

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 465**

51 Int. Cl.:

F02M 21/02 (2006.01)

F02M 37/04 (2006.01)

B63H 21/38 (2006.01)

B63B 25/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2013 PCT/KR2013/009539**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.05.2014 WO14065617**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2013 E 13844585 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2913509**

54 Título: **Sistema y método para suministrar combustible híbrido en un motor para un barco**

30 Prioridad:

24.10.2012 KR 20120118241
23.05.2013 KR 20130058586

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.12.2017

73 Titular/es:

**DAEWOO SHIPBUILDING & MARINE
ENGINEERING CO., LTD. (100.0%)
85 Da-dong Jung-gu
Seoul 100-180, KR**

72 Inventor/es:

**LEE, JOON CHAE;
CHOI, DONG KYU;
MOON, YOUNG SIK;
JUNG, SEUNG KYO;
JUNG, JEHEON y
KIM, NAM SOO**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 647 465 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 y método para suministrar combustible híbrido en un motor para un barco

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación, y más particularmente, a un sistema de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación, que puede suministrar gas de evaporación (BOG) o gas natural licuado (LNG) almacenado en un tanque de carga de LNG a un motor de inyección de gas a alta presión, es decir, medios de propulsión como combustible.

Estado de la técnica

15 El gas natural licuado (en adelante, referido como LNG) es un líquido incoloro y transparente que se puede obtener por enfriamiento y la licuefacción de gas natural (predominantemente metano) a aproximadamente -162 °C. El LNG ocupa aproximadamente 1/600 del volumen de gas natural. Por lo tanto, si el gas natural se licua a LNG, el gas natural puede transportarse de manera muy eficiente. Por ejemplo, un transportador de LNG se utiliza para transportar LNG por mar.

20 Puesto que la temperatura de licuefacción de gas natural es una temperatura criogénica de -163 °C a presión ambiente, el LNG es probable que sea vaporizado incluso cuando la temperatura del LNG es ligeramente superior a -163 °C a presión ambiente. En el caso de un transportador de LNG convencional, aunque el tanque de carga de LNG está aislado térmicamente, el calor externo se transfiere continuamente al LNG. Por lo tanto, durante el transporte de LNG por el transportador de LNG, el LNG se vaporiza continuamente de forma natural dentro del tanque de carga de LNG y se genera gas de ebullición (en lo sucesivo, denominado BOG) dentro del tanque de carga de LNG.

30 El BOG es un tipo de pérdida de LNG y es un problema importante en términos de eficiencia de transporte de LNG. Si se acumula BOG en el tanque de carga de LNG, se aumenta excesivamente la presión dentro del tanque de carga de LNG. Por lo tanto, existe el riesgo de daños en el tanque de carga de LNG. Por lo tanto, se han desarrollado una variedad de métodos para procesar. Un ejemplo se muestra en KR-10-2012-0107832. Recientemente, para procesar BOG, un método para volver a licuar BOG y devolver el BOG reliquidificado a un tanque de carga, se ha utilizado un método para usar BOG como fuente de energía para un motor de una embarcación y similares. Además, se ha utilizado un método para quemar BOG sobrante en una unidad de combustión de gas (GCU).

40 Cuando el BOG ya no es útil, la GCU quema inevitablemente BOG excedente a fin de ajustar la presión del tanque de carga, lo que resulta en una pérdida de la energía química que tiene el BOG.

45 En un caso en el que se aplique un motor de combustible dual (DF) como un sistema de propulsión de un transportador de LNG, el BOG generado en el tanque de carga de LNG se pueden procesar mediante el uso como un combustible del motor de DF. Cuando una cantidad de BOG generada en el tanque de carga de LNG excede una cantidad de combustible utilizada en el motor de DF para la propulsión de una embarcación, el BOG puede transferirse a la GCU y quemarse para proteger el tanque de carga de LNG.

