

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 243**

51 Int. Cl.:

**F16L 59/14** (2006.01)

**F17C 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2006 E 06770132 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 1912863**

54 Título: **Sistemas fáciles para la transferencia de fluidos criogénicos**

30 Prioridad:

**08.08.2005 US 706349 P**  
**19.12.2005 US 311073**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.03.2013**

73 Titular/es:

**LIU, XUEJIE (100.0%)**  
**11211 Katy Freeway, Suite 450**  
**Houston, TX 77079 , US**

72 Inventor/es:

**LIU, XUEJIE**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

**ES 2 399 243 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

Sistemas fáciles para la transferencia de fluidos criogénicos.

### 5 Ambito técnico

(0001) En general, la presente invención se refiere a un sistema y un método para transferir fluidos criogénicos entre una estación de carga/descarga y un depósito acumulador. En particular, la presente invención proporciona un circuito de circulación en un solo oleoducto inclinado de gran tamaño para que el sistema se mantenga a una temperatura criogénica durante los periodos de inactividad entre dos procedimientos de transferencia consecutivos.

### Antecedentes

(0002) La demanda de gas natural está en auge en los países desarrollados pero cada vez se descubren más yacimientos de gas natural en lugares remotos. Para poder conectar los consumidores con las fuentes de gas natural uno de los métodos más rentables consiste en licuar el gas natural a  $-163^{\circ}\text{C}$  y transportar después el gas natural licuado (GNL) en tanques de GNL. En esta cadena de GNL, hay que cargar el GNL en tanques de GNL situados en plantas de licuefacción en tierra ya que se cargan las terminales cerca del yacimiento de producción y se tiene que descargar el GNL en un depósito de almacenamiento de GNL en tierra en las terminales de recepción emplazadas cerca de los consumidores. El tanque de almacenamiento en tierra se mantiene a una temperatura de  $-163^{\circ}\text{C}$  y a presión atmosférica. Por lo general, un tanque de GNL suele ser un depósito de almacenamiento que contiene vapor y que consta de un cilindro y techo exteriores de hormigón. El GNL se almacena en el tanque interior fabricado normalmente hasta un cierto nivel en acero inoxidable o acero al níquel dejando libre un espacio por encima de dicho nivel que permita la fuga del gas evaporado (p. ej.: vapor). Cualquier vapor generado como consecuencia de la salida de calor a través de la pared/techo del tanque y del sistema de oleoducto de transferencia fluye hacia un gasoducto con un nivel de admisión por encima del nivel máximo del líquido del tanque de almacenamiento. Luego, el vapor se comprime y se envía, por regla general, a un recondensador.

(0003) Los tanques de GNL son buques marítimos y requieren una profundidad de 15 metros o más para atracar y desplazarse. Por lo tanto, para transferir un GNL entre una instalación en tierra y un tanque es necesario disponer de un sistema de transferencia con una longitud que puede variar entre los cientos y miles de metros dependiendo del perfil del lecho marino. Los sistemas de gasoductos por encima del agua para transferir fluidos criogénicos en las terminales de carga/recepción son de uso extendido en combinación con estructuras de soporte como un embarcadero o un caballete. En este sentido, también se han propuesto sistemas por debajo del agua pero sólo se han construido unos pocos como, por ejemplo, gasoductos de transferencia localizados en un túnel subterráneo en la terminal de recepción de Cove Point en Maryland (EE. UU.).

(0004) Por lo general, descargar un tanque de GNL dura alrededor de 12 horas y normalmente se suelen realizar las descargas dos veces a la semana. Con el fin de evitar un calentamiento/enfriamiento repetitivos que provocarían un fallo prematuro en el sistema de transferencia, recomendamos mantener el sistema a una temperatura criogénica durante los intervalos entre los procedimientos de transferencia. Un método convencional para lograr mantener esta temperatura consiste en disponer de una línea aparte de GNL (por ejemplo: una línea de recirculación de tamaño pequeño) que se extienda desde el tanque de almacenamiento en tierra hasta la estación de descarga en alta mar. Durante los periodos de inactividad en una terminal de recepción, una pequeña cantidad de GNL se desvía y entra en la línea de recirculación del gasoducto de descarga de GNL del tanque de almacenamiento. Este GNL fluye hacia un colector de carga en alta mar y vuelve al tanque de almacenamiento a través del gasoducto principal de transferencia. El gas evaporado aparece una vez que se ha liberado GNL presurizado del sistema de circulación y se introduce en el tanque a baja presión. Esta línea de recirculación también se puede diseñar con el mismo tamaño que el gasoducto de transferencia. Ambos gasoductos sirven de líneas de transferencia durante la operación de descarga.

(0005) En el sistema de transferencia convencional, ambos gasoductos de transferencia y la línea de recirculación tienen sus propios protectores externos de aislamiento resistentes al agua. En un intento de mejorar el sistema, la patente estadounidense 6.012.292 de Gulati y Silverman revela un sistema en el que una línea de recirculación de pequeño tamaño está colocada dentro de un gasoducto de transferencia. En particular, el sistema de línea de flujo mencionado está formado por un conducto principal de transferencia posicionado dentro de un revestimiento externo fabricado en un material fuerte y resistente al desgaste e incluye medios para aislar el anillo formado entre el revestimiento y el conducto principal de transferencia. Dentro de este conducto principal de transferencia se encuentra posicionado un conducto de retorno con un diámetro menor que se extiende en gran parte por todo su largo.

(0006) Durante su funcionamiento, el sistema de línea de flujo conecta de manera fluida la estación de recepción/carga en alta mar y la instalación en tierra. El fluido criogénico circula luego entre el conducto principal de transferencia y el conducto de retorno que está colocado dentro del conducto principal hasta que ambos conductos alcanzan una temperatura criogénica. Esta circulación continúa hasta que se inicia la transferencia de un líquido criogénico entre un buque y la instalación en tierra. Entonces, la dirección del fluido a través del conducto de retorno se revierte y el fluido criogénico que se transfiere fluye ahora durante el proceso de transferencia en la misma dirección a través de ambos conductos.

(0007) Además, en la patente estadounidense 6.244.053 de Gulati et al. se describe un sistema y un método gracias a los cuales el sistema de transferencia circula para reducir el calor en una única fase de GNL a alta presión dentro de un circuito cerrado de tuberías a lo largo de un intercambiador de calor.

