contenedor 12 mediante un conducto (no mostrado) que entra y sale del contenedor 12 vía las aberturas selladas (no mostradas). Es también preferible que la atmósfera en el contenedor 12 sea periódicamente evaluada por si hubiera escapes gas.

Por ejemplo, también se pueden colocar monitores acústicos en los contenedores 12. Tales monitores acústicos detectan tanto el ruido emitido por las fugas de gas como el sonido del metal cristalino en el tubo continuo 10 si ocurre una avería y se extiende posteriormente por el tubo de acero. Además, la atmósfera dentro del contenedor y externa al tubo continuo 10 se puede examinar con un equipo de olfateo comúnmente disponible para detectar la presencia de fugas de gas.

Se cree que las filtraciones en el tubo continuo 10 empezarán con un tamaño pequeño. Una vez detectadas, la bobina de tubo continuo 10 afectada será rápidamente vaciada y la filtración, reparada. Si la filtración aumentase rápidamente a un tamaño significativo, la presión subirá dentro del contenedor 12. Las paredes del contenedor 12, por ejemplo la pared superior del núcleo central, dispondrían de discos de rotura convencionales o paneles plegables 33, diseñados para abrirse antes de que la presión dentro del contenedor 12 alcance un nivel que pueda dañar alguna otra parte de las paredes del contenedor 12. El flujo de gas de tal filtración rápida será entonces conducido afuera por los conductos de ventilación 35 y ventilado vía una chimenea de altura aprobada. Se cree que tal contenido doble de gas presurizado será, y así también lo reconocerán las agencias reguladoras, tan extremadamente seguro que se puedan utilizar con la aprobación reglamentaria valores inferiores para el factor de seguridad del tubo relacionado con la rotura.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 2A, el tubo continuo se puede enrollar en la base 14 del contenedor 12 en estratos alternativos desde el exterior al interior y desde el interior al exterior. El estrato 11A en la Fig. 2A está enrollado desde dentro hacia fuera, mientras el estrato 11B está enrollado desde fuera hacia dentro encima del estrato 11A. De esta manera, el tubo continuo 10 se puede instalar en el contenedor 12 mediante un tubo alrededor del núcleo central delimitado por la pared interna 18, comenzando preferiblemente por el interior y finalizando por el exterior. Muchos estratos de tubo continuo 10 se pueden enrollar en el núcleo mientras los estratos inferiores del tubo 10 pueden con los estratos superiores de tubo sin el riesgo de que el tubo 10 sufra una tensión aumentada además de la debida a la presión interna del gas presurizado. El número máximo de estratos de tubo que se puede soportar en cualquier estrato

## ES 2 358 727 T3

de tubo se puede hallar fácilmente mediante el cálculo de la resistencia del tubo. Por ejemplo, un tubo de diámetro exterior de 15 cm (6 pulgadas) se puede enrollar en un contenedor de 12,2 cm (40 pies) de ancho y 3,1 m (10 pies) aproximadamente de alto, por lo tanto con unos 20 estratos y unos 30 bucles (consistiendo cada bucle en este caso en un bucle de tubo de 360°), dando como resultado una longitud de tubo continuo del orden de 14,5 km (9 millas). El núcleo central puede ser del orden de 3,1 m (10 pies) de ancho para un tubo de 15 cm (6 pulgadas). Los diámetros exteriores de tubo se prefieren de entre 2,5 cm (1 pulgada) y 25,4 cm (10 pulgadas). El tamaño del núcleo interno del contenedor 12 depende de la curvatura mínima del tubo, que a su vez depende de la temperatura a la que el tubo continuo se curva y del material del que está hecho el tubo continuo. Por ejemplo, un tubo continuo doblado en frío hecho de una placa soldada de acero X70 resulta en aproximadamente un radio mínimo 10 D (diámetro de tubo). El doblado en caliente puede reducir el radio mínimo a 3D.

El tubo continuo de la manera mostrada en la Fig. 2A resulta en el embalaje parcialmente cúbico parcialmente hexagonal como se muestra en la Fig. 3, que muestra una sección a través de estratos de tubo continuo. En el embalaje cúbico, cada sección de tubo linda con otras cuatro secciones del tubo, una por encima, una por debajo y una a cada lado. En el embalaje cúbico el tubo 10 ocupa aproximadamente el 78,5% del espacio del contenedor 12. En el embalaje hexagonal, cada sección de tubo tiene seis puntos de contacto con el tubo contiguo. Esto resulta en aproximadamente un 90,7% de espacio ocupado del contenedor 12. El embalaje hexagonal es superior al embalaje cúbico tanto en términos de ocupación del espacio como en términos de reducción del efecto de las fuerzas de aplastamiento transversales en la tensión circunferencial del tubo inferior 10. En el caso de la bobina mostrada en las Figs. 1 y 3, se da un embalaje perfectamente cúbico y perfectamente hexagonal a lo largo de líneas a 90° entre sí. Si los ejes del embalaje perfectamente hexagonal son giradas lentamente alrededor de la bobina, se cree que entonces es posible obtener una densidad de registro media de aproximadamente un 84,6%.

Como se muestra en la forma de realización en la Fig. 2A si el eje de la bobina está orientado verticalmente en uso, se puede asegurar que los fluidos en el tubo continuo 10 drenarán hacia un extremo del tubo, por ejemplo el extremo 13 mostrado. La base 14 del contenedor 12 no hace falta que sea plana, pero se puede subir o bajar en el centro, por ejemplo para formar bien una forma cónica o bien piramidal para facilitar el drenaje de fluidos del tubo continuo. En el caso de una parte central subida de la base 14 del contenedor 12, el extremo con válvula del tubo 10 debería encontrarse en el exterior del contenedor 12.

En la forma de realización mostrada en la Fig. B, el tubo 10 se enrolla en un núcleo 22. El enrollamiento procede axialmente desde un extremo de la placa 24 al otro extremo de la placa 26. Esto forma un tipo carrete de enrollamiento. El núcleo 22 y las placas de extremo 24 y 26 forman juntas un soporte para el tubo continuo 10. Las mismas consideraciones de enrollamiento se aplican a la forma de realización de la Fig. 2B así como a la Fig. A.

En la forma de realización de la Fig. 4, las secciones rectas 32 alternan con los ángulos 34 para formar en este caso un cuadrado, pero también se podrían formar rectángulos, hexágonos u otras formas poligonales. Las mismas consideraciones de enrollamiento se aplican en cuanto a la forma de realización de la figura 2A. Tal forma de realización podría ser usada para llenar la bodega entera de un barco. No obstante, una configuración con secciones curvadas y rectas es más difícil de enrollar, y así se prefiere cuando esté justificado por un embalaje significativamente mejorado de bobinas en la bodega del barco.

Un embalaje hexagonal perfecto se puede obtener con un tubo distribuido en el interior, por ejemplo, de un contenedor rectangular, tal como la bodega de un barco, de la manera mostrada en la Fig. 5. Cada estrato de tubo 42 está formado por bucles 44 que tienen forma de U, con secciones rectas 46 alternantes con ángulos 48. El tubo se estrecha en los ángulos laminando el tubo de manera convencional y plegándolo luego en ángulos de 180°. Estratos adicionales se pueden formar de la manera ilustrada por el extremo 49 del tubo continuo que cubre el estrato subyacente en un modelo de embalaje hexagonal. El extremo 47 tiene rebordes para recibir una válvula (no mostrada). Mientras esta forma de realización tiene la ventaja del embalaje hexagonal, el flujo de gas estará restringido en el tubo en los ángulos, haciendo una forma de realización preferida cuando se quiera cargar y descargar el gas en el tubo continuo a un índice relativamente lento.