Divulgación

Problema técnico

50 El motor de DF se ha utilizado como el sistema de propulsión para la embarcación, y se han desarrollado motores que utilizan la inyección de gas a alta presión. En un sistema de propulsión de este tipo, la regulación de clasificación del barco requiere la redundancia del aparato de suministro de combustible del motor como preparación para la suspensión de la navegación debido a un mal funcionamiento.

55 Como se ilustra en la figura 1, se requieren dos juegos de dispositivos de compresión 10 y 20 cuando un motor de inyección de gas a alta presión en un portador de LNG o similar está configurado en un sistema de propulsión y el BOG generado durante el transporte de LNG se suministra como combustible del motor de la embarcación. Sin embargo, el equipo adicional no utilizado para la regulación de redundancia es una carga muy pesada en términos de costes. En particular, dado que un compresor para comprimir BOG a alta presión es costoso, se incrementa la carga de coste. Además, cuando el LNG está completamente cargado en un tanque de carga, se genera una gran cantidad de BOG. Por lo tanto, BOG se puede comprimir y suministrar como combustible. Sin embargo, cuando se descarga LNG, la cantidad de LNG que se carga en el tanque de carga es pequeña y, por lo tanto, se genera una pequeña cantidad de BOG. Por lo tanto, es necesario generar forzosamente BOG.

65

Como se ilustra en la figura 2, en el caso del motor de inyección de gas a alta presión configurado para ser suministrado con LNG en lugar de BOG como combustible después del bombeo y la vaporización, se requieren dos conjuntos de bombas 30 y 40. Sin embargo, dado que el precio de la bomba es relativamente menor que el precio del compresor, se puede reducir el coste de posesión del equipo. Dado que se consume LNG almacenado en el tanque de carga, se puede lograr un suministro de combustible estable. Por otro lado, una gran cantidad de BOG generado en la carga completa del LNG no se puede utilizar, y se requieren aparatos de relicuación de BOG.

Por lo tanto, existe una necesidad de sistemas de suministro de combustible que son rentables, pueden utilizar suficientemente BOG generado, y puede impulsar a un recipiente por el combustible suministrado de forma estable incluso cuando se genera una pequeña cantidad de BOG.

Objeto de la invención

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un sistema de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación incluye: un dispositivo de compresión configurado para comprimir gas de evaporación (BOG) generado a partir de gas natural licuado (LNG) almacenado en un tanque de carga de LNG; una bomba de alta presión configurada para comprimir el LNG suministrado desde el tanque de carga de LNG; un vaporizador configurado para vaporizar el LNG comprimido por la bomba de alta presión; y un motor de doble combustible (DF) al que se suministra el BOG comprimido a través del dispositivo de compresión como combustible, en el que el motor de la embarcación utiliza gas a alta presión comprimido a 150 a 400 bar como combustible y es accionado por al menos uno de los BOG comprimido en el dispositivo de compresión y el LNG comprimido en la bomba de alta presión, donde el sistema de suministro de combustible híbrido comprende un primer pasaje provisto del dispositivo de compresión y un segundo pasaje provisto de la bomba de alta presión y el vaporizador, estando configurado el primer pasaje como tal que el BOG generado a partir del LNG almacenado en el tanque de carga de LNG se comprime entre 150 y 400 bar y luego se suministra al motor de la embarcación, y el segundo pasaje se configura de manera que el LNG almacenado en el tanque de carga de LNG se bombea de 150 a 400 bar y se vaporiza y luego se suministra al motor para la embarcación, en donde el sistema de suministro de combustible híbrido se configura con la redundancia del primer pasaje y el segundo pasaje, y en donde el dispositivo de compresión se proporciona con solo un juego.

El dispositivo de compresión puede ser un compresor de múltiples etapas incluye una pluralidad de compresores y una pluralidad de refrigeradores intermedios.

El motor de DF puede ser suministrado con el BOG comprimido a través de al menos una parte de la pluralidad de compresores incluida en el compresor de múltiples etapas.

El sistema de suministro de combustible híbrido puede incluir además una unidad de combustión de gas (GCU) configurada para quemar el BOG que queda después del suministro como el combustible del motor de la embarcación y el motor de DF.