## 5 **Publicación de la invención**

### **Problema técnico**

10 (0008) Los sistemas convencionales normalmente requieren una línea principal de transferencia y otra de recirculación para crear un circuito a lo largo de una bomba que impulse a los fluidos criogénicos a fluir a través del mencionado circuito con el fin de mantenerlo a una temperatura criogénica durante los periodos de inactividad. Los costes derivados tanto de la construcción de estos sistemas (para dos gasoductos GNL) como de su funcionamiento (fluidos presurizados constantemente durante los periodos de inactividad entre los bombeos) son elevados y, además, en caso de que se averíe cualquiera de las piezas, este fallo podría poner en peligro a todos  
15 los sistemas.

### **Solución técnica**

20 (0009) La invención aparece definida en las Reivindicaciones 1 y 13 respectivamente. Las formas de ejecución particulares de la invención están expuestas en las reivindicaciones subordinadas.

25 (0010) La presente invención en particular proporciona un sistema y un método para transferir fluidos criogénicos entre los tanques de almacenamiento en tierra y una estación de carga en alta mar. El sistema de transferencia sólo precisa de un conducto de transferencia de gran tamaño revestido de un aislamiento térmico. Este conducto de transferencia está en posición inclinada con un extremo superior en el tanque de almacenamiento y un extremo inferior en la estación de carga en alta mar, lo que permite que el líquido criogénico fluya hacia abajo por la gravedad y el gas evaporado hacia atrás a lo largo de la parte superior de la sección transversal del conducto. Como resultado de esto último, se forma un circuito de circulación dentro del conducto y el sistema se mantiene a  
30 temperatura criogénica durante los periodos de inactividad.

35 (0011) El sistema de transferencia está compuesto básicamente por un conducto de transferencia inclinado, un puente de transferencia que conecta el extremo superior del conducto de transferencia a una zona de vapor del tanque de almacenamiento en tierra y una línea de alimentación que conecta el mismo extremo del conducto de transferencia a una zona de líquido del tanque de almacenamiento.

40 (0012) Además, las bombas y/o válvulas se usan a lo largo de la línea de alimentación para suministrar líquido criogénico procedente del tanque de almacenamiento al conducto de transferencia a un caudal deseado durante un periodo de inactividad. El conducto de transferencia puede descansar o bien sobre un caballote/embarcadero o estar apoyado sobre el lecho marino o enterrado en él.

45 (0013) Una vez efectuado el procedimiento de transferencia, el gas evaporado comienza a aparecer a lo largo de la parte superior de la sección transversal del conducto de transferencia debido a la fuga de calor de los alrededores y empuja parte del líquido en el sistema de transferencia de vuelta al tanque de almacenamiento. El gas evaporado pasa automáticamente al tanque de almacenamiento a lo largo de la parte superior de la sección transversal del gasoducto y puente de transferencia. Una vez que deje de salir líquido fuera del sistema de transferencia, los líquidos criogénicos procedentes del tanque de almacenamiento pueden entonces entrar en el gasoducto de transferencia a una tasa de flujo preferentemente equivalente a la cantidad de líquido que se evapora en el sistema.

### 50 **Efectos ventajosos**

55 (0014) Dentro de las ventajas del sistema se incluye la reducción de los costes derivados de la construcción, la disminución al máximo de los costes de funcionamiento y mantenimiento y la mejora considerable en la seguridad de transferencia de los fluidos criogénicos en las terminales de recepción/carga. Por lo tanto, el sistema se puede emplear también para transferir fluidos criogénicos entre un tanque de almacenamiento y un camión móvil en tierra con la ventaja de que este método brinda una distancia de seguridad entre ambos.

### **Descripción de los dibujos**

60 (0015) En la FIG. 1 se muestra un panorama general de un sistema de transferencia típico en la terminal de recepción en la que el GNL circula a través de dos gasoductos separados durante los periodos de inactividad en un estado de la técnica anterior.

65 En la FIG. 2 aparece una vista de la sección transversal de un conducto de transferencia inclinado a lo largo de un circuito de circulación que se encuentra dentro de este mismo conducto. Esta vista tiene como finalidad ilustrar el principio sobre el que se basa la presente invención.

En la FIG. 3 se muestra una vista de la sección transversal tomada a lo largo de la línea 3-3 de la Fig. 2.

En la FIG. 4 aparece un sistema de transferencia submarino conforme a la presente invención y siguiendo las direcciones de flujo alrededor del tanque de almacenamiento durante los periodos de inactividad en la terminal de recepción.

5

En la FIG. 5A se muestra el patrón de flujo alrededor de la zona más baja del sistema submarino tomado a lo largo de la línea 5-5 de la Fig. 4 para un flujo de gas de un sentido durante los periodos de inactividad.

10

En la FIG. 5B aparece el patrón de flujo alrededor de la zona más baja del sistema submarino tomado a lo largo de la línea 5-5 de la Fig. 4 para un flujo de gas de dos sentidos durante los periodos de inactividad.

En la FIG. 6 se muestra los gasoductos en la estación de descarga en alta mar con una extensión conectada a una línea de retorno de vapor que ilustra una variación del sistema representado en la Fig. 4.

15

En la FIG. 7 se muestran un sistema de transferencia que descansa sobre un caballete y las direcciones de flujo alrededor del tanque de almacenamiento durante los periodos de inactividad en concepto de otra forma de ejecución de la presente invención.

20

En la FIG. 8 aparece la orientación de un circuito de dilatación de conformidad con la presente invención en la que la FIG. 8A es un plano, la FIG. 8C es una vista en alzado desde el frontal y la FIG. 8B es una vista en alzado mirando desde la estación de descarga en alta mar al tanque en tierra.