El tubo continuo enrollado en un contenedor con una bobina, como por ejemplo mostrado en Fig. 2A, donde la bobina tiene un eje vertical, se puede transportar en una bodega 60 de un barco 62 como se muestra en las Figs. 6, 7 y 8. Una bodega de barco puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 30,5 m (100 pies) de ancho y 213,4 m (700 pies) de largo, y está preferiblemente sellada con una atmósfera controlada, similar al sellado de los recipientes 12. Los contenedores 12 pueden estar uno al lado del otro en un modelo cúbico como se muestra en la Fig. 6. Esto resulta en una utilización del espacio de aproximadamente un 75,4% para veintiocho contenedores 12 con un diámetro de 5,2 m (50 pies). Los contenedores 12 pueden también estar dispuestos en un modelo hexagonal en filas de dos o tres como se muestra en las Figs. 7 y 8. Los compartimentos 60 en las Figs. 7 y 8 se separan respectivamente con mamparos hexagonales 64, 66. En la Fig. 7, la utilización del espacio para veintiséis contenedores de 16,3 m (53,6 pies) es de aproximadamente un 81,25% y en la Fig. 8 para cincuenta y siete contenedores de 11,2 m (36,603 pies) de diámetro es aproximadamente de un 79,81%. Preferiblemente, los contenedores 12 estarán apilados en la bodega del barco como se muestra en la Fig. 9, por ejemplo en una pila de cinco contenedores 12 cada una de aproximadamente 3,4 m (11 pies) de altura a una altura total de aproximadamente 16,8 m (55 pies). La altura total de la pila de contenedores 12 se limita por consideraciones de estabilidad del barco. Alternativamente, los contenedores 12 se pueden orientar con sus ejes horizontales. En otra alternativa, la bodega del barco puede formar una base cilíndrica en la que se puede colocar una bobina o bobinas que tienen un eje horizontal respecto al eje longitudinal del barco. Mientras una única

## ES 2 358 727 T3

bobina que se extienda a lo largo del barco puede ser ventajosa, puede ser difícil de instalar para algunos astilleros. La instalación de diferentes bobinas más pequeñas conectadas en serie, comprendiendo cada una diferentes estratos y que tengan un eje horizontal, puede ser más fácil de manejar para algunos astilleros sin dañar el tubo continuo 10.

5 Los contenedores 12 están preferiblemente apilados, de manera que haya por ejemplo aproximadamente contenedores 12 apilados como se ilustra en la Fig. 9, con las paredes 16, 18 de los contenedores inferiores 12 soportando los contenedores superiores. Los contenedores 12 se pueden montar de cualquiera de las diversas maneras, mientras éstos sean capaces de soportar y contener el tubo continuo 10. Como se ilustra en las Figs. 10-12, el contenedor 12 puede estar formado de 24 columnas verticales 52 en el interior y 24 columnas verticales 53 en el exterior, estando las  
10 columnas verticales exteriores 53 coronadas con barra anular hueca 54 y distanciadas a 36 pulgadas de espaciamiento de centro a centro. La base o suelo 14 del contenedor 12 es soportado por 24 vigas en I 56 cubiertas con placas 58. Las vigas en I 56 conectan las respectivas columnas internas 52 y las columnas externas 53. Como ejemplo, las columnas externas 53 pueden estar formadas por una banda de 12 x 4 con rebordes de 8 x 6, teniendo las columnas internas 52 rebordes ligeramente más pequeños. Las vigas en I 56 del suelo pueden tener una banda de 12 x 3 y rebordes de 8 x 7.  
15 Las paredes 16, 18 y el suelo 14 están cubiertas con placas planas 58, 59 y selladas para ser impermeables al fluido del contenedor. Los contenedores 12 así formados disponen preferiblemente de una tapa 20 como se muestra en la Fig. 3, y son sellados durante su uso. Salvo el contenedor superior, la tapa del siguiente contenedor inferior 12 la puede proporcionar la base del contenedor 12 de encima.

20 Puesto que múltiples tubos continuos 10 son transportados juntos, estos pueden ser conectados juntos en serie de manera que todos los tubos continuos 10 de una bodega del barco, por ejemplo, circulen con gas al mismo tiempo y de manera que un raspador pueda pasar a través de ellos para realizar servicios de inspección y limpieza. Los tubos continuos 10 de la bodega del barco pueden disponer de una atmósfera controlada y de paredes aisladas.

25 Cuando se completa el transporte, los tubos continuos 10 de una bodega del barco pueden entonces ser conectados a una boya oceánica o terminal en tierra mediante recolectores de alta, intermedia y baja presión 25A, 25B y 25C (Fig. 1) como también se describe en la solicitud copendiente 08/550,080 presentada el 30 de Octubre de 1995, el contenido de la cual es aquí incorporado mediante referencia.

30 El gas que se suministra a los tubos 10 pueden ser refrigerado antes de ser bombeado en los tubos continuos 10. Para el transporte en frío, se prefiere que los contenedores 12 sean aislados con aislamiento 41 aplicado a todas las paredes externas de los contenedores 12.

35 Para el uso en el transporte de gas, por ejemplo gas natural, a partir de un punto de suministro de gas, por ejemplo un terminal en tierra o una boya oceánica, a una instalación distante de distribución de gas, por ejemplo otro terminal en tierra o una boya oceánica, se debe primero proporcionar un suministro de gas en el punto de suministro de gas. Por ejemplo, el gas podría ser transportado al punto de suministro en tierra o costero mediante una gaseoducto. El gas es entonces comprimido en el el tubo continuo 10, y, por ejemplo, colocado en un barco 62 como se muestra en las Figs. 6, 7 u 8 mediante recolectores 25A, 25B y 25C (Fig. 1) a una presión por ejemplo de aproximadamente 207 bar (3000 psi.) Esta presión podría aumentarse, por ejemplo de 55 bar (800 psi) a 103 bar (1500 psi) y luego de 103 bar (1500 psi) a 207 bar (3000 psi) para hacer que la compresión sea más eficaz. Los tubos continuos 10 son luego transportados, por ejemplo por el barco 62, a la instalación distante de distribución de gas, donde el gas se descarga a través de los colectores 25A, 25B y 25C.

45 Preferiblemente, el gas se descarga en la instalación de distribución de gas de modo que enfríe el tubo continuo 10. Esto se puede conseguir, por ejemplo, al permitir al gas expandirse fuera de los tubos 10, en un procedimiento de laminación en el que un primer tubo 10 es vaciado, inicialmente a través del colector de alta presión 25A, luego el colector de media presión 25B y luego el colector de baja presión 25C. Cuando el primer tubo 10 se vacía a través del colector de media presión 25B, el siguiente tubo 10 se puede vaciar a través del colector de alta presión 25B, y así sucesivamente hasta que todos los tubos 10 son vaciados. La expansión del gas en los tubos continuos 10, por ejemplo hasta -17°C (0°F), pero no inferior a la temperatura a la que el propio tubo se vuelve quebradizo. El tubo en frío puede luego ser transportado de nuevo al punto de suministro de gas remoto para cargar los tubos otra vez con gas. Puesto que los tubos están ya enfriados, se puede cargar un peso superior de gas mientras se llenan los tubos en el punto de suministro de gas a una presión dada. Para el máximo aprovechamiento de esta manera de operar, los tubos 10,  
50 contenedores 12 y la bodega del barco 60 pueden ser cubiertos con aislamiento 41. El enfriamiento del tubo continuo 10 se puede mejorar bajando la presión en un intercambiador térmico en la cubierta del barco bien contra un gas inerte que puede circular a través de los contenedores 12, pero fuera de los tubos 10, o bien un gas de media presión que se puede expandir y circular a través de los tubos continuos 10 que ya han sido vaciados. Además, se puede utilizar la refrigeración para refrescar el gas antes de inyectarlo en los tubos continuos 10.