El sistema de suministro de combustible híbrido puede incluir además una bomba de combustible proporcionada en el tanque de carga de LNG y configurada para suministrar el LNG almacenado en el tanque de carga de LNG a la bomba de alta presión.

Un sistema de relicuación utilizando un ciclo de refrigerante separado no puede proporcionarse para relicuación del BOG.

Cuando el recipiente está en una condición cargada, el motor de la embarcación puede ser suministrado con el BOG comprimido por el dispositivo de compresión como combustible.

Cuando el recipiente está en una condición de lastre, el motor de la embarcación puede ser suministrado con el LNG comprimido por el motor de alta presión como combustible.

Cuando el recipiente está en una condición de lastre, el motor de la embarcación puede ser suministrado con al menos uno del BOG comprimido por el dispositivo de compresión y el LNG comprimido por la bomba de alta presión como combustible.

El recipiente puede ser un transportador de LNG que tiene una capacidad de 130.000 a 350.000 m³.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un método de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación incluye: comprimir y suministrar el BOG cuando una cantidad del BOG generada a partir del LNG almacenado en un tanque de carga de LNG satisface una cantidad de combustible necesaria para el motor de la embarcación; y el suministro de LNG al motor de la embarcación que después de la compresión y la vaporización forzada cuando una cantidad del BOG generado por el LNG es menor que la cantidad de combustible necesaria para el motor de la embarcación, donde el motor del buque utiliza gas comprimido a alta presión a una presión alta de 150 a 400 bar como combustible, y el BOG comprimido a través de al menos una parte de las etapas

de compresión de etapas múltiples se suministra a un motor de DF provisto en el recipiente.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un sistema de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación incluye: un primer pasaje conectado a un tanque de carga de LNG de la embarcación y configurado de tal manera que el BOG generado a partir de LNG almacenado en el tanque de carga de LNG se suministra a un motor de inyección de gas a alta presión del recipiente; un segundo pasaje configurado de manera que el LNG almacenado en el tanque de carga de LNG se bombee y vaporice y luego se suministre al motor de inyección de gas a alta presión; y un dispositivo de compresión provisto en el primer pasaje para comprimir el BOG, en el que el motor de inyección de gas a alta presión usa gas a alta presión comprimido a una alta presión de 150 a 400 bares como combustible. El sistema de suministro de combustible híbrido puede incluir además un tercer pasaje ramificado desde el primer pasaje, en el que se proporciona un DFDE suministrado con el BOG en el tercer pasaje.

En el sistema de suministro de combustible híbrido según la realización de la presente invención, cuando una cantidad de BOG generado en el tanque de carga de LNG satisface una cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión, el BOG puede ser suministrado a través del primer pasaje, y cuando una cantidad de BOG generada en el tanque de carga de LNG es menor que la cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión, se puede suministrar el LNG bombeado y vaporizado.

El dispositivo de compresión puede estar configurado en uno de múltiples etapas incluyendo una pluralidad de compresores y una pluralidad de refrigeradores intermedios.

El DFDE puede ser suministrado con BOG comprimido a través de al menos una parte de los compresores.

El dispositivo compresor puede estar provisto de solo un conjunto configurado en etapas múltiples.

Una bomba de alta presión y un vaporizador pueden estar provistos en el segundo pasaje. La bomba de alta presión puede ser suministrada con el LNG desde el tanque de carga de LNG y bombea el LNG a alta presión. El vaporizador vaporiza el LNG bombeado por la bomba de alta presión y suministra el LNG vaporizado al motor de inyección de gas a alta presión.

El sistema de suministro de combustible híbrido para el motor de la embarcación de acuerdo con la forma de realización de la presente invención puede incluir además una bomba de FG proporcionada en el tanque de carga de LNG y configurada para suministrar el LNG a la bomba de alta presión.

Se puede proporcionar una pluralidad de bombas de alta presión. En este caso, la pluralidad de bombas de alta presión puede proporcionarse en paralelo.