### El mejor modo de ejecución

25 (0016) En la Fig. 1 se ilustra un sistema de transferencia típico en una terminal de recepción de GNL en un estado de la técnica anterior. El tanque de almacenamiento (10) está situado en tierra cerca de la línea de costa (20). Los brazos de carga (14) están colocados en alta mar a una profundidad de 15 metros o más necesaria para atracar un tanque típico de GNL. Un cabezal de carga (13) está conectado a los brazos de carga (14). Dos líneas de GNL (12) y (15) están conectados al tanque (10) en el extremo en tierra y al cabezal de carga (13) en el extremo en alta mar. Ambas líneas de GNL (12) y (15) así como el cabezal de carga (13) y los brazos de carga (14) están por encima del agua del mar y descansan sobre caballetes (19). El conducto de salida (9) está conectado al tanque (10) por el techo. El conducto de salida (9) es una pieza integrante del sistema de manipulación de gases (no representado) cuya finalidad es permitir la salida de del gas evaporado del tanque (10). La bomba de primera etapa (17) está situada cerca del fondo del tanque (10) y suelta GNL a través de un conducto de descarga (18). La línea de GNL (12) también está conectada al conducto de descarga (18) a lo largo de la válvula (16). Durante un periodo de inactividad, la válvula (11) está cerrada y la válvula (16) abierta. Una pequeña cantidad de GNL procedente del conducto de descarga (18) fluye hacia la línea de GNL (12). Este GNL pasa luego por el cabezal de carga (13) y vuelve al tanque (10) por la línea de GNL (15) en las direcciones señaladas en la Fig. 1. Ambas líneas (12) y (15) se mantienen a temperatura criogénica durante los periodos de inactividad mediante la circulación de GNL. Durante el procedimiento de descarga, se abre la válvula (11) y se cierra la válvula (16). El GNL fluye desde los brazos de carga (14) al tanque (10) por ambas líneas de GNL (12) y (15). Para simplificar, no hemos incluido ningún dibujo que muestre los conductos adicionales que se extienden hacia el fondo del tanque cuya finalidad consiste en llenar de fluido el fondo de dicho tanque (10).

45 (0017) En la Fig. 2 se ilustra el principio de esta invención. Un conducto de transferencia (21) está orientado con un ángulo de inclinación  $\alpha$  (p. ej.:  $2^\circ$ ). En este dibujo, el extremo inferior del conducto de transferencia (21) está cerrado con una tapa (23) y el extremo superior (28) se mantiene abierto. El conducto de transferencia (21) está revestido con un aislamiento (22). El GNL entra en el conducto de transferencia (21) por su extremo superior (28) y fluye hacia abajo por el mencionado conducto de transferencia (21) a raíz de la gravedad a lo largo de la parte inferior de su sección transversal. En el GNL (24) se generan pequeñas burbujas de gas (25) por el consumo de calor al filtrarse por el conducto de transferencia (21). Alrededor del extremo cerrado, se forman burbujas alargadas (29) a raíz de la acumulación de las pequeñas burbujas de gas (25) a lo largo de la zona superior del conducto de transferencia (21) que se desplazan hacia el extremo superior (28). Alrededor del extremo (28) abierto, el gas evaporado (26) ocupa el espacio superior del conducto de transferencia (21) y se desplaza también hacia el extremo superior (28). La diferencia de presión que se crea por el cambio de etapa sigue impulsando al gas evaporado a fluir hacia el extremo superior (28). Como resultado de esto último, se forma un bucle de circulación por el GNL que fluye hacia abajo al conducto de transferencia (21) a lo largo de la parte inferior de la sección transversal del conducto y genera gas que vuelve a lo largo de la parte superior de la sección transversal del mismo conducto en un flujo a contracorriente a dos fases.

60 (0018) En la Fig. 3 se muestra una vista de la sección transversal de un conducto de transferencia (21) tomada desde la línea 3-3 de la Fig. 2 en la que la parte inferior de la sección transversal está ocupada por el GNL (24) y la parte superior de la sección transversal por el gas evaporado (26) con una superficie de contacto (27). La tasa de flujo del gas evaporado llega a su valor máximo en el extremo (28) abierto (por ejemplo, un volumen total del gas evaporado en el interior del conducto de transferencia (21) por unidad de tiempo) y disminuye gradualmente a un valor mínimo en el extremo inferior.

65 (0019) Para poder mantener el conducto de transferencia (21) a temperatura criogénica, hay que reunir varios

requisitos. En primer lugar, el conducto de transferencia (21) está en posición inclinada en un ángulo descendente que oscila entre los 5 y los 0,01 grados, de tal modo, que el GNL puede fluir hacia abajo gracias a la gravedad. En segundo lugar, el GNL entra en pequeñas cantidades y sólo ocupa la parte inferior de la sección transversal en el punto de acceso (p. ej.: en un extremo (28) abierto) del conducto de transferencia (21) dejando espacio en la parte superior para que el gas evaporado retorne. En tercer lugar, el conducto de transferencia (21) está bien aislado (p. ej. con un coeficiente global de transferencia de calor (CGTC) de  $0,5 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$  o menos) y la tasa de flujo del gas evaporado no provocaría una saturación que impidiese al GNL entrar en el conducto mencionado.

(0020) En la Fig. 4 aparece una forma de ejecución de la presente invención en la que el conducto de transferencia (41) aislado se extiende desde la caja situada a poca profundidad (49) cerca del tanque (10) a lo largo de todo el trayecto hasta la caja en alta mar (44) encima del cual están situados la cubierta de carga (45) y el cabezal de carga (13). El conducto de transferencia (41) está revestido por una tubería externa de acero que lo protege y enterrado en el lecho marino (43). Siguiendo, por lo general, el contorno natural del lecho marino (43), el conducto de transferencia (41) reduce gradualmente su altura a medida que se extiende hacia la caja en alta mar (44) con un ángulo de inclinación relativamente mayor (p. ej.:  $2^\circ$ ) alrededor del extremo en tierra y con un ángulo de inclinación menor (p. ej.:  $0,2^\circ$ ) alrededor del extremo en alta mar. En el extremo en alta mar del conducto de transferencia (41), la caja (44) está anclada en el lecho marino (43) a una profundidad de 15 metros o más y se extiende verticalmente sobre el nivel del mar (46). La caja (44) se emplea para alojar el tubo ascendente de transferencia (42) que está conectado al cabezal de carga (13). En el extremo en tierra del conducto de transferencia (41), la caja situada a poca profundidad (49) se usa para alojar piezas en forma de T que conectan el conducto de transferencia (41) al puente de transferencia (40) y a la línea de alimentación (48). El puente de transferencia (40) presenta el mismo tamaño que el conducto de transferencia (41) y también está aislado. El puente de transferencia (40) atraviesa el techo del tanque (10) y termina por encima del nivel máximo de GNL (39). La línea de alimentación (48) tiene un tamaño pequeño y conecta con la zona inferior del lateral del tanque (10).