60 El gas en los tubos continuos 10 puede ser descargado inyectando un fluido no corrosivo, no acuoso e incompresible que no se pueda mezclar con el gas (por ejemplo un hidrocarburo líquido que tenga más de 7 átomos de carbono aproximadamente en el caso de almacenamiento y transporte de gas natural) en un extremo del tubo continuo 10 y forzando el gas a salir por el otro extremo. Tal líquido se puede almacenar en un contenedor de almacenamiento líquido 80 y ser forzado en los tubos 10 mediante líneas de suministro de líquido a alta y baja presión 29A y 29B usando la  
65 bomba 82. El contenedor de almacenamiento 80 pueden ser conectado vía la línea 81 para aumentar el suministro de combustible del barco (no mostrado) ya que después del uso el fluido contendrá gas disuelto que saldrá de la solución dentro del contenedor 80.

## ES 2 358 727 T3

De manera similar, los tubos 10 pueden ser cargados rellenando el tubo con un gas de alta presión en un extremo de, por ejemplo, el colector 25A y empujando el líquido incompresible fuera los tubos 10 en el otro extremo a una presión constante. El líquido presurizado empujado puede entonces pasar a través de una unidad de eliminación de energía 86 tal como una turbina para generar electricidad o refrigeración en una línea 88 controlada por la válvula 90 que conecta las líneas de suministro de fluido a alta y baja presión 29A e 29B, y luego ser usada para llenar el siguiente en una serie de tubos continuos 10 inyectándolo en el fondo del siguiente tubo. Una vez que se ha terminado de llenar los tubos continuos 10, el líquido vuelve al contenedor de almacenamiento líquido 80 vía la línea 29A y la línea 84. Al llenar el tubo 10 primero se llena de un líquido incompresible. El flujo de salida continuo del líquido incompresible debería ser regulado con válvulas, por ejemplo las válvulas 31, y la unidad de eliminación de energía 86 mantener el gas entrante a una presión constante aproximadamente, evitando así coger calor innecesario debido a la expansión y recompresión del gas mientras se llena el tubo continuo 10.

Durante la descarga del gas en la instalación de distribución de gas, cuando el gas es descargado por primera vez, se puede descargar a través de la línea de alta presión 25A a tierra (en dirección A). El extremo B de las líneas 25A, 25B y 25C se puede conectar a otros contenedores 12 en otras bodegas del barco. Una parte del gas de alta presión de la fila 25A se puede dirigir a través de la válvula 43 y el intercambiador térmico 72 al conducto de media presión 25B. El gas reduce adiabáticamente la presión a través del intercambiador térmico 72 y enfría. Además, una parte del gas a alta presión de línea 25A se puede recircular de nuevo a los tubos continuos 10 a través de la válvula 45, el intercambiador térmico 72, la línea 51 y la línea 29A sin reducir la presión. No obstante, como el gas dirigido desde la línea de alta presión 25A a la línea 25B se reduce en presión, con una caída por ejemplo del orden de 103 bar (1500 psi), enfría el gas dirigido de vuelta a los tubos continuos 10 a través del intercambiador térmico 72. Este enfriamiento puede ser sustancial, y puede enfriar el gas a una temperatura de  $-45.5^{\circ}\text{C}$  ( $-50^{\circ}\text{F}$ ) o inferior. Cuando la presión cae en los tubos, las líneas 25A, 25B y 25C pueden ser consecutivamente seleccionadas para descargar el gas de los tubos. Tras el enfriamiento, el barco 62 puede volver a la instalación de carga en el punto de suministro de gas para otra carga de gas, con el frío restante de los tubos 10.

Se espera que mediante el enfriamiento de las tuberías continuas 10 con gas frío del intercambiador térmico 72, las tuberías continuas 10 tengan en el viaje de regreso una temperatura del orden de  $-45.5^{\circ}\text{C}$  ( $-50^{\circ}\text{F}$ ). Después de cargar las tuberías 10 con gas, y volver al punto de descarga, la temperatura del gas en las tuberías 10 aumentará a aproximadamente  $-17^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ). Es deseable recuperar este frío del gas durante la descarga del gas en la instalación de distribución de gas. Para tal fin, en referencia a la Fig. 13, como el gas se descarga de las tuberías continuas 10 a través de líneas 25A, 25B o 25C y conexiones de descarga usando compresores en tierra 90, el gas es llevado a través de un intercambiador térmico 92 contra un flujo, preferiblemente a contracorriente, de un fluido transportable adecuado como el agua de mar. El agua de mar se bombea a través del intercambiador térmico 92 con, por ejemplo, una bomba 94. Durante la descarga del gas, el agua de mar es bombeada desde el mar a 93 a través del intercambiador térmico 92 y línea 95 en tanques de almacenamiento a bordo del barco, que pueden por ejemplo ser tanques de lastre aislados 96 localizados en el doble casco o doble fondo del barco. De esta manera, el agua de mar es enfriada, pero no hasta el punto de que se forme hielo, y forma un depósito de fluido frío de alta capacidad calorífica. Durante el relleno posterior de las tuberías 10 en la instalación de carga, nuevamente usando compresores en tierra, el agua de mar fría se puede bombear de los tanques de lastre 96 a través del intercambiador térmico 92 y de nuevo al mar, enfriando así cualquier gas que fluya a través de las líneas 25A, 25B y 25C en las tuberías 10. Un barco puede llevar del orden de 17.000 toneladas de gas para el viaje cargado a la instalación de distribución de gas, y pueden llevar en sus tanques de lastre 10.000-15.000 toneladas de agua de mar enfriada en el viaje de vuelta al punto de suministro de gas.

Esto se puede utilizar de una manera particularmente ventajosa con las bobinas de tubo continuo 10, pero también se puede usar con otros contenedores de almacenamiento de gas, tal como se describe en nuestra solicitud de patente previa. Un contenedor de almacenamiento de gas frío en este contexto se refiere a un contenedor cuya temperatura es inferior a las temperaturas ambiente (la temperatura del aire a través de la cual el vehículo, por ejemplo el barco, se mueve), pero es preferiblemente mucho más baja que las temperaturas ambiente. Además, cuando grandes volúmenes de gas están siendo transportados por tierra, la técnica puede también ser usada en principio, aunque el fluido de almacenamiento en frío puede, en ese caso, ser algún otro fluido tal como el agua común.

Las naves usadas para el transporte de gas según esta invención deberían tener doble casco y cumplir con todos los requisitos de seguridad para el transporte de material peligroso.

Se espera que, para el transporte de gas natural, aproximadamente un 95% del gas se pueda descargar mientras se reduce la presión en las tuberías continuas 10 a aproximadamente 10,3 bar (150 psi).

Esta cantidad de gas proporciona un tacón o suministro de gas no descargado que puede ser usado como combustible para los motores del barco en la siguiente etapa del viaje del barco de vuelta al punto de suministro de gas.

Cualquier gas transportable de forma segura se puede transportar con un dispositivo de almacenamiento de gas, tal como gas natural, gas ciudad, clorina, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, argón, etano y etileno.

En otra disposición, el dispositivo de almacenamiento puede ser colocado dentro de un barco y amarrado cerca de una ciudad junto con un compresor y conectado a un tubería de suministro de gas principal para proporcionar un suministro de gas durante las horas de demanda punta. Durante los períodos de demanda baja, el dispositivo de almacenamiento puede ser relleno. El dispositivo de almacenamiento podría también ser colocado en una construcción

## ES 2 358 727 T3

en tierra o subterránea para proporcionar una función similar, por ejemplo para el almacenamiento de gas natural para una planta de energía eléctrica o de gas ciudad para una ciudad. En tamaños más pequeños, el dispositivo de almacenamiento podría ser usado para almacenar gas natural comprimido (GNC) en una estación de servicio de GNC para vehículos.

