

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 251**

51 Int. Cl.:

**F17C 3/08** (2006.01)

**F17C 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2021** **E 21177982 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024** **EP 3922899**

54 Título: **Sistema de distribución de fluido criogénico con gestión de calor**

30 Prioridad:

**09.06.2020 US 202063036560 P**

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

**19.11.2024**

73 Titular/es:

**CHART INC. (100.0%)  
2200 Airport Industrial Drive, Suite 100  
Ball Ground, GA 30107, US**

72 Inventor/es:

**SPINKA, MARTIN y  
KUBICA, JAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 988 251 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 distribución de fluido criogénico con gestión de calor

### 5 Reivindicación de la prioridad

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de provisional estadounidense n.º 63/036.560, presentada el 9 de junio de 2020.

### 10 Campo de la invención

La presente divulgación se refiere, en general, a sistemas de distribución de fluido criogénico y, en particular, a un sistema de distribución de fluido criogénico con la capacidad de gestionar el calor en el sistema. El documento US6631615 B2 divulga un sistema de distribución de fluido criogénico.

### 15 Antecedentes

Los fluidos criogénicos, es decir, fluidos que tienen un punto de ebullición generalmente por debajo de  $-150^{\circ}\text{C}$  a presión atmosférica, se usan en una variedad de aplicaciones, tales como aplicaciones móviles e industriales. Los fluidos criogénicos normalmente se almacenan como líquidos para reducir el volumen y, por lo tanto, permitir el uso de depósitos de diseño más práctico y económico. Los líquidos a menudo se almacenan en tanques o depósitos a granel de doble pared con un vacío entre las paredes de los depósitos interior y exterior como aislamiento para reducir la transferencia de calor desde el entorno ambiental al líquido criogénico.

25 La distribución de los fluidos criogénicos, como el gas natural licuado (GNL), normalmente se solicita de manera intermitente, por ejemplo, cuando un vehículo alimentado con GNL llega a una estación de abastecimiento de GNL para repostar.

30 La gestión del calor es uno de los factores más importantes en la operatividad de los sistemas de distribución de gas natural licuado (GNL), tales como estaciones de servicio. Durante el uso del sistema, la energía térmica calienta el contenido del tanque y genera gas de ebullición (BOG). El BOG del GNL no debe ventilarse, ya que el metano se considera malo para el medio ambiente y debe manipularse dentro del sistema. El BOG se puede acumular en el tanque criogénico, pero la capacidad de presión de acumulación a menudo es insuficiente y se requieren algunos medios externos de manejo de BOG. El BOG puede recondensarse usando nitrógeno líquido o posiblemente comprimirse en cilindros de alta presión como gas natural comprimido (GNC). Ambas opciones para el manejo de BOG añaden complejidad y coste a los sistemas de distribución.

### Sumario

40 Las realizaciones de ejemplo divulgadas en el presente documento proporcionan un sistema de distribución de líquido criogénico ventajoso que supera las desventajas de los sistemas de distribución de la técnica anterior. El sistema de distribución de líquido criogénico divulgado es capaz de gestionar mejor la acumulación de calor dentro del sistema y utilizar el GNL más caliente en lugar de enfriar el sistema.

45 En un aspecto, un sistema de distribución de fluido criogénico incluye un tanque que define un área que contiene líquido criogénico, un depósito que define un área que está configurada para contener líquido criogénico a una altura por encima de una porción inferior del tanque y en comunicación fluida con el tanque, y una bomba. El sistema incluye además una primera línea de suministro en comunicación líquida con la porción inferior del tanque que está configurada para dirigir selectivamente el líquido criogénico desde el tanque a la bomba, un intercambiador de calor de acondicionamiento configurado para calentar líquido criogénico, una línea de distribución en comunicación líquida con la bomba y configurada para dirigir el líquido criogénico desde la bomba hasta una entrada del intercambiador de calor de acondicionamiento, una línea de producto configurada para dirigir líquido desde una salida del intercambiador de calor de acondicionamiento a un dispositivo de uso, una línea de reciclado configurada para dirigir el fluido desde una salida del intercambiador de calor de acondicionamiento o la línea de producto a el depósito, una válvula de reciclado en comunicación de fluido con la línea de reciclado, y una segunda línea de suministro en comunicación líquida con una porción inferior del depósito y configurada para dirigir selectivamente el líquido desde el depósito hasta la bomba.

60 El sistema de distribución de fluido criogénico puede comprender además una línea de derivación que tiene una entrada de línea de derivación conectada a la línea de distribución y una salida de línea de derivación; una disposición de válvula de derivación configurada para recibir líquido de la bomba y dirigir selectivamente el líquido recibido a través del intercambiador de calor de acondicionamiento, la entrada de la línea de derivación o tanto el intercambiador de calor de acondicionamiento como la entrada de la línea de derivación; y una disposición de válvula de distribución en comunicación fluida con la salida del intercambiador de calor de acondicionamiento y la salida de la línea de derivación y configurada para dirigir selectivamente el líquido recibido a través de la línea de reciclado o la línea de producto.

## ES 2 988 251 T3

La disposición de válvula de derivación puede incluir al menos dos válvulas. Al menos una válvula puede estar ubicada en la línea de distribución y al menos una válvula puede estar ubicada en la línea de derivación.

5 La disposición de válvula de derivación puede incluir una única válvula. La válvula individual puede ubicarse en la unión de la entrada de la línea de derivación y la línea de distribución.

La disposición de válvula de distribución puede incluir al menos dos válvulas. Al menos una válvula puede ubicarse en la línea de producto y al menos una válvula puede ubicarse en la línea de reciclado.

10 La disposición de válvula de distribución puede incluir una única válvula. La válvula puede estar ubicada en la unión de la línea de producto y la línea de reciclado.

El tanque puede ser un tanque horizontal.

15 La segunda línea de suministro puede estar en comunicación líquida con la primera línea de suministro en una ubicación entre la bomba y la primera válvula de suministro.

El depósito puede estar ubicado dentro del tanque.

20 El depósito puede estar conectado a una porción superior del tanque. El depósito puede conectarse adicional o alternativamente a una pared lateral del tanque.