(0021) En el transcurso de un procedimiento de descarga, el GNL pasa a través del cabezal de carga (13), el tubo ascendente de transferencia (42), el conducto de transferencia (41) y el puente de transferencia (40) hasta llegar al tanque (10). Justo después del procedimiento de descarga, el gas evaporado comienza a empujar el GNL dentro del puente de transferencia (40) hacia el tanque (10) en el extremo en tierra. Tras un periodo de tiempo (preferentemente una vez que se haya consumido el líquido en el puente de transferencia (40) por evaporación en el sistema de transferencia), se abre la válvula (47) y el GNL fluye hacia el conducto de transferencia (41) por efecto de la gravedad. Mientras tanto, el gas evaporado que se ha generado dentro del conducto de transferencia (41) fluye de vuelta al tanque (10) a lo largo de la parte superior de la sección transversal del conducto de transferencia (41) y del puente de transferencia (40). El gas evaporado que ha entrado en el tanque (10) sale luego a través del conducto de salida (9) de un sistema de manipulación de gases requerido en la terminal de recepción de GNL.

(0022) En la Fig. 5A aparece el patrón de flujo alrededor de la zona más baja del conducto de transferencia (41) tomado desde la línea 5-5 de la Fig. 4. Una vez efectuado el procedimiento de descarga, el gas evaporado sube pronto por el tubo ascendente de transferencia (42), ocupa el espacio (53) y empuja el GNL hacia abajo hasta el fondo del tubo ascendente de transferencia (42). Las burbujas de gas pequeñas (51) flotan hacia arriba y se forman burbujas alargadas (54) a lo largo de la zona superior del conducto de transferencia (41) que se desplazan hacia el tanque (10). El resto del conducto de transferencia (41) está ocupado por el GNL (52) alrededor del extremo en alta mar. Una vez que el tubo ascendente de transferencia (42) se haya llenado con el gas evaporado, aumenta su temperatura gradualmente a medida que se continúa liberando el calor. Como variante de la presente forma de ejecución y para evitar este incremento de temperatura en el tubo ascendente de transferencia (42) y el conducto situado por encima del mismo, se conecta el extremo del cabezal de carga (13) a una línea de retorno de vapor (p. ej. el conducto (62) en la Fig. 6) que se suele instalar normalmente en la terminal de recepción. En este caso, el gas evaporado alrededor de la caja (44) fluye hacia tierra por la línea de retorno de vapor (p. ej. el conducto (62) en la Fig. 6). En la Fig. 5B se muestra el movimiento del gas y del líquido alrededor de la zona más baja del conducto de transferencia (41) durante un periodo de inactividad. Por lo tanto, el GNL (52) pasa ahora por el tubo ascendente de transferencia (42). Las burbujas de gas pequeñas (51) en el conducto de transferencia (41) se desplazan hacia arriba y provocan la formación de burbujas alargadas (54) a lo largo de la zona superior del conducto de transferencia (41). Estas burbujas alargadas (54) flotan hasta el interior del tanque (10) a lo largo de la parte superior de la sección transversal del conducto de transferencia (41). Entretanto, las burbujas de gas pequeñas (51) que se encuentran en el tubo ascendente de transferencia (42) flotan hacia arriba y forman un gas de una sola etapa por encima del GNL (52) en el tubo ascendente de transferencia (42).

(0023) En la Fig. 6 aparecen representados los conductos sobre una cubierta en alta mar (45). Además del cabezal de carga (13) y los brazos de carga (14) para el GNL también se cuenta con un brazo de carga de vapor (61) y una línea de retorno de vapor (62). El cabezal de carga (13) está conectado en uno de sus extremos al tubo ascendente de transferencia (42) y el otro está unido a la válvula (63) a la que le sigue una bobina vertical (64) y su prolongación (65). Esta prolongación (65) está conectada a la línea de retorno de vapor (62). En esta variación, el cabezal de carga (13) presenta preferentemente una inclinación descendente hacia la válvula (63). Justo a continuación del procedimiento de descarga, el gas evaporado llena rápidamente el cabezal de carga (13) y se abre luego la válvula (63) permitiendo sólo el paso del gas hacia el interior de la línea de retorno de vapor (62). La dirección que aparece en la Fig. 6 indica el flujo del gas durante un periodo de inactividad estable. La bobina vertical (64) se emplea para impedir que el GNL entre en la línea de retorno de vapor (62).

(0024) En la Fig. 7 se muestra otra forma de ejecución de la presente invención. En este caso, el conducto de transferencia (72) está situado sobre el nivel del mar (46) y descansa sobre caballetes (73). El conducto de transferencia (72) está ligeramente inclinado y su zona más baja llega hasta el cabezal de carga (13) (p. ej.: un ángulo de inclinación de 0,5° alrededor del extremo en tierra y de 0,02° alrededor del extremo en alta mar). El extremo en tierra del conducto de transferencia (72) está conectado tanto al puente de transferencia (71) como a la línea de alimentación (74) a través de una pieza en forma de T (75) por la que el puente de transferencia (71) usa la conexión en posición boca arriba. El puente de transferencia (71) pasa por el techo del tanque (10) y termina en la zona de vapor (p. ej.: por encima del nivel máximo de GNL (39)). El otro extremo de la línea de alimentación (74) está unido al conducto de descarga de GNL (18) que pasa por el techo del tanque (10) y termina en la bomba (17) situada cerca del fondo del tanque. Tras el procedimiento de descarga, el gas evaporado comienza a aparecer a lo largo de la parte superior de la sección transversal del conducto de transferencia (72) y se desplaza hasta el tanque (10). Una vez que cesa el flujo de líquido procedente del sistema de transferencia, se abre la válvula (76) que deja que una cantidad controlada de GNL fluya por la línea de alimentación (74) hacia el interior del conducto de transferencia (72). Como consecuencia de la gravedad, este GNL fluye hacia abajo por el conducto de transferencia (72) y compensa la cantidad de GNL que se ha evaporado dentro de dicho conducto. Mientras tanto, el gas evaporado vuelve al tanque (10) a lo largo de la zona superior del conducto de transferencia (72) y del puente de transferencia (71). Durante el procedimiento de descarga, la válvula (76) permanece cerrada y el GNL fluye desde los brazos de carga (14) hacia el interior del tanque (10) por el conducto de transferencia (72) y el puente de transferencia (71).