En el sistema de suministro de combustible híbrido para el motor de la embarcación de acuerdo con la forma de realización de la presente invención, no se puede proporcionar un sistema de relicuación utilizando un ciclo de refrigerante separado para la relicuación del BOG.

Cuando la embarcación está en una condición cargada, el motor de inyección de gas de alta presión puede ser impulsado por el BOG comprimido por el dispositivo de compresión.

Cuando la embarcación está en una condición de lastre, el LNG almacenado en el tanque de carga de LNG puede ser suministrado al motor de inyección de gas de alta presión después del bombeo y la vaporización.

Cuando la embarcación está en la condición de lastre, el BOG generado en el tanque de carga de LNG se puede comprimir y, a continuación, suministrar al DFDE o el motor de inyección de gas a alta presión.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación, en el que el BOG generado a partir de LNG almacenado en el tanque de carga de LNG del recipiente es comprimido y luego suministra a un motor de inyección de gas a alta presión o el LNG se suministra al motor de inyección de gas a alta presión después del bombeo y la vaporización forzada, de modo que el BOG o el LNG se suministren selectivamente al motor de inyección de gas a alta presión, donde el motor de inyección de gas a alta presión utiliza el gas comprimido a una alta presión de 150 a 400 bar como combustible, y el BOG se ramifica y se suministra al DFDE.

Un dispositivo de compresión configurado para comprimir el BOG puede estar provisto de único conjunto configurado en una de múltiples etapas incluye una pluralidad de compresores y una pluralidad de refrigeradores intermedios.

Efectos ventajosos

En el sistema de suministro de combustible híbrido para el motor de la embarcación según la presente invención, el primer pasaje y el segundo pasaje se proporcionan en la embarcación equipada con el motor de inyección de gas de

alta presión, y, por lo tanto, la redundancia del suministro de combustible puede lograrse sin equipo extra separado que no se utiliza.

5 Según la presente invención, el BOG y el LNG se pueden suministrar selectivamente como el combustible del motor de inyección de gas a alta presión. Por lo tanto, es posible resolver el problema que genera forzosamente BOG para el suministro de combustible al motor de inyección de gas a alta presión debido a la deficiencia en la cantidad de generación de BOG en la condición de lastre de la embarcación. También es posible ahorrar los costes involucrados en volver a licuar una gran cantidad de BOG en la condición de carga.

10 Además, una gran cantidad de BOG generado en el tanque de carga de LNG se comprime y luego se suministra como el combustible del motor de inyección de gas a alta presión. Por lo tanto, es posible utilizar el BOG efectivamente mientras se reduce una cantidad de BOG desperdiciada por la combustión en la GCU. Cuando se genera una pequeña cantidad de BOG, el sistema está configurado para suministrar LNG al motor de inyección de gas a alta presión. Por lo tanto, el combustible puede ser suministrado de manera estable.

15 **Descripción de las figuras**

La figura 1 ilustra un sistema que incluye dos conjuntos de dispositivos de compresión para la redundancia de un aparato de suministro de combustible y suministra BOG a un motor de inyección de gas a alta presión como combustible.

20 La figura 2 ilustra esquemáticamente un sistema que incluye dos conjuntos de bombas para la redundancia de un aparato de suministro de combustible y suministra LNG a un motor de inyección de gas a alta presión como combustible.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una configuración de un sistema de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

25 La figura 4 ilustra esquemáticamente un sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención.

30 **Descripción detallada de la invención**

Se describirán las realizaciones ejemplares de la presente invención a continuación con referencia a los dibujos adjuntos. Estos modos de realización son proporcionados de modo que la presente divulgación sea exhaustiva y completa y para transmitir completamente el alcance de la invención a los expertos en la materia. La invención puede, sin embargo, realizarse en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento. A lo largo de los dibujos y la descripción, se usarán los mismos números de referencia para referirse a elementos similares.