25 En un aspecto adicional, un sistema de distribución de fluido criogénico incluye un tanque que define un área que contiene líquido criogénico, una bomba y un intercambiador de calor de acondicionamiento configurado para calentar líquido criogénico. El sistema incluye además una línea de distribución en comunicación líquida con la bomba y el intercambiador de calor de acondicionamiento, pasando la línea de distribución a través de una porción superior del tanque. El sistema incluye también un intercambiador de calor de tanque ubicado en la línea de distribución dentro de la parte superior del tanque, una línea de producto configurada para dirigir líquido a un dispositivo de uso, una línea de reciclado configurada para dirigir selectivamente fluido desde una salida del intercambiador de calor de acondicionamiento o la línea de producto al tanque y una válvula de reciclado en comunicación fluida con la línea de reciclado.

30 El sistema de distribución de fluido criogénico puede comprender además: una línea de suministro en comunicación líquida con la porción inferior del tanque y la bomba; y una válvula de suministro ubicada en la línea de suministro entre la parte inferior del tanque y la bomba.

35 El sistema de distribución de fluido criogénico puede comprender además un depósito que define un área configurada para contener líquido criogénico a una altura elevada por encima de una porción inferior del tanque, y que está en comunicación líquida con el tanque.

40 El depósito puede estar dentro del tanque.

El intercambiador de calor puede estar ubicado dentro del depósito.

45 El intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de serpentín.

La bomba puede estar ubicada dentro del tanque. La bomba puede estar en una porción inferior del tanque.

50 El sistema de distribución de fluido criogénico puede comprender además: una línea de derivación que tiene una entrada de línea de derivación conectada a la línea de distribución y una salida de línea de derivación; una disposición de válvula de derivación configurada para recibir líquido de la bomba y dirigir selectivamente el líquido recibido a través del intercambiador de calor de acondicionamiento, la entrada de la línea de derivación o tanto el intercambiador de calor de acondicionamiento como la entrada de la línea de derivación; y una disposición de válvula de distribución en comunicación fluida con la salida del intercambiador de calor de acondicionamiento y la salida de la línea de derivación

55 y configurada para dirigir selectivamente el líquido recibido a través de la línea de reciclado o la línea de producto.

La disposición de válvula de derivación puede incluir al menos dos válvulas. Al menos una válvula puede estar ubicada en la línea de distribución y al menos una válvula puede estar ubicada en la línea de derivación.

60 La disposición de válvula de derivación puede incluir una única válvula. La válvula individual puede ubicarse en la unión de la entrada de la línea de derivación y la línea de distribución.

La disposición de válvula de distribución puede incluir al menos dos válvulas. Al menos una válvula puede ubicarse en la línea de producto y al menos una válvula puede ubicarse en la línea de reciclado.

65 La disposición de válvula de distribución puede incluir una única válvula. La válvula puede estar ubicada en la unión o

la línea de producto y la línea de reciclado.

El tanque puede ser un tanque horizontal.

- 5 En otro aspecto adicional, se proporciona un proceso en el que se controla el calor en un sistema de distribución de fluido criogénico que incluye las etapas de almacenamiento de líquido criogénico en un tanque; bombear líquido criogénico a un sistema de acondicionamiento; distribuir fluido criogénico acondicionado desde el sistema de acondicionamiento a través de una línea de producto hasta un dispositivo de uso; reciclar fluido desde el sistema de acondicionamiento o la línea de producto hasta un depósito colocado dentro de un espacio de cabeza del tanque de modo que se condense el vapor en el espacio de cabeza.

El método puede comprender además la etapa de enfriar el fluido en el depósito.

- 15 El fluido en el depósito puede enfriarse usando líquido criogénico a medida que se bombea al sistema de acondicionamiento.

Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son ilustrativas y se proporcionan únicamente con fines de explicación y no son restrictivas de la materia objeto reivindicada. Otras características y objetos de la presente divulgación se harán más evidentes en la siguiente descripción de las realizaciones preferidas y a partir de las reivindicaciones adjuntas, definiéndose el alcance de protección por las reivindicaciones adjuntas.

#### Breve descripción de los dibujos

- 25 Al describir las realizaciones de ejemplo preferidas, se hace referencia a las figuras de los dibujos adjuntos en donde partes similares tienen números de referencia similares, y en donde:

la Figura 1 es una vista esquemática de una primera realización de un sistema de distribución de fluido criogénico de acuerdo con la divulgación;

30 la Figura 2 es una vista esquemática de una segunda realización de un sistema de distribución de fluido criogénico de acuerdo con la divulgación;

35 la Figura 3 es una vista esquemática de una tercera realización de un sistema de distribución de fluido criogénico de acuerdo con la divulgación; y

la Figura 4 es una vista esquemática de una cuarta realización de un sistema de distribución de fluido criogénico de acuerdo con la divulgación.

- 40 Debería entenderse que los dibujos adjuntos no están a escala. Si bien no se han incluido algunos detalles mecánicos de sistemas de distribución de ejemplo y configuraciones alternativas, tales detalles se consideran dentro de la comprensión de los expertos en la materia a la luz de la presente divulgación. Se entenderá también que la presente invención no se limita a las realizaciones mostradas, sino que está definida por las reivindicaciones adjuntas.

#### 45 Descripción detallada de las realizaciones

No se puede evitar cierta entrada de calor o energía térmica en un sistema de distribución, aunque se use aislamiento. Hay varias operaciones asociadas con los sistemas de distribución de GNL, tales como su uso como estaciones de servicio, que acumulan calor adicional en el sistema. Si la presión del tanque del vehículo de uso es demasiado alta, la presión se ventila al tanque del sistema, lo que aumentará la temperatura del fluido dentro del tanque.

50 La temperatura puede aumentarse también durante el enfriamiento del sistema de distribución, en donde el gas natural líquido se hace circular por una bomba de vuelta al tanque de almacenamiento hasta que los parámetros de GNL sean adecuados para el tanque del vehículo. También, el sistema de distribución puede contener fluido calentado después de que se haya completado la distribución, tal como en un intercambiador de calor de acondicionamiento y/o una línea de producto que va desde la salida del intercambiador de calor de acondicionamiento hasta una salida de distribución, que se envía de vuelta al tanque. Las realizaciones divulgadas incluyen sistemas diseñados para gestionar mejor el calor en el sistema de distribución. Si bien las realizaciones se describen como estaciones de repostaje de GNL, la tecnología de la divulgación puede aplicarse a tipos alternativos de sistemas de distribución que contienen tipos alternativos de fluidos.