(0025) Cuando en el modelo de la Fig. 7 se emplea un 9% de acero al níquel o un material similar para fabricar el conducto de transferencia (72), se puede crear un bucle de dilatación dentro del conducto de transferencia (72) en el punto en el que se desee con el objetivo de considerar un posible estrés térmico elevado en el conducto. En la Fig. 8 se muestra la orientación que debe tener un bucle de dilatación (80) en el que el extremo superior (81) está situado en el lateral en tierra del tanque mientras que el extremo inferior (82) está colocado en la cara a alta mar del cabezal de carga. En este caso, cada extremo del bucle de dilatación (80) tiene que estar inclinado formando una pendiente descendiente hacia el cabezal de carga (13), de tal modo, que el GNL puede fluir en la dirección indicada en la Fig. 8 a través del bucle de dilatación gracias a la gravedad.

### 30 **Aplicabilidad industrial**

(0026) El GNL y otros fluidos criogénicos se suelen almacenar a menudo en tanques situados en terminales de carga/descarga, estaciones de control de picos de consumo ("peak shaving") y otras instalaciones de almacenamiento. Por esta razón, existe la necesidad de transferir líquidos criogénicos entre los tanques de almacenamiento y medios de transporte móviles como tanques en alta mar y camiones en tierra de GNL. Para poder representar mejor en los dibujos técnicos y por motivos de seguridad, las estaciones de carga/descarga están situadas a una determinada distancia de los tanques de almacenamiento. Por lo tanto, resulta imprescindible el uso de un sistema de transferencia que conecte la estación de almacenamiento con la de carga/descarga. El sistema descrito se emplea para transferir fluidos criogénicos entre los tanques de almacenamiento y los medios de transporte móviles. El uso de este sistema es especialmente idóneo para mantener la temperatura criogénica dentro del mismo durante los periodos de inactividad a través de la evaporación automática de líquidos con la que se evita un fallo prematuro por fatiga y enfriamiento que requeriría mucho tiempo en subsanarse.

## REIVINDICACIONES

- 1) Un sistema para transferir fluidos criogénicos entre un tanque de almacenamiento (10) y una estación de descarga/carga formado por:
- 5 Un conducto de transferencia (21, 41, 72) aislado e inclinado con un extremo superior (28) situado en el tanque de almacenamiento (10) y otro extremo inferior colocado en la estación de descarga/carga.
- 10 Una rama de fluido aislada (40, 71) que conecta dicho extremo superior (28) a una zona de vapor del tanque de almacenamiento mencionado (10) y
- Una rama de líquido aislada (48, 74) que conecta dicho extremo superior (28) a una zona de líquido del tanque de almacenamiento mencionado (10).
- 15 2) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que la rama de fluido (40, 71) y la rama de líquido (48, 74) mencionadas se unen en el referido extremo superior (28) del conducto de transferencia (21, 41, 72) a través de una pieza en forma de T (50, 75) y la rama de fluido señalada (40, 71) emplea la conexión de la pieza en forma de T (50, 75) boca arriba.
- 20 3) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que el mencionado conducto de transferencia (21, 41, 72) que está formado por uno o más bucles de dilatación térmica (80) orientados en pendientes descendientes hacia el referido extremo inferior (82) permitiendo que el líquido criogénico fluya a través del bucle de dilatación (80) mencionado y hacia abajo por efecto de la gravedad al extremo inferior (82) anteriormente citado.
- 25 4) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que dicha rama de líquido (48) pasa por efecto de la gravedad por un lateral del tanque de almacenamiento (10) mencionado cerca del fondo del tanque junto con una válvula (47) para controlar el caudal de líquido criogénico que entra en el conducto de transferencia (21, 41, 72) citado.
- 30 5) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que dicha rama de líquido (74) es un puente que se extiende en dirección descendente hacia la zona de líquido cerca del fondo del tanque y termina en una bomba (17) para controlar el caudal de líquido criogénico que entra en el conducto de transferencia (21, 41, 72) citado.
- 35 6) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que dicha rama de líquido (48, 74) es una bobina que se conecta al conducto de emisión a través de una válvula para controlar el caudal de líquido criogénico que entra en el conducto de transferencia (21, 41, 72) citado.
- 7) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) está situado sobre el nivel del mar (46).
- 40 8) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) está situado en un túnel subterráneo.
- 9) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) está revestido por una tubería externa de acero que está enterrada.
- 45 10) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 en el que dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) está revestido por una tubería externa de acero que descansa sobre un lecho marino (43).
- 50 11) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 compuesto adicionalmente por un cabezal de carga (13) que conecta el mencionado extremo inferior a unos brazos de carga (14) situados sobre una cubierta en alta mar (45).
- 12) El sistema de transferencia de la Reivindicación 1 compuesto adicionalmente por las piezas siguientes:
- 55 Un codo vertical que conecta dicho extremo inferior al cabezal de carga (13) sobre una cubierta en alta mar (45) y
- 60 Como mínimo, una válvula (63) que conecta un extremo del mencionado cabezal de carga (13) a una línea de retorno de vapor (62) y que permanece abierta durante los periodos de inactividad para que pase el gas evaporado (26) por dicho codo vertical y fluya hacia tierra a través de la referida línea de retorno de vapor (62).
- 13) Un método para mantener a temperatura criogénica durante los periodos de inactividad un conducto de transferencia (21, 41, 72) aislado de fluidos criogénicos que pasa entre un tanque de almacenamiento (10) y una estación de carga/descarga. Este método incluye los siguientes pasos:
- 65 Orientar dicho conducto de transferencia (21, 41, 72), en posición inclinada, de tal modo, que un extremo superior (28) esté cerca del referido tanque de almacenamiento (10) y un extremo inferior se encuentre

situado en la mencionada estación de carga/descarga.

5 Conectar una parte superior de dicho extremo superior (28) del conducto de transferencia (21, 41, 72) mencionado a una zona de vapor del referido tanque de almacenamiento (10) mediante un puente de transferencia (40, 71).

Conectar dicho extremo superior (28) a una zona de líquido del mencionado tanque de almacenamiento (10) por una línea de alimentación (48, 74).

10 Introducir líquido criogénico en dicho extremo superior (28) del referido conducto de transferencia (21, 41, 72).

14) El método de la Reivindicación 13 empleando una circulación automática de fluidos criogénicos en el interior de dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) en el que el líquido suministrado fluye en dirección descendente por efecto de la gravedad y el vapor evaporado (26) vuelve al citado tanque de almacenamiento (10) a lo largo de la parte superior del mismo conducto (21, 41, 72) y del puente de transferencia (40, 71) mencionado.