5           Habiendo descrito ahora la invención, se entiende que un experto en la materia podría hacer modificaciones a la invención descrita sin salirse del alcance de las reivindicaciones que siguen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Buque (62) para transporte de gas natural comprimido que comprende:

5 una bodega (60);

10 y **caracterizado** por el hecho de que el buque también comprende una pluralidad de bobinas tubulares (10) en dicha bodega, comprendiendo cada una de dichas bobinas tubulares un tubo sustancialmente continuo enrollado en estratos plurales, incluyendo cada uno de dichos estratos plurales bucles plurales de dicho tubo;

medios de válvula (21) adaptados para conexión de flujo selectiva a una fuente de gas comprimido; y

medios para conexión de flujo de cada una de dichas bobinas de tubo (10) a dichos medios de válvula,

15 por lo cual se puede recibir a través de dichos medios de válvula el gas comprimido, almacenado en dicha pluralidad de bobinas y posteriormente descargado de dicha pluralidad de bobinas a través de dichas medios de válvula.

20 2. Buque que comprende según la reivindicación 1 adicionalmente una pluralidad de estructuras de soporte para dichas bobinas tubulares, estando cada estructura de soporte adaptada para contener y soportar al menos una bobina de tubo mencionada y para permitir el apilamiento de dichas estructuras de soporte y las bobinas de tubo allí.

25 3. Buque según la reivindicación 2, donde cada dicha de soporte tiene un núcleo sustancialmente central y al menos una bobina de tubo contenida ahí está enrollada alrededor de dicho núcleo sustancialmente central.

4. Buque según la reivindicación 2 o la reivindicación 3 donde dichas estructuras de soporte comprenden contenedores impermeables al gas, que incluyen parte superior, fondo y paredes laterales.

30 5. Buque según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde dicho estructuras de soporte plurales se apilan una sobre a la otra.

6. Buque según cualquiera de las reivindicaciones precedentes donde dicha bodega de dicho buque se adapta para hacerla impermeable al gas y comprende adicionalmente:

35 medios para suministrar gas inerte a dicha bodega manteniendo una atmósfera inerte dentro de dicha bodega en relación circundante a dichas bobinas de tubo; y medios de alivio de presión para ventilación de la bodega de dicho buque a la atmósfera.

40 7. Buque según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde dicha bodega del buque es aislada.