60 Una primera realización de un sistema de distribución de fluido criogénico configurado de acuerdo con la divulgación se indica en general en 1010 en la Figura 1 y se muestra esquemáticamente como una estación de repostaje de GNL. El sistema de distribución de líquido criogénico 1010 incluye un tanque 1012 que define un área que contiene el líquido criogénico 1014 con un espacio de cabeza de vapor 1016 por encima del líquido criogénico 1014. Un primer conducto o línea de suministro 1018 está en comunicación líquida a través de un primer extremo 1018a con una porción inferior del tanque 1012 y está en comunicación líquida en un segundo extremo 1018b con una bomba 1020 que está

sumergida en un recipiente o sumidero separado 1022. El líquido del tanque 1012 fluye al sumidero 1022 para estar en comunicación líquida con la entrada de la bomba 1020 y sumergir la bomba 1020 en líquido para mantener una refrigeración adecuada de la bomba 1020. Una primera válvula de suministro 1024 está ubicada en la primera línea de suministro 1018 entre el primer extremo 1018a de la primera línea de suministro 1018 en la porción inferior del tanque 1012 y el segundo extremo 1018b de la primera línea de suministro 1018 en la bomba 1020.

Se proporciona un depósito 1034 que define un área configurada para contener líquido criogénico 1035 a una altura elevada por encima de la porción inferior del tanque 1012, y el depósito 1034 está en comunicación fluida con el interior del tanque 1012. El depósito 1034 está suspendido dentro del tanque 1012 en una porción superior del tanque 1012, tal como en el espacio de cabeza del tanque, y tiene una abertura orientada hacia arriba.

Un conducto o línea de reciclado 1026 está en comunicación líquida en un primer extremo 1026a con un sistema de acondicionamiento 1050 y está en comunicación líquida en un segundo extremo 1026b con el depósito 1034. Una válvula de reciclado 1028 está ubicada en la línea de reciclado 1026 entre el primer extremo 1026a de la línea de reciclado 1026 en el sistema de acondicionamiento 1050 y el segundo extremo 1026b en el depósito 1034.

Un conducto o línea de distribución 1040 está en comunicación líquida con la bomba 1020 en un primer extremo 1040a y el sistema de acondicionamiento 1050 en una segunda ubicación 1040b.

El sistema de acondicionamiento 1050 está conectado a una línea de producto 1030 para distribuir el líquido criogénico al vehículo de uso u otro dispositivo de uso.

Se apreciará que el sistema de acondicionamiento 1050 puede ser de cualquier configuración conocida en la técnica para tales sistemas. Un ejemplo particular no limitante es un sistema de saturación sobre la marcha (SOF), tal como los sistemas ilustrados en la patente estadounidense n.º 5.787.940 de Bonn y *col.* y la patente estadounidense n.º 5.771.946 de Kooy y *col.*, ambas de las que se incorporan por referencia en el presente documento. El sistema de acondicionamiento 1050 comprende al menos un intercambiador de calor de acondicionamiento 1052 configurado para calentar líquido criogénico y puede incluir varias configuraciones de líneas/conductos, sensores, controlador y válvulas adicionales que no se ilustran.

El sistema de acondicionamiento 1050 de ejemplo incluye una porción de la línea de distribución 1040 que está configurada para dirigir el líquido criogénico a una entrada del intercambiador de calor de acondicionamiento 1052. El sistema de acondicionamiento puede incluir también una línea de derivación 1060 que tiene una entrada de línea de derivación 1060a conectada a la línea de distribución y una salida de línea de derivación 1060b. También puede haber una disposición de válvula de derivación configurada para recibir líquido de la bomba y dirigir selectivamente el líquido recibido a través del intercambiador de calor de acondicionamiento, la entrada de línea de derivación 1060a, o tanto el intercambiador de calor de acondicionamiento 1052 como la entrada de derivación 1060a. La disposición de válvula de derivación incluye al menos una válvula y puede incluir dos o más válvulas. La válvula individual puede ubicarse en la unión de la entrada de la línea de derivación y la línea de distribución. Como alternativa, como se ilustra en la Figura 1, un par de válvulas (1054, 1056) pueden estar presentes en la línea de distribución y la línea de derivación.

El sistema de acondicionamiento puede incluir también una disposición de válvula de distribución. La disposición de válvula de distribución está en comunicación fluida con la salida del intercambiador de calor de acondicionamiento y la salida de la línea de derivación 1060b y está configurada para dirigir selectivamente el líquido recibido a través de la línea de reciclado 1026 o la línea de producto 1030. La disposición de válvula de distribución incluye al menos una válvula y puede incluir dos o más válvulas. La única válvula puede ubicarse en la unión 1029 de la línea de producto y la entrada de la línea de reciclado. Como alternativa, como se ilustra en la Figura 1, un par de válvulas (1032, 1058) pueden estar presentes en la línea de producto y la línea de reciclado.

Un segundo conducto o línea de suministro 1036 está en comunicación líquida en un primer extremo 1036a con una porción inferior del depósito 1034 y está en comunicación líquida en un segundo extremo 1018b con una bomba 1020. Una segunda válvula de suministro 1038 está ubicada en la segunda línea de suministro 1036 entre un primer extremo 1036a en la porción inferior del depósito 1034 y el segundo extremo 1036b en la bomba 1020. Se apreciará que la primera y segunda válvulas de suministro 1024 y 1038 pueden sustituirse opcionalmente por una válvula de tres vías.

Cuando no se demanda la distribución de líquido criogénico 1014, la bomba 1020 no está funcionando y se mantiene en un estado frío por el líquido en el sumidero 1022 con la primera válvula de suministro 1024 en una posición abierta.

Hay varios procesos que se benefician de la disposición modificada del sistema de distribución de la primera realización. Si la presión en el tanque de almacenamiento del vehículo de uso es demasiado alta, el vehículo de uso puede ventilar fluido al tanque 1012. Este fluido más caliente de presión más alta se ventila a través de la línea de producto 1030 a la línea de reciclado 1026 y se dirige al depósito 1034. También, antes de distribuir al vehículo de uso, es posible que sea necesario enfriar el sistema para que los parámetros del líquido criogénico sean adecuados para el vehículo de uso. Para lograr el enfriamiento del sistema, el líquido criogénico del tanque circula a través del sistema. Más específicamente, el líquido frío se extrae del fondo del tanque a través de la primera línea de suministro 1018 a la bomba 1020. El líquido criogénico se bombea a continuación a través de la línea de distribución 1040 al

sistema de acondicionamiento 1050 y el fluido calentado resultante se hace circular a través de la línea de reciclado 1026 a el depósito 1034 del tanque 1012. Una vez que el sistema de acondicionamiento alcanza parámetros de líquido criogénico óptimos, el líquido criogénico se puede distribuir al vehículo de uso a través de la línea de producto 1030. Adicionalmente, el fluido en porciones del sistema que sigue al intercambiador de calor del sistema de acondicionamiento se calentará y/o evaporará después de distribuir el líquido criogénico al vehículo de uso. El líquido que se ha calentado y/o evaporado se envía de vuelta al depósito 1034 a través de la línea de reciclado 1026. El nivel de líquido en el depósito 1034 debe mantenerse para poder condensar el vapor del vehículo de uso y/o sistema de acondicionamiento y/o línea de producto que viaja de regreso al tanque a través de la línea de reciclado 1026.