15) El método de la Reivindicación 13 introduciendo una mayor cantidad de líquido criogénico que la que se evapora en el interior de dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) por unidad de tiempo a raíz de la fuga de calor de las zonas de alrededor durante la puesta en marcha del sistema.

16) El método de la Reivindicación 13 incluyendo adicionalmente el control de la tasa de alimentación de líquido criogénico con el objeto de compensar el líquido que se evapora en el interior de dicho conducto de transferencia por unidad de tiempo a raíz de la fuga de calor de las zonas de alrededor durante un periodo de inactividad.

17) El método de la Reivindicación 13 pero permitiendo además que el líquido criogénico en el interior de dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) se evapore justo después del procedimiento de carga y manteniendo este conducto de transferencia (21, 41, 72) a temperatura criogénica o próxima a la misma durante un periodo de tiempo.

18) El método de la Reivindicación 13 incluyendo adicionalmente el suministro de líquido criogénico procedente del referido tanque de almacenamiento (10) a dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) una vez que el puente de transferencia (40, 71) mencionado esté lleno de vapor a raíz de un procedimiento de carga.

19) El método de la Reivindicación 13 incluyendo adicionalmente el suministro por efecto de la gravedad de líquido criogénico a dicho conducto de transferencia (21, 41, 72) a través de la línea de alimentación (48, 74) mencionada.

20) El método de la Reivindicación 13 en el que la tasa de alimentación de dicho líquido criogénico hacia el interior del conducto de transferencia (21, 41, 72) mencionado está controlada por los medios seleccionados del grupo de válvulas (47, 76), bomba (17) y el tamaño de la línea de alimentación correspondiente (48, 74).