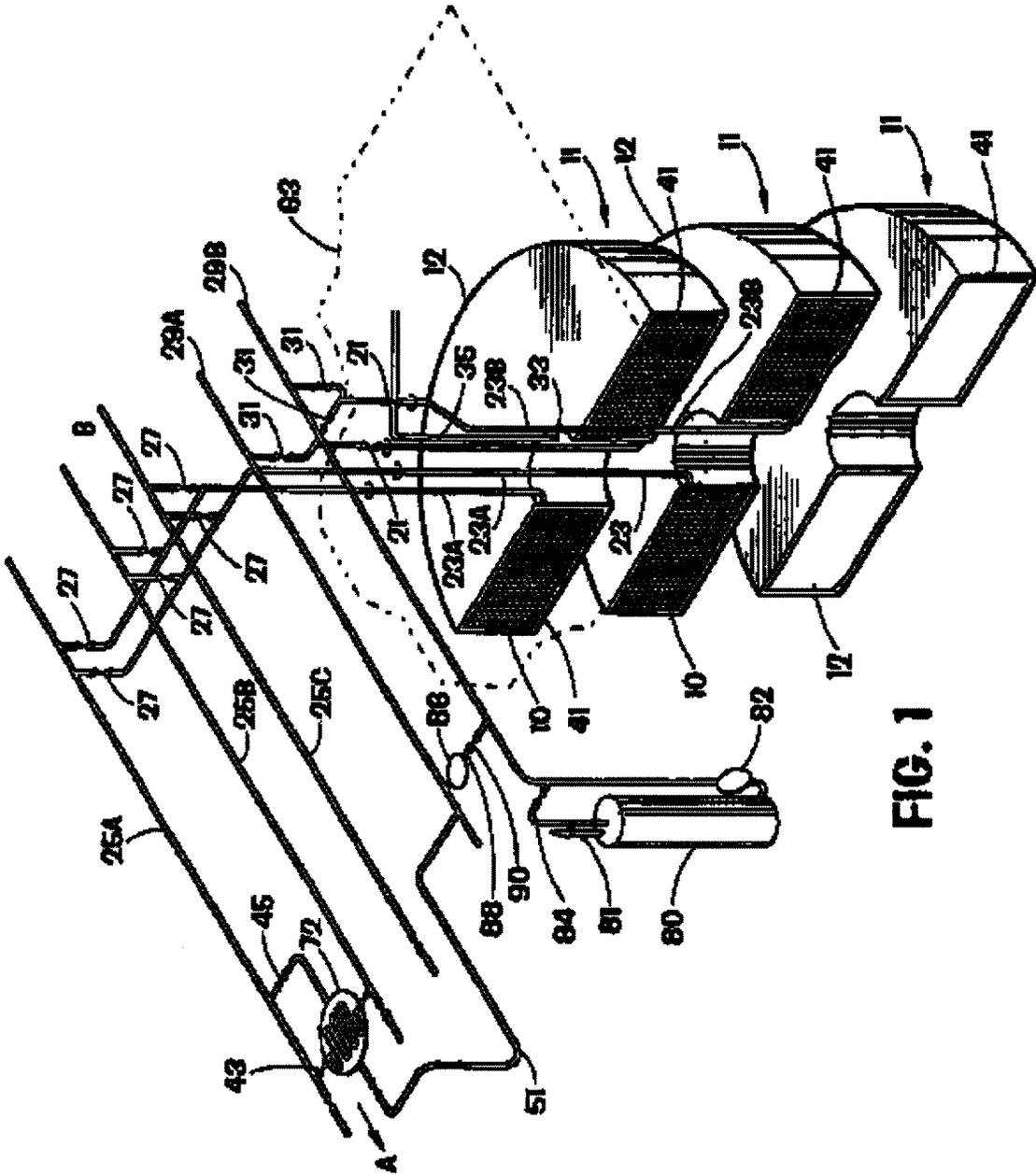
45

50

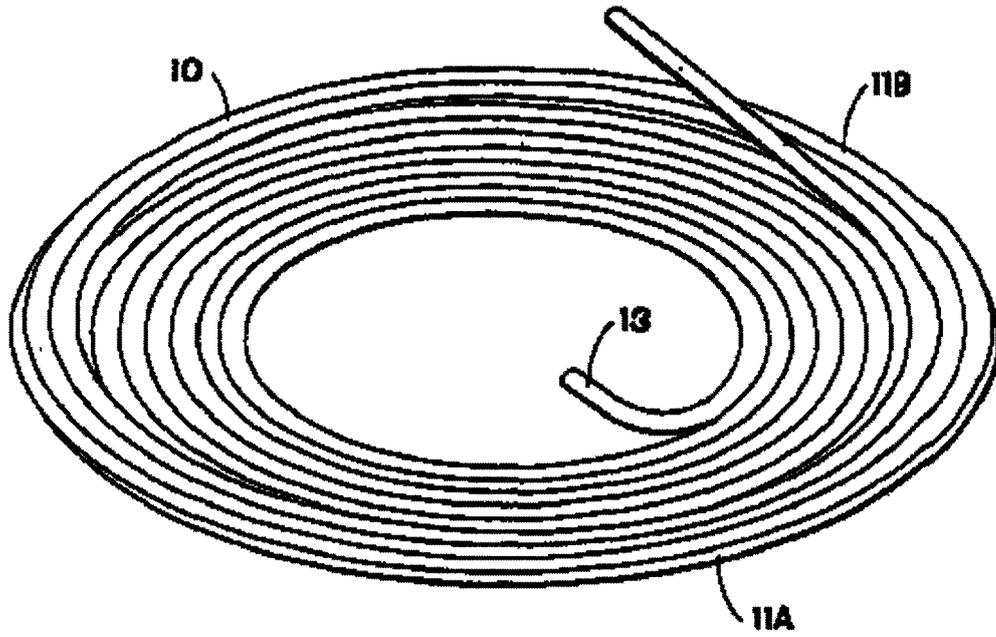
55

60

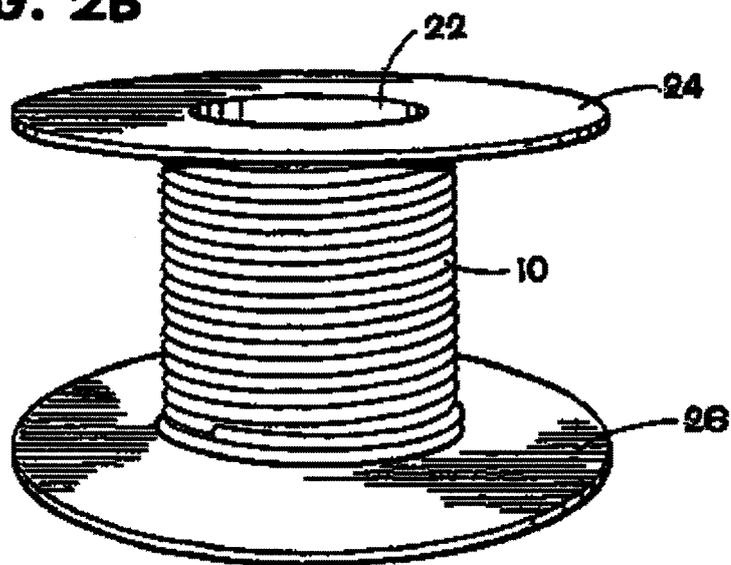
65



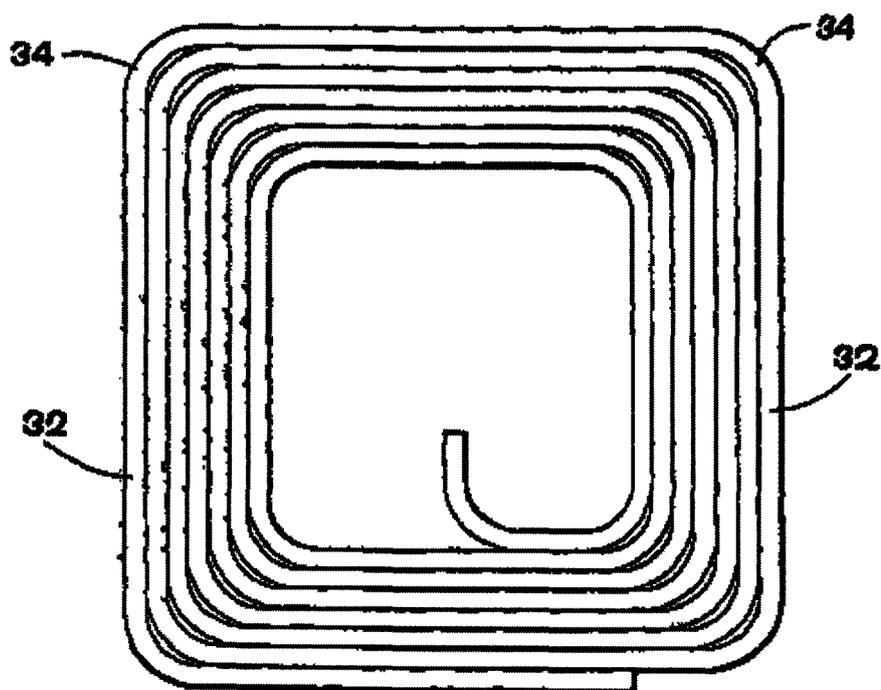
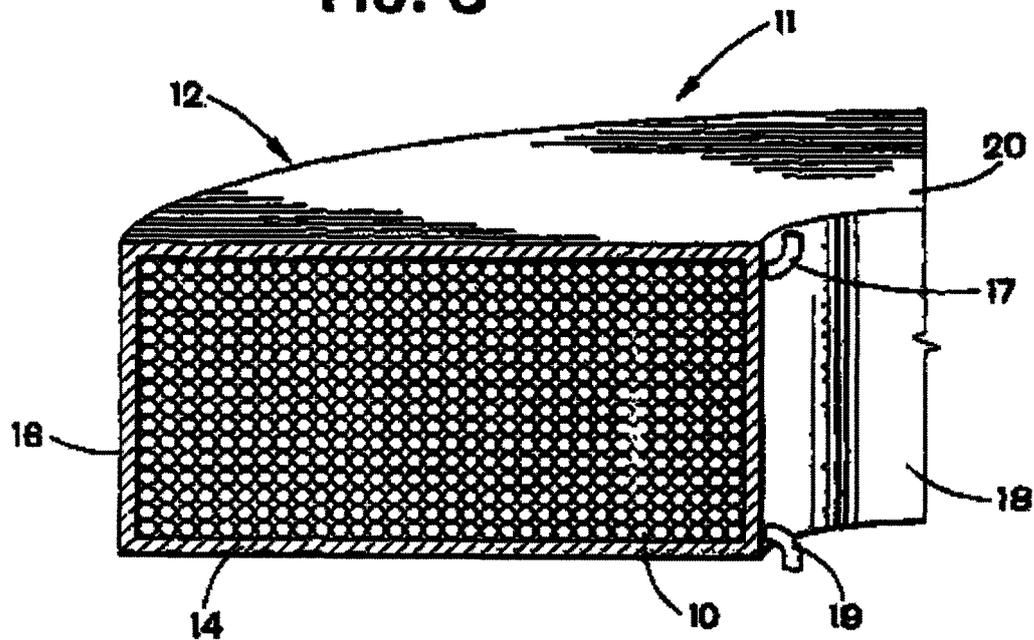
**FIG. 2A**