5  
10 Una segunda realización de un sistema de distribución de líquido criogénico configurado de acuerdo con la divulgación se indica en general en 1110 en la Figura 2 y se muestra esquemáticamente como una estación de repostaje de GNL. La segunda realización es similar y funciona de la misma manera general que la primera realización, pero el sistema 1110 incluye un intercambiador de calor de tanque 1144 instalado en el depósito 1134 del tanque criogénico para ayudar a gestionar el calor en el sistema. La segunda realización no incorpora una segunda línea de suministro y  
15 utiliza una trayectoria diferente para la línea de distribución.

El sistema de distribución de líquido criogénico 1110 incluye un tanque 1112 que define un área que contiene el líquido criogénico 1114 con un espacio de cabeza de vapor 1116 por encima del líquido criogénico 1114. Un primer conducto o línea de suministro 1118 está en comunicación líquida a través de un primer extremo 1118a con una porción inferior  
20 del tanque 1112 y está en comunicación líquida en un segundo extremo 1118b con una bomba 1120 que está sumergida en un recipiente o sumidero separado 1122. El líquido del tanque 1112 fluye al sumidero 1122 para estar en comunicación líquida con la entrada de la bomba 1120 y sumergir la bomba 1120 en líquido para mantener una refrigeración adecuada de la bomba 1120. Una primera válvula de suministro 1124 está ubicada en la primera línea de suministro 1118 entre el primer extremo 1118a de la primera línea de suministro 1118 en la porción inferior del  
25 tanque 1112 y el segundo extremo 1118b de la primera línea de suministro 1118 en la bomba 1120.

Se proporciona un depósito 1134 que define un área configurada para contener líquido criogénico 1135 a una altura elevada por encima de la porción inferior del tanque 1112 y el depósito 1134 está en comunicación líquida con el  
30 tanque 1112. El depósito 1134 está suspendido dentro del tanque 1112 en una porción superior o espacio de cabeza del tanque 1112 y tiene una abertura orientada hacia arriba.

Un conducto o línea de distribución 1140 está en comunicación líquida con la bomba 1120 y el sistema de acondicionamiento 1150. La línea de distribución 1140 viaja desde un primer extremo 1140a en la bomba 1120 al  
35 tanque 1112 en la ubicación 1140c y sale del tanque en la ubicación 1140d antes de dirigirse al sistema de acondicionamiento, que incluye un intercambiador de calor de acondicionamiento, en la ubicación 1140b.

La porción de la línea de distribución en el tanque 1112 incluye un intercambiador de calor de tanque 1144 colocado dentro del depósito 1134. Como se muestra en la Figura 2, el intercambiador de calor de tanque puede ser un intercambiador de calor de múltiples pasadas, pero también puede ser cualquier intercambiador de calor conocido en  
40 la técnica que incluye, pero sin limitación, un intercambiador de calor de una sola pasada o un serpentín intercambiador de calor. De forma adicional, el intercambiador de calor de tanque puede ser un componente separado que recibe líquido de y devuelve líquido a la línea de distribución 1140.

Un conducto o línea de reciclado 1126 está en comunicación líquida en un primer extremo 1126a con el sistema de acondicionamiento 1150, que incluye un intercambiador de calor de acondicionamiento, y está en comunicación líquida  
45 en un segundo extremo 1126b con el depósito 1134, para permitir la recirculación del líquido criogénico si se desea. Una válvula de reciclado 1128 está ubicada en la línea de reciclado 1126 entre el primer extremo 1126a de la línea de reciclado 1126 en el sistema de acondicionamiento 1150 y el segundo extremo 1126b en una posición superior en el  
50 tanque 1112.

Como en la primera realización de la Figura 1, el sistema de acondicionamiento 1150 está conectado a una línea de producto 1130 para distribuir el líquido criogénico al vehículo de uso y funciona para ajustar la temperatura del líquido criogénico antes de la distribución. Al igual que con el sistema de acondicionamiento 1050 de la Figura 1, el sistema de acondicionamiento 1150 incluye un intercambiador de calor de acondicionamiento 1152 para calentar líquido  
55 criogénico.

El sistema 1110 de la segunda realización puede operarse de manera similar al sistema 1010 de la primera realización, pero el líquido criogénico puede extraerse en su lugar de una única línea de suministro desde el fondo del tanque 1112, con cualquier exceso de líquido del depósito 1134, que se ha enfriado como se explica a continuación, desbordándose en el líquido en el tanque de abajo. Como alternativa, se puede proporcionar un segundo conducto o  
60 línea de suministro (tal como la línea 1036 en la Figura 1) entre el fondo del depósito y la bomba, y provisto de una segunda válvula de suministro (tal como la válvula 1038 en la Figura 1). De forma adicional, el líquido que viaja a través de la línea de distribución pasa de vuelta a través del tanque 1112 y el intercambiador de calor de tanque 1144 dentro del depósito 1034 antes de viajar al sistema de acondicionamiento.

65 Cuando se exige la distribución del líquido criogénico en el sistema de la Figura 2, el líquido criogénico puede

bombearse a través de la bomba y hacia la línea de distribución. El líquido criogénico fluye a través de la línea de distribución y se calienta en un intercambiador de calor en la parte superior del tanque. Como resultado, el líquido criogénico dentro del depósito se enfría mejorando así la capacidad del líquido del depósito para condensar el vapor del tanque del vehículo y/o el sistema de distribución que viaja de regreso al tanque de la estación a través de la línea de reciclado. El líquido criogénico calentado pasa al sistema de acondicionamiento y a través del intercambiador de calor de acondicionamiento del sistema de acondicionamiento antes de distribuirse a través de una línea de producto a un vehículo de uso.

Las Figuras 3-4 ilustran variaciones del sistema de la Figura 2. Los sistemas en las Figuras 3-4 difieren del sistema de la Figura 2 con respecto a las configuraciones del tanque, depósito y línea de distribución, pero cada uno aún incluye un intercambiador de calor de tanque en la línea de distribución dentro del tanque, como en el sistema mostrado en la Figura 2.