La figura 3 ilustra esquemáticamente una configuración de un sistema de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

40 Como se ilustra en la figura 3, el sistema de suministro de combustible híbrido para el motor de la embarcación de acuerdo con la presente invención incluye un primer pasaje L1, un segundo pasaje L2 y un dispositivo de compresión 200. El primer pasaje L1 está conectado a un tanque de carga de LNG CT de una embarcación y está configurado de tal manera que el BOG generado a partir del LNG almacenado en el tanque CT de carga de LNG se suministra a un motor de inyección de gas a alta presión 100 de la embarcación. El segundo pasaje L2 está configurado de manera que el LNG almacenado en el tanque CT de carga de LNG se bombea y vaporiza y luego se suministra al motor de inyección de gas a alta presión 100. El dispositivo de compresión 200 está provisto en el primer pasaje L1 para comprimir el BOG. El gas de alta presión comprimido a una alta presión de 150 a 400 bar se usa como combustible del motor de inyección de gas a alta presión 100.

50 En la presente realización, cuando una cantidad de BOG generada en el tanque de carga de LNG CT satisface una cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100, el BOG se puede suministrar a través del primer pasaje L1, y cuando una cantidad de BOG generada en el tanque de carga de LNG CT es menor que la cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100, solo se puede suministrar LNG bombeado y vaporizado, o puede bombearse y vaporizarse tanto LNG como la escasez de combustible. Como se describió anteriormente, de acuerdo con la presente realización, el pasaje de suministro de combustible está configurado con la redundancia del primer pasaje L1 y el segundo pasaje L2. No se proporciona equipo adicional (por ejemplo, compresor adicional) proporcionado solo para satisfacer la redundancia mientras no se usa en días regulares.

60 La redundancia es el diseño de tal manera que el equipo adicional se proporciona para estar en un estado de reposo durante el funcionamiento del equipo principal para realizar las funciones requeridas, y se hace cargo de la función y realiza las funciones cuando el equipo principal no funciona debido al mal funcionamiento o similares. Principalmente, el equipo adicional para satisfacer tal redundancia está diseñado redundantemente con respecto a los equipos rotativos. En el sistema de suministro de combustible de la presente realización, el dispositivo de compresión o la bomba corresponde a la redundancia.

Por ejemplo, el motor de inyección de gas de alta presión 100 puede operar mientras se suministra con BOG comprimido por el dispositivo de compresión 200 en una condición de carga de la embarcación, y puede operar mientras se suministra con LNG almacenado en el tanque de carga CT LNG después del bombeo y la vaporización en una condición de lastre de la embarcación.

5 La condición de carga se refiere a una condición en la cual el LNG se carga aproximadamente el 98 % del volumen del tanque con respecto a la carga completa de LNG en el tanque de carga de LNG CT del portador. En la condición de carga, se genera una gran cantidad de BOG en el tanque de carga de LNG CT. La condición de lastre se refiere a una condición en la que se descarga LNG y, por lo tanto, se almacena una pequeña cantidad de LNG en el tanque de carga de LNG. En la condición de lastre, se genera una pequeña cantidad de BOG. En la presente realización, el sistema está configurado para suministrar efectivamente combustible al motor de propulsión marina según la condición de carga o de lastre mientras suministra BOG al motor de propulsión marina para utilizar efectivamente una gran cantidad de BOG generado en el tanque de carga de LNG CT del buque, en particular, el portador de LNG.

15 A pesar de que hay una diferencia de acuerdo con el volumen del tanque de carga, temperatura exterior, y similares, una cantidad de BOG genera en el tanque de carga de LNG CT es de 3 a 4 ton/h en las condiciones de cargado y es de 0,3 a 0,4 ton/h en el estado de lastre en el caso de que el recipiente tenga un volumen de 150.000. Se sabe que un motor de inyección de gas principal (ME-GI), que es un tipo del motor de inyección de gas a alta presión 100, requiere un combustible de 1 a 4 ton/h según una carga. Mientras tanto, en los últimos años, dado que la tasa de ebullición (BOR) ha tendido a reducirse debido a la mejora en el rendimiento de aislamiento térmico del buque, una cantidad de generación de BOG ha tendido a reducirse.