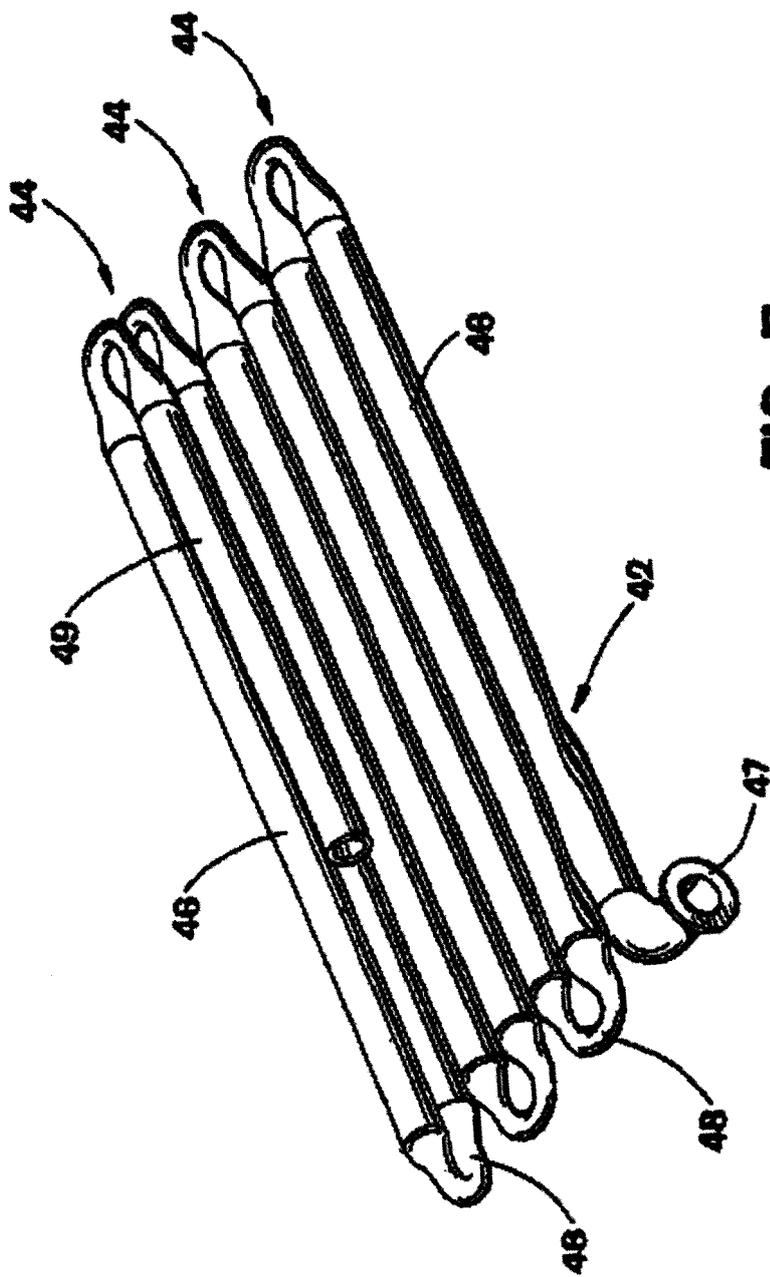
**FIG. 2B**



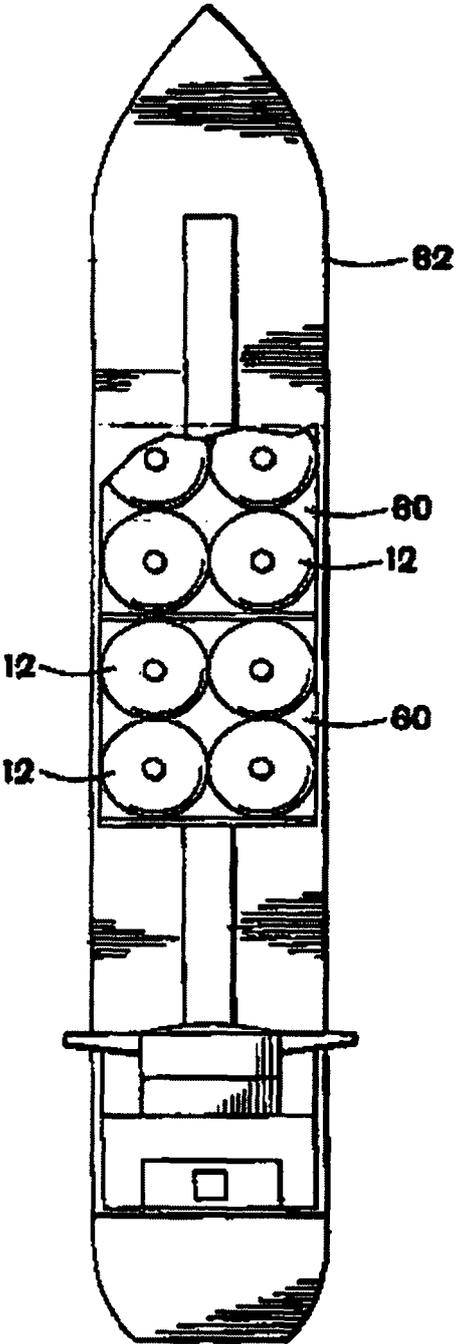
**FIG. 3**



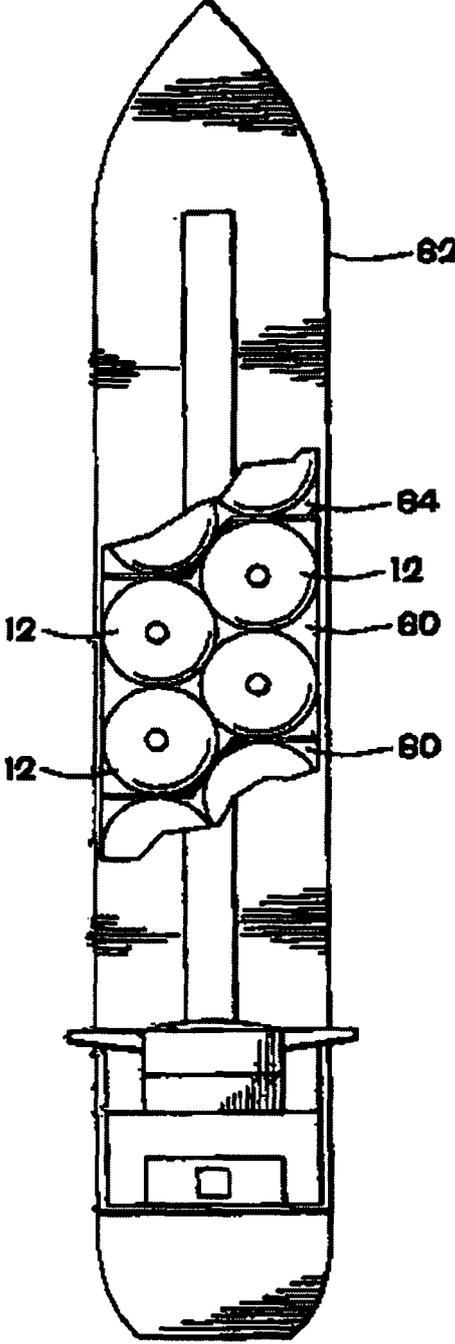
**FIG. 4**



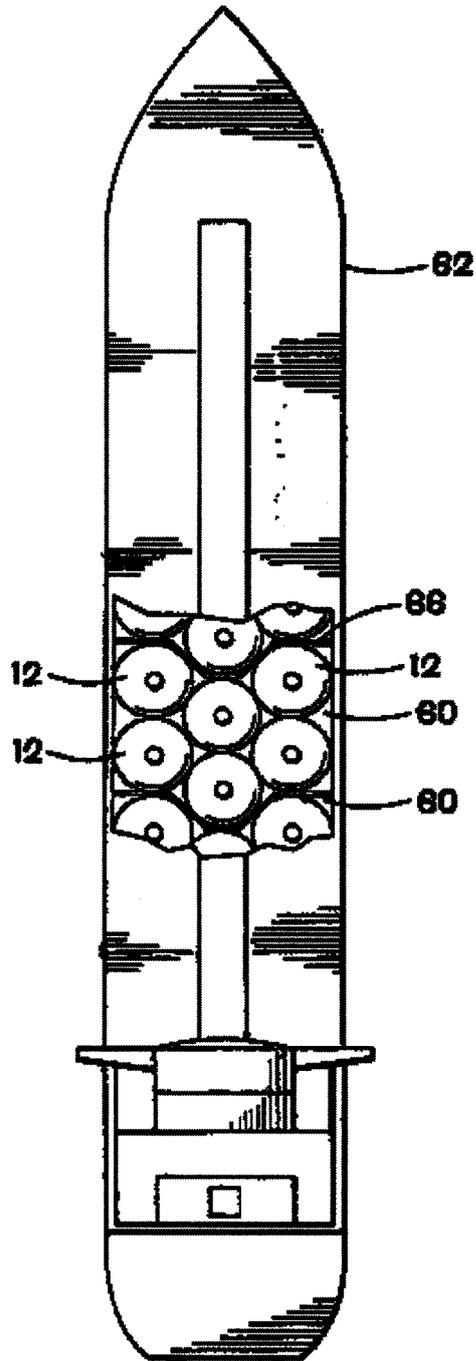
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**