Una tercera realización de un sistema de distribución de líquido criogénico configurado de acuerdo con la divulgación se indica en general en 1210 en la Figura 3 y se muestra esquemáticamente como una estación de repostaje de GNL. Suponiendo una estratificación de temperatura suficiente en el tanque a granel de la estación (es de esperar en tanques verticales en lugar de en tanques horizontales), se puede omitir el depósito de las realizaciones anteriores e intercambiar calor entre el líquido frío en un intercambiador de calor y el vapor caliente en el espacio libre del tanque. Por lo tanto, la tercera realización es similar a la segunda realización, pero el sistema 1210 no incluye un depósito elevado en el tanque. En su lugar, la línea de distribución pasa a través de un intercambiador de calor de tanque 1244 colocado en la parte superior o espacio de cabeza del tanque 1212.

El sistema de distribución de líquido criogénico 1210 incluye un tanque 1212 que define un área que contiene el líquido criogénico 1214 con un espacio de cabeza de vapor 1216 por encima del líquido criogénico 1214. Un primer conducto o línea de suministro 1218 está en comunicación líquida a través de un primer extremo 1218a con una porción inferior del tanque 1212 y está en comunicación líquida en un segundo extremo 1218b con una bomba 1220 que está sumergida en un recipiente o sumidero separado 1222. El líquido del tanque 1212 fluye al sumidero 1222 para estar en comunicación líquida con la entrada de la bomba 1220 y sumergir la bomba 1220 en líquido para mantener una refrigeración adecuada de la bomba 1220. Una primera válvula de suministro 1224 está ubicada en la primera línea de suministro 1218 entre el primer extremo 1218a de la primera línea de suministro 1218 en la porción inferior del tanque 1212 y el segundo extremo 1218b de la primera línea de suministro 1218 en la bomba 1220.

El sistema 1210 puede operarse de manera similar al sistema 1110 de la Figura 2, pero el intercambiador de calor de tanque 1244 enfría directamente el vapor ubicado en el espacio de cabeza del tanque en lugar del líquido en un depósito dedicado. El vapor calentado transfiere calor a través del intercambiador de calor 1244 al líquido criogénico en el mismo, eliminando el calor del espacio de la cabeza del tanque y, por tanto, del sistema de distribución.

Un conducto o línea de distribución 1240 está en comunicación líquida con la bomba 1220 y el sistema de acondicionamiento 1250, incluyendo un intercambiador de calor de acondicionamiento. La línea de distribución 1240 viaja desde la bomba 1220 al interior del tanque 1212 en la ubicación 1240c y sale del tanque en la ubicación 1240d antes de dirigirse al intercambiador de calor de acondicionamiento en la ubicación 1240b. La línea de distribución discurre a través de la parte superior del tanque 1212. Esta porción de la línea de distribución puede incluir un intercambiador de calor 1244. Como se muestra en la Figura 3, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de múltiples pasadas, pero también puede ser cualquier intercambiador de calor conocido en la técnica.

Un conducto o línea de reciclado 1226 está en comunicación líquida en un primer extremo 1226a con el sistema de acondicionamiento 1250, específicamente un intercambiador de calor de acondicionamiento, y está en comunicación líquida en un segundo extremo 1226b con una porción superior del tanque 1212, para permitir la recirculación del líquido criogénico si se desea. Una válvula de reciclado 1228 está ubicada en la línea de reciclado 1226 entre el primer extremo 1226a de la línea de reciclado 1226 en el sistema de acondicionamiento 1250 y el segundo extremo 1226b en una posición superior en el tanque 1212.

Como en las realizaciones anteriores, el sistema de acondicionamiento 1250 está conectado a una línea de producto 1230 para distribuir el líquido criogénico al vehículo de uso.

Una cuarta realización de un sistema de distribución de líquido criogénico configurado de acuerdo con la divulgación se indica en general en 1310 en la Figura 4 y se muestra esquemáticamente como una estación de repostaje de GNL. La cuarta realización de la Figura 4 es similar a la segunda realización de la Figura 2, pero el sistema 1310 de la Figura 4 dispone la bomba 1320 dentro del tanque criogénico 1312.

El sistema 1310 de la cuarta realización puede operarse de manera similar al sistema 1110 de la segunda realización, pero la bomba está ubicada dentro del tanque frente al exterior del tanque y en un sumidero. La bomba es, por lo tanto, enfriada por el líquido criogénico dentro del tanque y no requiere el sumidero de las Figuras 1-3 u otra gestión de calor separada.

El sistema de distribución de líquido criogénico 1310 incluye un tanque 1312 que define un área que contiene el líquido

criogénico 1314 con un espacio de cabeza de vapor 1316 por encima del líquido criogénico 1314. El líquido del tanque 1312 fluye hacia la entrada de la bomba 1320. El líquido del tanque 1312 se utiliza como dispositivo de enfriamiento para la bomba 1320.

5 Se proporciona un depósito 1334 que define un área configurada para contener líquido criogénico 1335 a una altura elevada por encima de la porción inferior del tanque 1312 y el depósito 1134 está en comunicación fluida con el tanque 1312. El depósito 1334 está suspendido dentro del tanque 1312 en una porción superior o espacio de cabeza del tanque 1312 y tiene una abertura orientada hacia arriba.

10 Un conducto o línea de distribución 1340 está en comunicación líquida con la bomba 1320 y el sistema de acondicionamiento 1350 que incluye un intercambiador de calor de acondicionamiento. La línea de distribución 1340 viaja desde un primer extremo 1340a en la bomba 1320 dentro del tanque 1312 hasta el depósito 1334 en la ubicación 1340c y sale del tanque 1312 en la ubicación 1340d. Una porción de la línea de distribución en el tanque 1312 está dentro del depósito 1334. Esta porción de la línea de distribución puede incluir un intercambiador de calor de tanque 1344. Como se muestra en la Figura 4, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de múltiples pasadas, pero también puede ser cualquier intercambiador de calor conocido en la técnica.

15 Un conducto o línea de reciclado 1326 está en comunicación líquida en un primer extremo 1326a con el sistema de acondicionamiento 1350, específicamente un intercambiador de calor de acondicionamiento, y está en comunicación líquida en un segundo extremo 1326b con una porción superior del tanque 1312, para permitir la recirculación del líquido criogénico si se desea. Preferiblemente, la línea de reciclado está en comunicación líquida con el depósito 1334. Una válvula de reciclado 1328 está ubicada en la línea de reciclado 1326 entre el primer extremo 1326a de la línea de reciclado 1326 en el sistema de acondicionamiento 1350 y el segundo extremo 1326b en una posición superior en el tanque 1312.