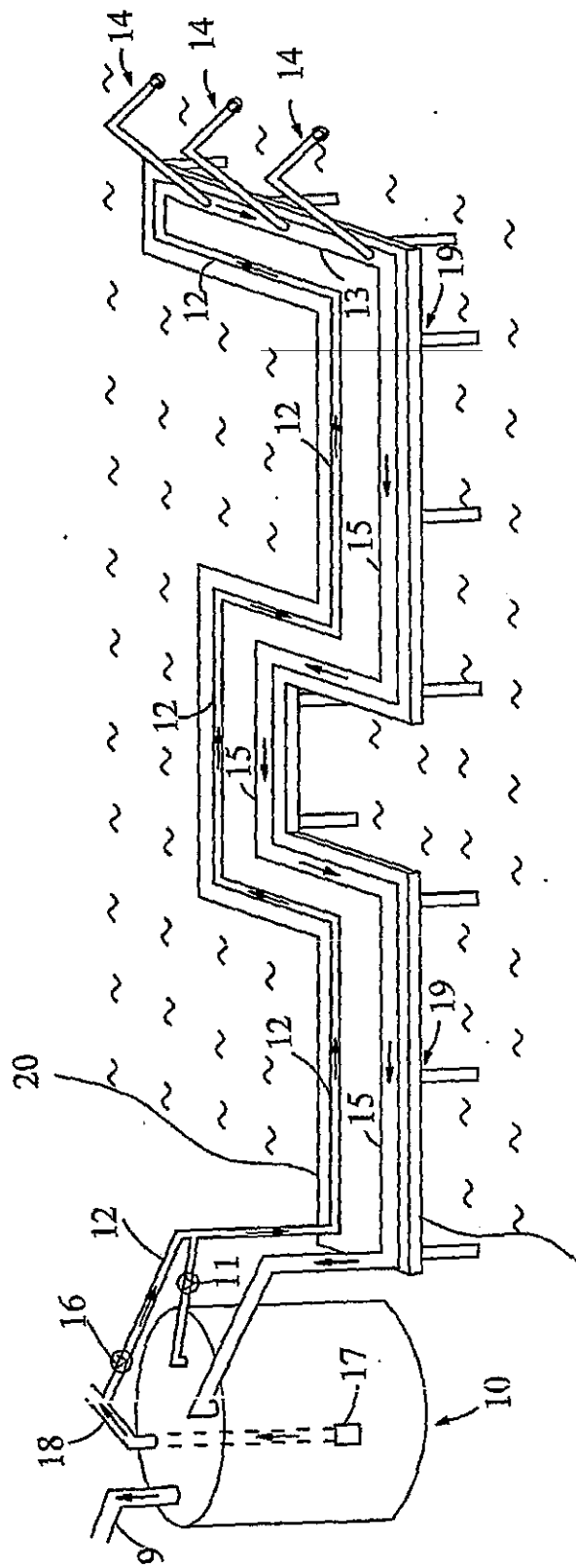


FIG. 1 Estado de la técnica anterior

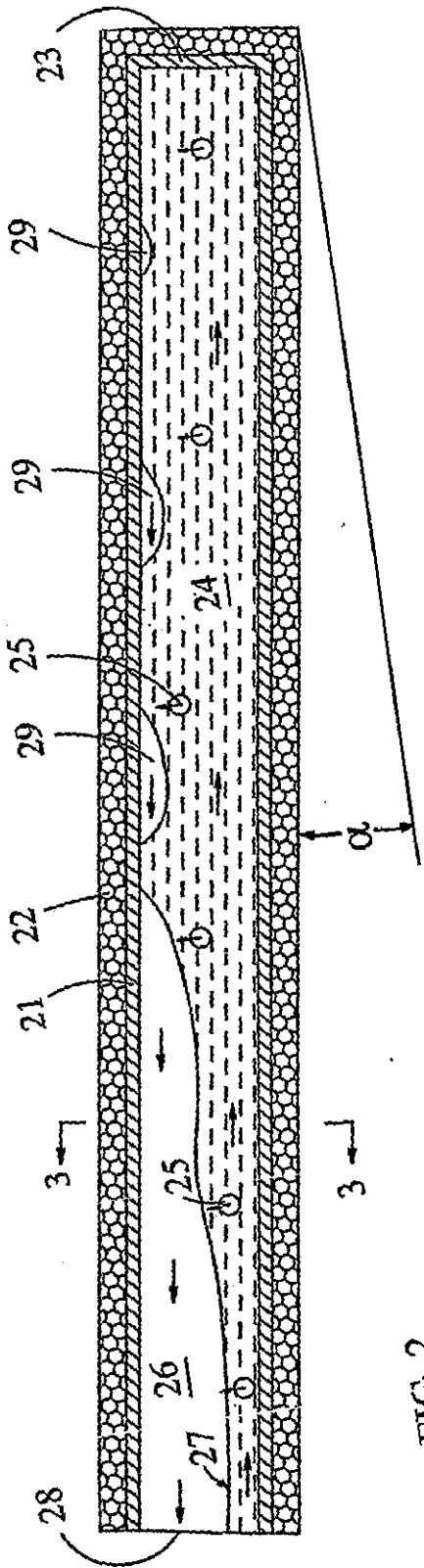


FIG. 2

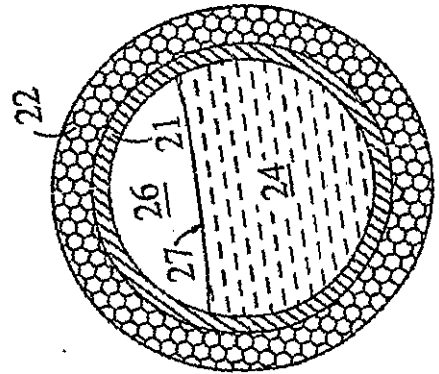


FIG. 3

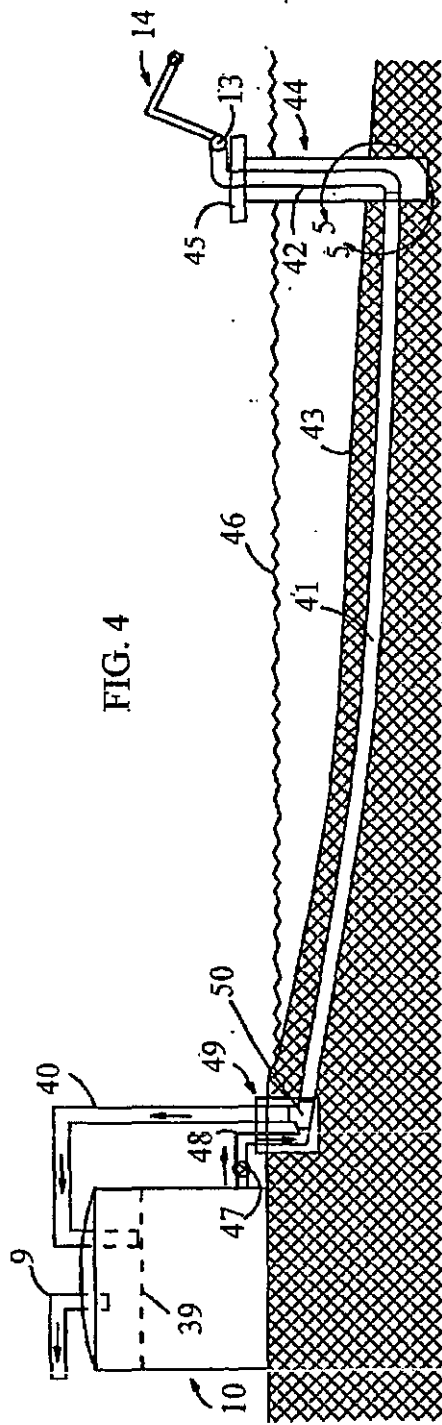


FIG. 4

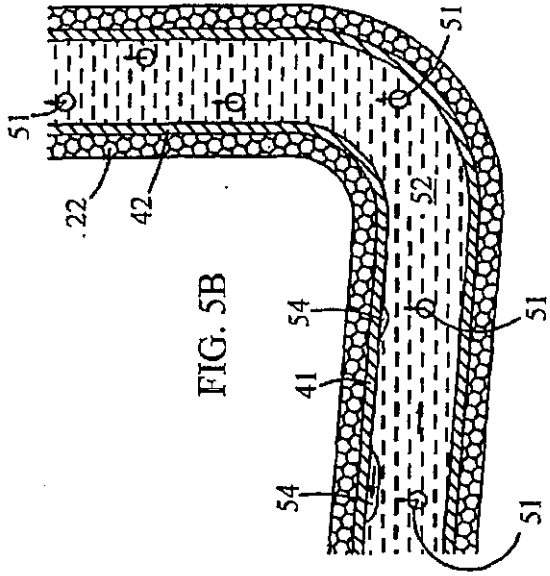


FIG. 5B