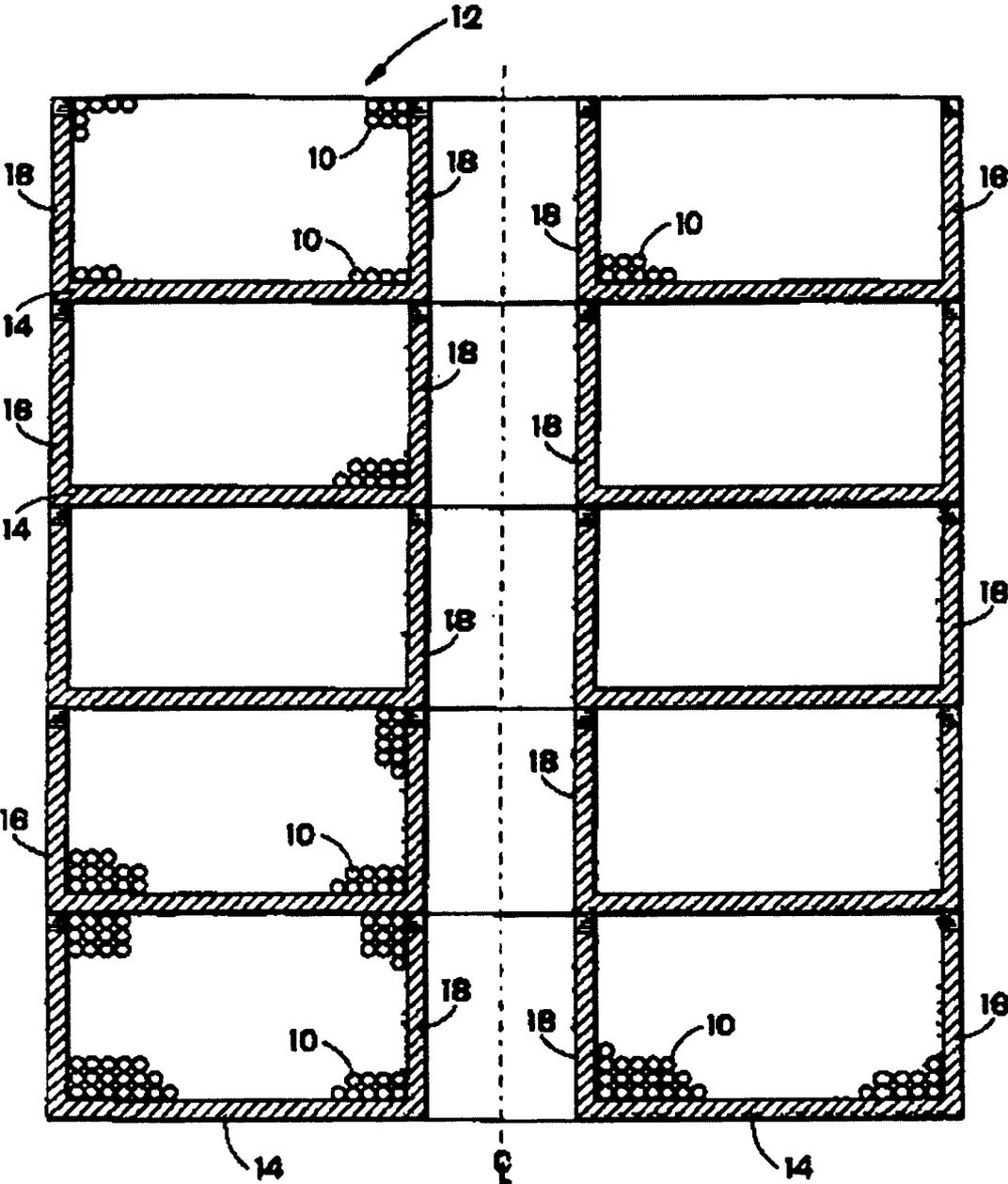
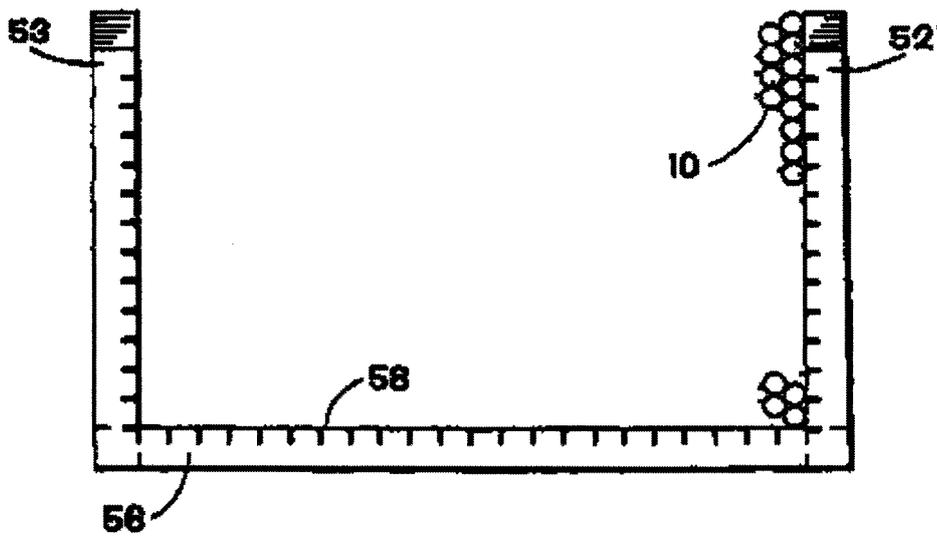
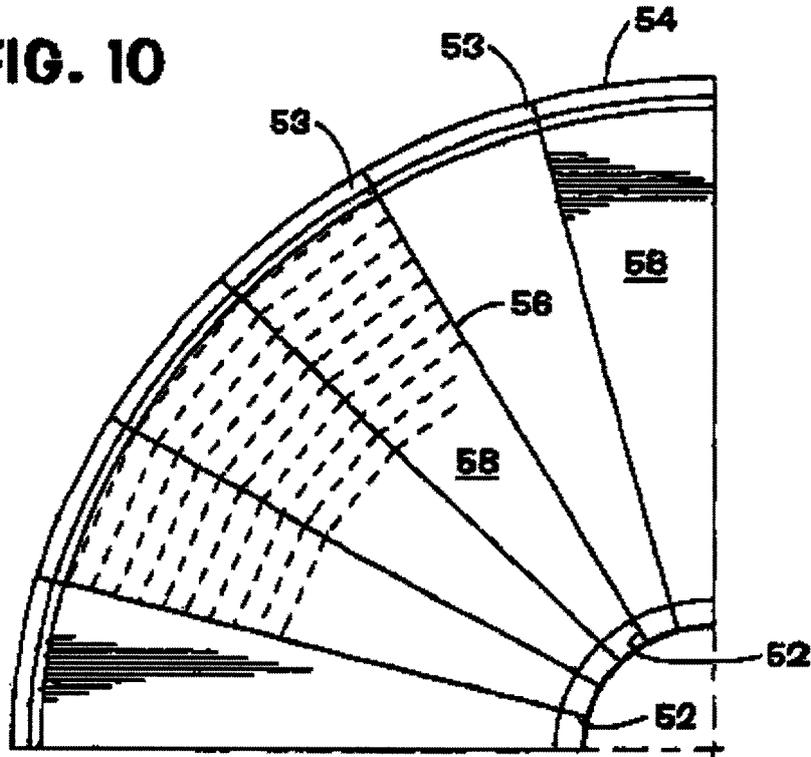
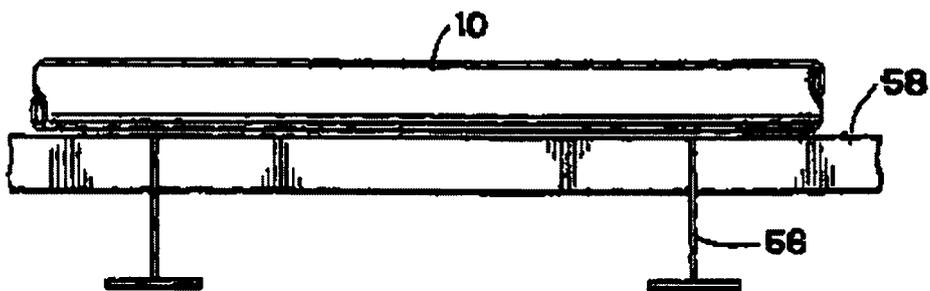
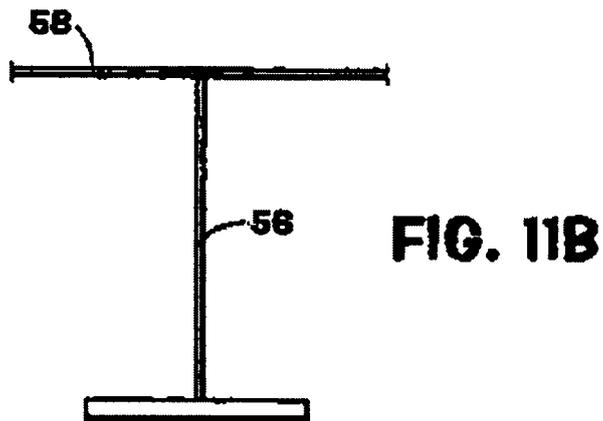
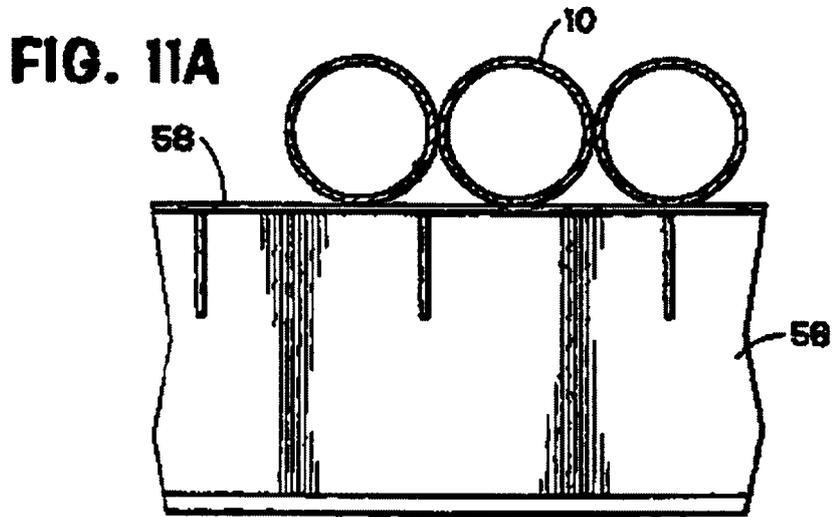