20 El sistema de acondicionamiento 1350 está conectado a una línea de producto 1330 para distribuir el líquido criogénico al vehículo de uso u otro dispositivo de uso.

25 En sumario, incluir un intercambiador de calor de tanque en la porción superior del tanque criogénico y enrutar el líquido de enfriamiento a través de la línea de distribución al intercambiador de calor de tanque ayuda a dispersar el calor al líquido criogénico bombeado, tal como GNL, para su distribución en vehículos de uso.

30 Estas soluciones que proporcionan una mejor gestión del calor en un tanque podrían aplicarse a cualquier tanque horizontal para su uso en un sistema de distribución de líquido criogénico, pero también se apreciará que las soluciones pueden aplicarse a cualquier tanque vertical (un tanque que tiene un área de sección transversal vertical que es mayor que su área de sección transversal horizontal) para su uso en un sistema de distribución de fluido criogénico.

35 Las secciones transversales de las tuberías/conductos de la divulgación actual pueden tener varias formas, tales como un círculo, elipse, cuadrada, triángulo, pentágono, hexágono, polígono y otras formas.

40 El sistema de distribución, específicamente, el tanque y la tubería/conductos pueden estar hechos de aleación de cobre, aleación de níquel, carbono, acero inoxidable o cualquier otro material conocido en la técnica.

45 Los sistemas de distribución divulgados anteriormente pueden incluir dispositivos o medidores para leer diferentes características del tanque. Estos dispositivos o manómetros pueden mostrar presión, temperatura, presión diferencial, nivel de líquido, etc.

50 Los tanques de los sistemas de distribución anteriores incluyen al menos una tubería para llenar gas natural licuado o extraerlo del tanque. En una realización, hay una tubería de llenado separada y una tubería de extracción separada. Puede haber otras trayectorias fuera del recipiente interior del tanque para llenar y eliminar el líquido también. Las tuberías de llenado y extracción pueden ser cualquier conducto adecuado para transportar o permitir el flujo de fluido a través de las mismas.

55 Las válvulas divulgadas en las realizaciones anteriores pueden ser válvulas automáticas. Las válvulas divulgadas en las realizaciones anteriores pueden ser opcionalmente válvulas unidireccionales o de retención, permitiendo que el fluido fluya en una dirección. Las válvulas pueden tener dos aberturas, una para que fluya el fluido hacia dentro y otra para que fluya hacia fuera. Solo como ejemplos, las válvulas pueden ser, pero sin limitación, válvulas de retención de bola, válvulas de retención de disco basculante, válvulas de retención oscilantes o de retención por parada. Las válvulas también pueden ser válvulas de aislamiento, que regulan el flujo de fluido en una tubería. Las válvulas pueden funcionar para iniciar y detener el flujo de líquido cuando se desee. Esta función se puede realizar mediante un ajuste abierto/cerrado. Hay un número de diferentes tipos de válvulas de aislamiento que pueden usarse. Solo como ejemplos, las válvulas de aislamiento pueden ser, pero sin limitación, válvulas de globo, válvulas de bola y válvulas de compuerta.

60 Aunque se han mostrado y descrito las realizaciones preferidas de la divulgación, para los expertos en la materia será evidente que se pueden hacer cambios y modificaciones en la misma sin alejarse del alcance de las reivindicaciones

adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de distribución de fluido criogénico que comprende;
  - 5 un tanque (1012) que define un área que contiene líquido criogénico; un depósito(1034) que define un área configurada para contener líquido criogénico a una altura elevada por encima de una porción inferior del tanque, y que está en comunicación fluida con el tanque; una bomba (1020);
  - 10 una primera línea de suministro (1018) en comunicación líquida con la porción inferior del tanque y configurada para dirigir selectivamente líquido criogénico desde el tanque hasta la bomba;
  - un intercambiador de calor de acondicionamiento (1052) configurado para calentar líquido criogénico;
  - una línea de distribución (1040) en comunicación líquida con la bomba y configurada para dirigir el líquido criogénico desde la bomba hasta una entrada del intercambiador de calor de acondicionamiento;
  - 15 una línea de producto (1030) configurada para dirigir líquido desde una salida del intercambiador de calor de acondicionamiento a un dispositivo de uso;
  - una línea de reciclado (1026) configurada para dirigir selectivamente el fluido desde una salida del intercambiador de calor de acondicionamiento o la línea de producto a el depósito;
  - una válvula de reciclado (1028) en comunicación fluida con la línea de reciclado;
  - 20 una segunda línea de suministro (1036) en comunicación líquida con una porción inferior del depósito y configurada para dirigir selectivamente líquido desde el depósito hasta la bomba.
  
2. El sistema de distribución de fluido criogénico de la reivindicación 1, comprendiendo además:
  - 25 una línea de derivación que tiene una entrada de línea de derivación conectada a la línea de distribución y una salida de línea de derivación (1060);
  - una disposición de válvula de derivación (1054, 1056) configurada para recibir líquido de la bomba y dirigir selectivamente el líquido recibido a través del intercambiador de calor de acondicionamiento, la entrada de la línea de derivación o tanto el intercambiador de calor de acondicionamiento como la entrada de la línea de derivación;
  - 30 y una disposición de válvula de distribución (1032, 1058) en comunicación fluida con la salida del intercambiador de calor de acondicionamiento y la salida de la línea de derivación y configurada para dirigir selectivamente el líquido recibido a través de la línea de reciclado o la línea de producto.
  
3. El sistema de distribución de fluido criogénico de la reivindicación 2, en donde la disposición de válvula de derivación incluye al menos dos válvulas, opcionalmente, en donde al menos una válvula está ubicada en la línea de distribución y al menos una válvula está ubicada en la línea de derivación; o en donde la disposición de válvula de derivación incluye una única válvula, opcionalmente, en donde la única válvula está ubicada en la unión de la entrada de la línea de derivación y la línea de distribución.
  
4. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en donde la disposición de válvula de distribución incluye al menos dos válvulas, opcionalmente, en donde al menos una válvula está ubicada en la línea de producto y al menos una válvula está ubicada en la línea de reciclado; o en donde la disposición de válvula de distribución incluye una única válvula, opcionalmente, en donde la válvula está ubicada en la unión de la línea de producto y la línea de reciclado.
  
5. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el tanque es un tanque horizontal.
  
6. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la segunda línea de suministro está en comunicación líquida con la primera línea de suministro en una ubicación entre la bomba y la primera válvula de suministro.
  
7. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el depósito está ubicado dentro del tanque, opcionalmente, en donde el depósito está conectado a una porción superior del tanque, y/o en donde el depósito está conectado a una pared lateral del tanque.
  
8. El sistema de distribución de fluido criogénico de la reivindicación 1 que comprende;
  - 60 un intercambiador de calor de tanque (1144) ubicado en la línea de distribución dentro de la porción superior del tanque y una válvula de reciclado en comunicación fluida con la línea de reciclado;
  - en donde la línea de distribución pasa a través de una porción superior del tanque; y
  - en donde la línea de reciclado está configurada para dirigir selectivamente fluido desde una salida del intercambiador de calor de acondicionamiento o la línea de producto hasta el tanque.
  
9. El sistema de distribución de fluido criogénico de la reivindicación 8, comprendiendo además:

una línea de suministro en comunicación líquida con la porción inferior del tanque y la bomba; y una válvula de suministro ubicada en la línea de suministro entre la porción inferior del tanque y la bomba, opcionalmente, en donde el depósito está dentro del tanque, y/o en donde el intercambiador de calor está ubicado dentro del depósito.

5 10. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones 8-9, en donde el intercambiador de calor es un intercambiador de calor de serpiente.

10 11. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en donde la bomba está ubicada dentro del tanque, opcionalmente, en donde la bomba está en una porción inferior del tanque.

12. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones 8-11, comprendiendo además:

15 una línea de derivación (1060) que tiene una entrada de línea de derivación conectada a la línea de distribución y una salida de línea de derivación;

una disposición de válvula de derivación (1054, 1056) configurada para recibir líquido de la bomba y dirigir selectivamente el líquido recibido a través del intercambiador de calor de acondicionamiento, la entrada de la línea de derivación o tanto el intercambiador de calor de acondicionamiento como la entrada de la línea de derivación; y

20 una disposición de válvula de distribución (1032, 1058) en comunicación fluida con la salida del intercambiador de calor de acondicionamiento y la salida de la línea de derivación y configurada para dirigir selectivamente el líquido recibido a través de la línea de reciclado o la línea de producto, opcionalmente, en donde la disposición de válvula de derivación incluye al menos dos válvulas, opcionalmente, en donde al menos una válvula está ubicada en la línea de distribución y al menos una válvula está ubicada en la línea de derivación; o

25 en donde la disposición de válvula de derivación incluye una única válvula, opcionalmente, en donde la única válvula está ubicada en la unión de la entrada de la línea de derivación y la línea de distribución.

30 13. El sistema de distribución de fluido criogénico de la reivindicación 12, en donde la disposición de válvula de distribución incluye al menos dos válvulas, opcionalmente, en donde al menos una válvula está ubicada en la línea de producto y al menos una válvula está ubicada en la línea de reciclado; o en donde la disposición de válvula de distribución incluye una única válvula, opcionalmente, en donde la válvula está ubicada en la unión de la línea de producto y la línea de reciclado.

35 14. El sistema de distribución de fluido criogénico de cualquiera de las reivindicaciones 9-13, en donde el tanque es un tanque horizontal.

15. Un método de controlar el calor en un sistema de distribución de fluido criogénico que comprende las etapas de:

- 40 a. almacenar líquido criogénico en un tanque;  
 b. bombear líquido criogénico a un sistema de acondicionamiento;  
 c. distribuir fluido criogénico acondicionado desde el sistema de acondicionamiento a través de una línea de producto hasta un dispositivo de uso;  
 d. reciclar el fluido del sistema de acondicionamiento o la línea de producto hasta un depósito colocado dentro del espacio libre del tanque para condensar el vapor en el espacio de cabeza del tanque,

45 opcionalmente, en donde el método comprende además la etapa de enfriar el fluido en el depósito, opcionalmente, en donde el fluido en el depósito se enfría usando líquido criogénico a medida que se bombea al sistema de acondicionamiento en la etapa b.