20 En la presente realización, el dispositivo de compresión 200 puede estar configurado en uno de múltiples etapas que incluye una pluralidad de compresores 201 y una pluralidad de refrigeradores intermedios 202. El dispositivo de compresión 200 puede estar provisto con solo un conjunto que incluye dichas múltiples etapas.

25 Mientras tanto, una bomba de alta presión 300 y un vaporizador 310 se proporcionan en el segundo pasaje L2. La bomba de alta presión 300 está configurada para ser alimentada con LNG desde el tanque de carga de LNG CT y bombear el LNG a alta presión. El vaporizador 310 está configurado para vaporizar el LNG bombeado por la bomba de alta presión 300 y suministrar el LNG vaporizado al motor de inyección de gas a alta presión 100. Se puede proporcionar una bomba de gas combustible (FG) 320 en el tanque de carga de LNG CT. La bomba FG 320 está configurada para suministrar el LNG a la bomba de alta presión 300.

30 El motor de inyección de gas de alta presión 100 puede ser un motor ME-GI configurado para ser suministrado con gas comprimido a alta presión de 150 a 400 bar como combustible.

35 El motor ME-GI es utilizable en el recipiente, y es un motor de inyección de gas natural a alta presión de 2 tiempos que ha sido desarrollado para reducir la emisión de óxido de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx) y puede utilizar gas y el petróleo como combustible. El motor ME-GI puede instalarse en una estructura marina, como un transportador de LNG, que transporta LNG y lo almacena en el tanque de carga a una temperatura criogénica. El motor ME-GI usa gas natural o petróleo como combustible. El motor ME-GI requiere una alta presión de suministro de gas de aproximadamente 150 a 400 bar (presión absoluta) según una carga. Además, en comparación con el motor diésel de la misma potencia, el motor ME-GI puede reducir la emisión de contaminantes. Por ejemplo, el motor ME-GI puede reducir la emisión de dióxido de carbono en un 23 %, la emisión de compuestos de nitrógeno en un 80 % y la emisión de compuestos de azufre en un 95 % o más. Por lo tanto, el motor ME-GI se considera como un motor respetuoso del medio ambiente de próxima generación.

40 Aproximadamente se consumen 2 MW de alimentación de para suministrar combustible comprimido para el motor ME-GI por la conducción de un conjunto de dispositivo de compresión 200 configurado con etapas múltiples. En el caso de la bomba de alta presión 300, se consume aproximadamente 100 kW de potencia. Si se considera solo el consumo de potencia en el momento del suministro de combustible, es ventajoso configurar solo la bomba de alta presión 300. Sin embargo, como se describió anteriormente, es necesario volver a licuar o quemar una gran cantidad de BOG generado en el tanque de carga LNG CT. Por lo tanto, en la presente realización, el sistema está configurado con un conjunto del dispositivo de compresión 200 capaz de suministrar BOG como combustible, y la bomba de alta presión 300 y el vaporizador 310 capaces de bombear, vaporizar y suministrar LNG considerando la utilización eficiente, consumo de energía, costes de configuración del sistema, redundancia y similares.

45 En la presente realización, puesto que se proporcionan los pasajes de suministro de combustible redundantes, es preferible configurar solo un conjunto de dispositivo de compresión 200. Sin embargo, se pueden proporcionar compresores adicionales (no ilustrados) para consumir BOG al suministrar de manera más estable el motor de inyección de gas a alta presión 100 con BOG generado en el tanque de carga de LNG CT como combustible.

50 Incluso en el caso de la estructura marina o de la embarcación montada con el motor ME-GI que bombea y vaporiza LNG a la fuerza y consume el LNG como combustible, aparatos de procesamiento de BOG, tales como un aparato de relicuación y una GCU 410, son todavía requeridos para procesar el BOG generado en el tanque de carga de LNG CT. Sin embargo, en la presente realización, se puede reducir una cantidad de BOG reliquidada o quemada

ES 2 647 465 T3

configurando el sistema de suministro de combustible híbrido para suministrar selectivamente combustible BOG y LNG según una condición. Se puede proporcionar un motor ME-GI o una pluralidad de motores ME-GI en la embarcación de la presente realización.