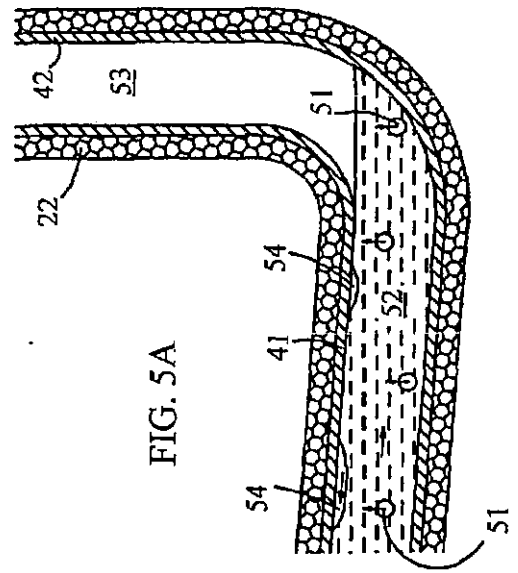


FIG. 5A

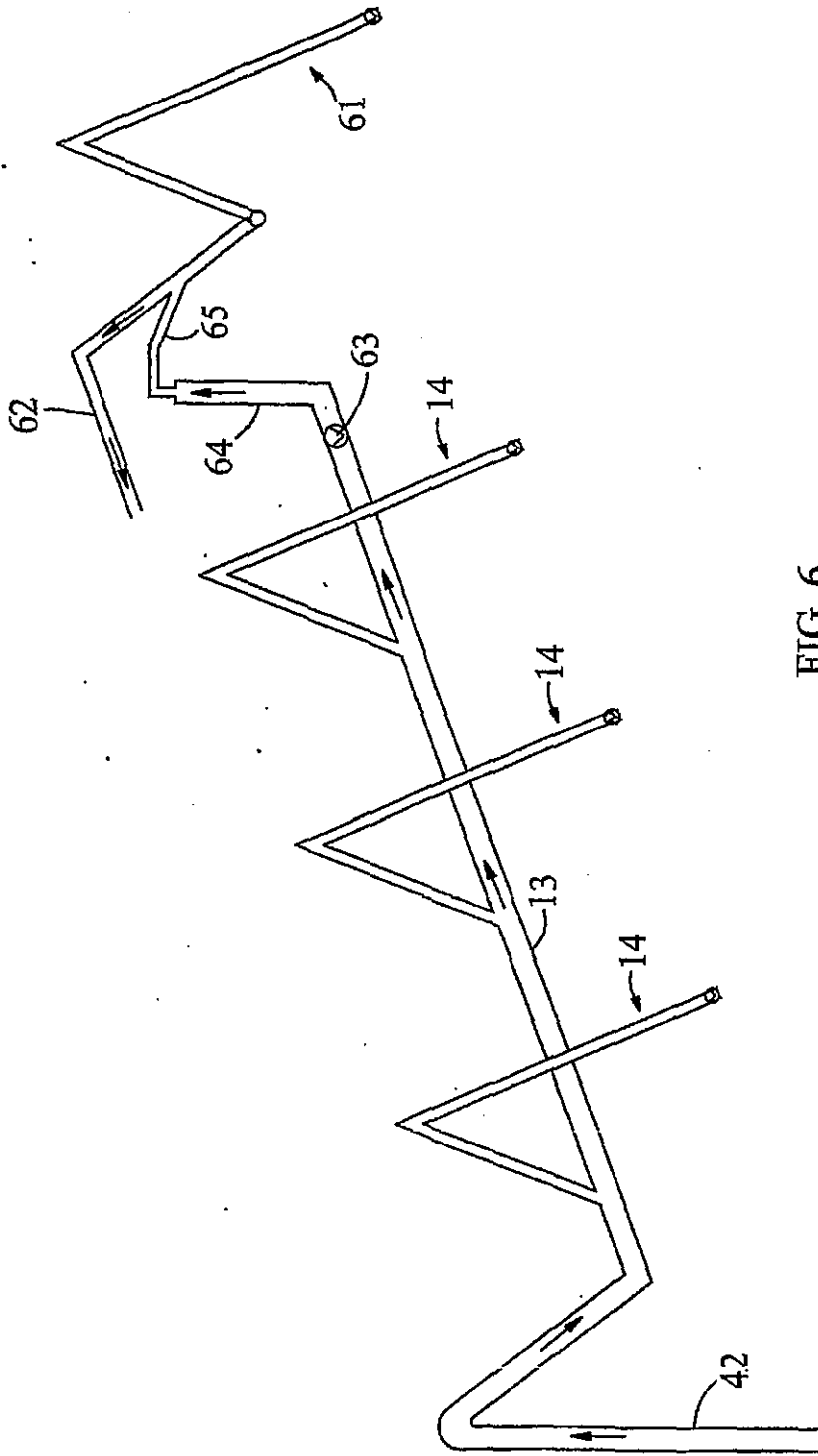


FIG. 6

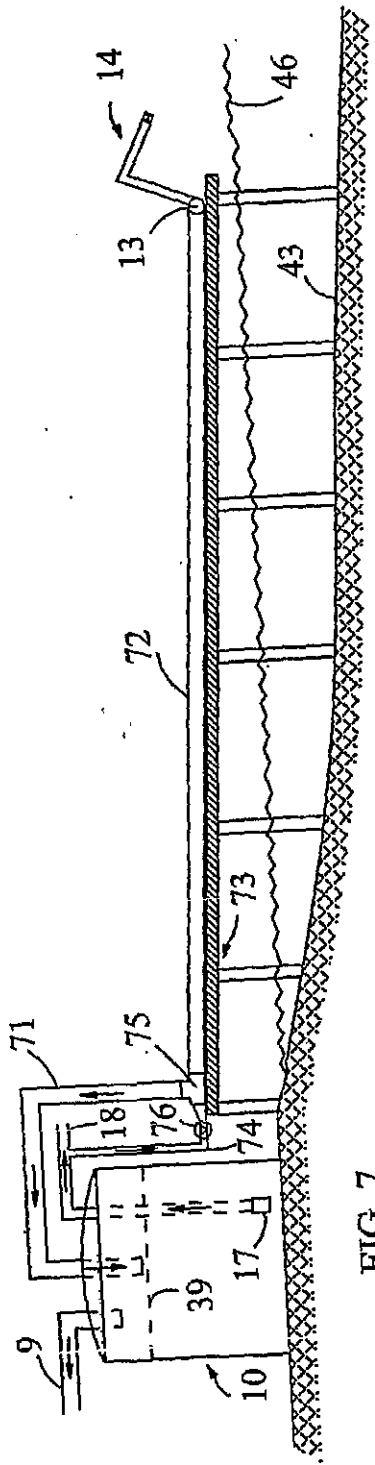


FIG. 7

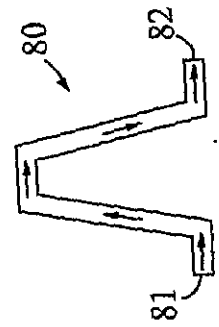


FIG. 8B

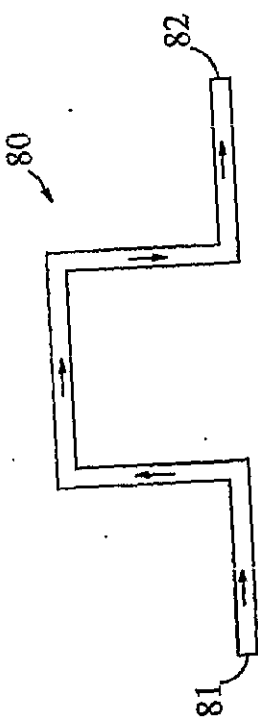


FIG. 8A

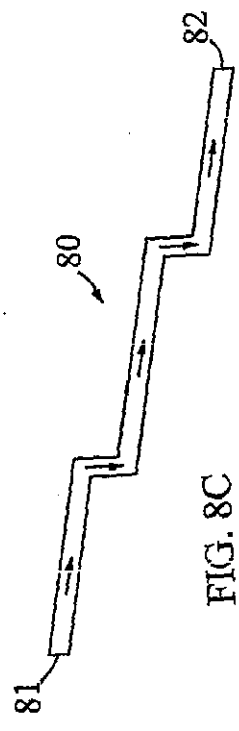


FIG. 8C