1010 →

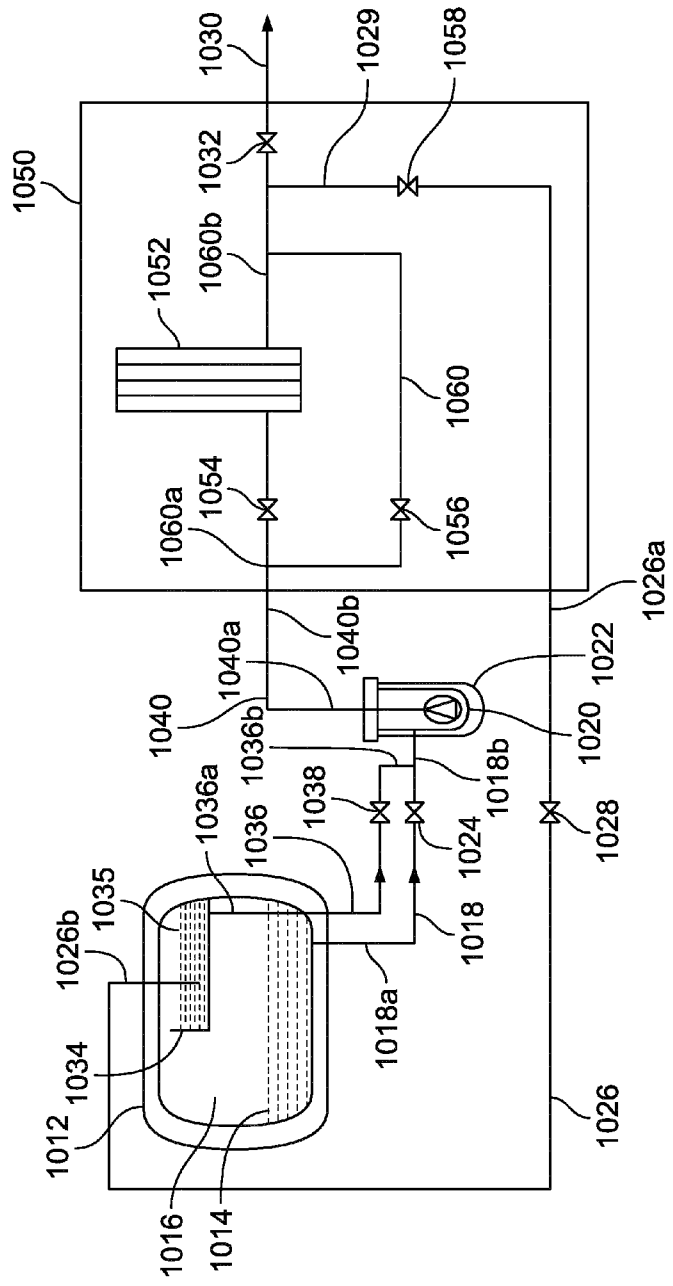


FIG. 1



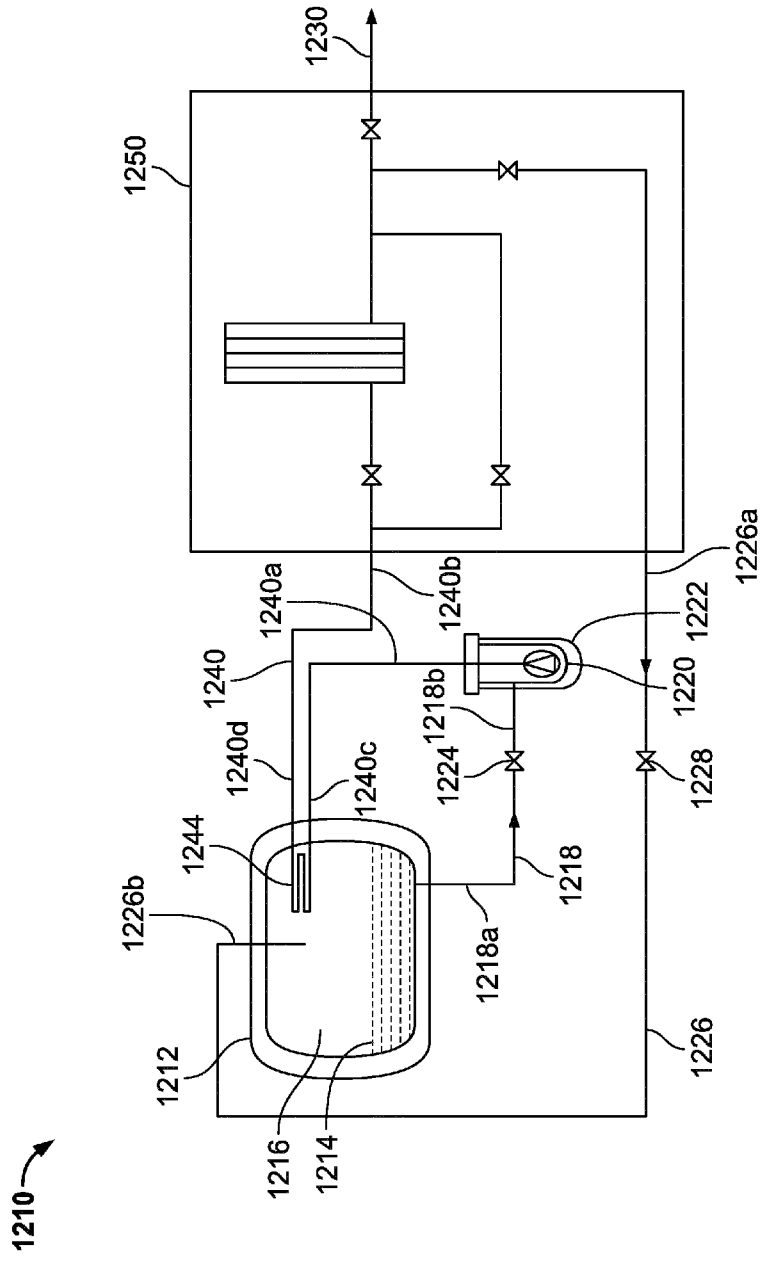


FIG. 3

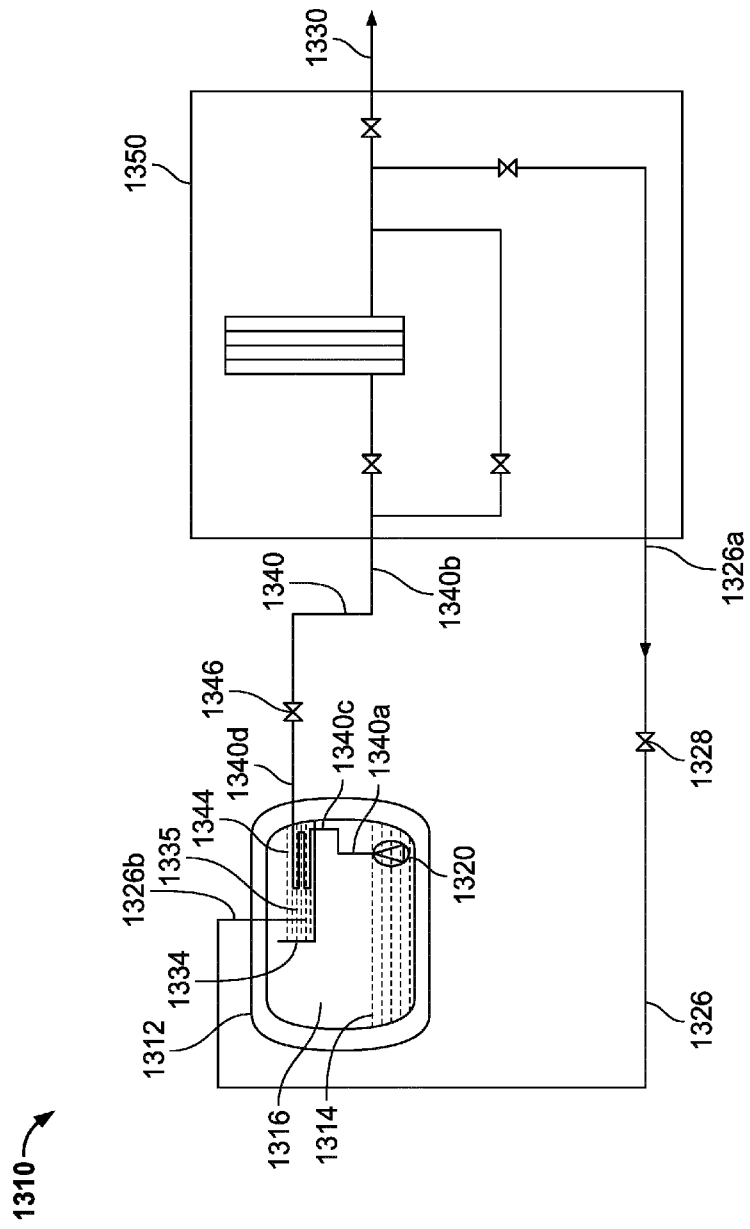


FIG. 4