5 La presente realización puede hacerse funcionar como sigue, dependiendo de una cantidad de BOG generado en el tanque de carga de LNG CT.

10 En primer lugar, en el caso de la condición de carga en el que una cantidad de BOG generada es lo suficientemente grande como para satisfacer una cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100, el BOG se suministra después de haber sido comprimido a una presión necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100 por el dispositivo de compresión 200 provisto en el primer pasaje L1.

15 Como se describió anteriormente, el dispositivo de compresión 200 pueden estar configurados en etapas múltiples en la que la pluralidad de compresores 201 y la pluralidad de refrigeradores intermedios 202 están dispuestos alternativamente. El dispositivo de compresión 200 puede configurarse de diversas formas según las condiciones de temperatura y presión del gas natural necesario para el motor de inyección de gas a alta presión 100.

20 En el caso de la condición de lastre en el que se genera una pequeña cantidad de BOG en el tanque de carga de LNG CT o en el caso en el que el mal funcionamiento se produce en el primer pasaje L1, el LNG es comprimido por la alta presión de la bomba 300 a una presión necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100, por ejemplo, de 150 a 400 bar en el caso del motor ME-GI, se vaporiza a la fuerza por el vaporizador 310, y luego se suministra al motor de inyección de gas a alta presión 100. En este momento, la bomba de alta presión 300 se proporciona en una plataforma superior, y el LNG almacenado en el tanque de carga de LNG CT se transfiere a la bomba de alta presión 300 mediante la bomba FG 320. Con el fin de satisfacer la redundancia y la fiabilidad del equipo, una pluralidad de bombas de alta presión 300 se pueden proporcionar en paralelo en una etapa anterior al vaporizador 310.

25 Puesto que el LNG comprimido por la bomba de alta presión 300 está en un estado supercrítico mayor que una presión crítica, la vaporización en el vaporizador 310 no significa un cambio de fase de líquido a gas, pero medios de suministro de energía calorífica al LNG comprimido.

30 En la presente realización, un tercer pasaje L3 ramificado desde el primer pasaje L1 puede ser proporcionado para suministrar un motor diésel de combustible dual (DFDE) 400 o una GCU 410 con BOG superior a una cantidad de combustible necesaria para la inyección de gas de alta presión motor 100

35 El DFDE 400 pueden quemar tanto de petróleo pesado y gas natural, o puede utilizar selectivamente petróleo pesado y gas natural como combustible. Como el contenido de azufre es menor que en el caso en el que solo se usa petróleo pesado como combustible, el contenido de óxido de azufre es pequeño en los gases de escape.

40 En la presente realización, en el dispositivo de compresión 200 en el que los compresores 201 y los refrigeradores intermedios 202 se configuran en etapas múltiples, el tercer pasaje L3 puede ser ramificado desde el primer pasaje L1 en una posición en la cual el BOG se comprime a una presión necesaria para el DFDE 400.

45 Cuando una cantidad de BOG generada en el tanque de carga de LNG CT no exceda de una cantidad de combustible necesario para el motor ME-GI al igual que la condición de lastre o similares, esto puede ser suministrada a la DFDE 400 a través de una parte del dispositivo de compresión de etapas múltiples 200. Si se suministra al DFDE 400 a través de dos compresores de los cinco compresores 201 del dispositivo de compresión 200, los tres compresores restantes 201 se vuelven inactivos. Sin embargo, mientras que la potencia requerida por el dispositivo de compresión 200 para suministrar BOG al motor ME-GI es de aproximadamente 2 MW, la potencia necesaria para que una parte del dispositivo de compresión 200 se vuelva inactiva para suministrar BOG al DFDE 400 es aproximadamente 600 kW Cuando se suministra LNG al motor ME-GI después del bombeo y la vaporización, la potencia consumida en la bomba de alta presión 300 es de aproximadamente 100 kW. Por lo tanto, cuando una cantidad de BOG generada es menor que la cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100 al igual que la condición de lastre, es ventajoso suministrar BOG al DFDE 400 en términos de consumo de potencia. Sin embargo, si es necesario, incluso cuando una cantidad de BOG es menor que una cantidad de combustible para el motor de inyección de gas a alta presión 100, se puede suministrar LNG al motor de inyección de gas a alta presión 100 bombeando y vaporizando LNG por la fuerza tanto como una deficiencia cantidad, mientras se suministra BOG al motor de inyección de gas a alta presión 100.