FIG. 9

**FIG. 10**



**FIG. 10A**



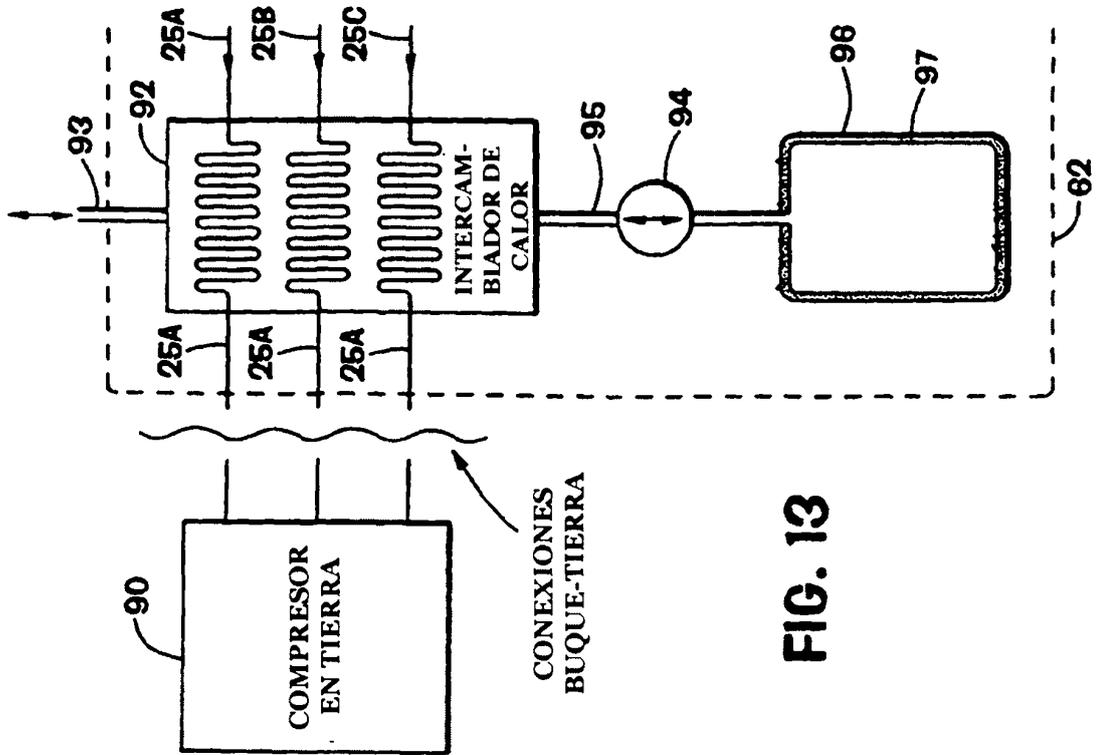


FIG. 13

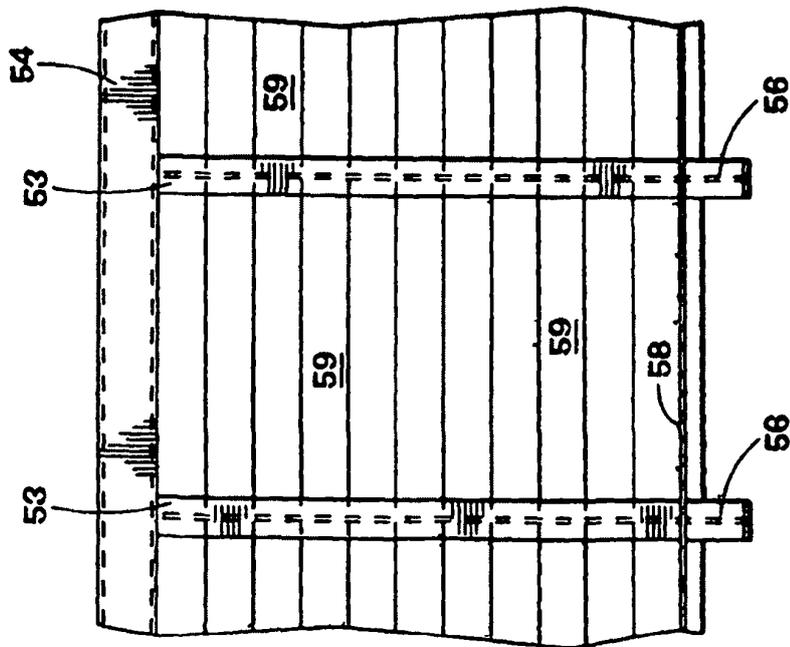


FIG. 12