50 Mientras tanto, ya que se genera una pequeña cantidad de BOG en la condición de lastre, el BOG puede ser acumulado y suministrado entonces de forma intermitente al DFDE 400.

55 En la condición de lastre, el motor de la embarcación (es decir, motor de inyección de gas a alta presión 100) se puede proporcionar simultáneamente con el BOG comprimido por el dispositivo de compresión 200 y el LNG comprimido por la bomba de alta presión 300 como combustible. Además, en el estado de lastre, el motor del recipiente (es decir, el motor de inyección de gas a alta presión 100) puede suministrarse alternativamente con el

BOG comprimido por el dispositivo de compresión 200 y el LNG comprimido por la bomba de alta presión 300 como combustible.

5 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método de suministro de combustible híbrido para un motor de una embarcación, en la que el BOG generado a partir de LNG almacenado en el tanque de carga de LNG CT del recipiente es comprimido y luego suministrado al motor de inyección de gas a alta presión 100 o el LNG se suministra al motor de inyección de gas a alta presión 100 después del bombeo y la vaporización a la fuerza. Por lo tanto, el BOG o el LNG se suministran selectivamente al motor de inyección de gas a alta presión, y el motor de inyección de gas a alta presión usa el gas a alta presión comprimido a una alta presión de 150 a 400 bares como combustible. Los equipos de compresión BOG y los equipos de bombeo y vaporización de LNG se suministran con un solo juego, respectivamente.

15 El dispositivo de compresión 200 puede estar provisto solo de un conjunto configurado en etapas múltiples incluye una pluralidad de compresores 201 y una pluralidad de refrigeradores intermedios 202.

20 Como se describió anteriormente, en el sistema de suministro de combustible híbrido para el motor de la embarcación según la presente realización, el primer pasaje L1 y el segundo pasaje L2 se proporcionan en la embarcación equipada con el motor de inyección de gas de alta presión 100. Cuando una cantidad de BOG generada en el tanque de carga de LNG CT satisface una cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100, se suministra BOG a través del primer pasaje L1. Cuando una cantidad de BOG generada es menor que la cantidad de combustible necesaria para el motor de inyección de gas a alta presión 100, se suministra LNG bombeado y vaporizado al motor de inyección de gas a alta presión 100, o se suplementa una cantidad deficiente de combustible con LNG vaporizado y bombeado mientras se suministra BOG.

25 Cuando se genera una gran cantidad de BOG en el tanque de carga de LNG CT de la embarcación, por ejemplo, en las condiciones de carga, el BOG se comprime y luego se suministra como el combustible del motor de inyección de gas a alta presión 100. Cuando se genera una pequeña cantidad de BOG, por ejemplo, en la condición de lastre, el sistema está configurado de manera que se puede suministrar LNG al motor de inyección de gas a alta presión 100. Por lo tanto, es posible suministrar combustible de manera estable al motor mientras se satisface la redundancia y utilizar efectivamente BOG mientras se reduce una cantidad de BOG desperdiciada por la combustión en la GCU 410.

35 Además, la redundancia se satisface mediante la configuración del primer pasaje L1 y el segundo pasaje L2, y el número de compresores se reduce mediante la configuración de solo un conjunto de dispositivos de compresión 200. Por lo tanto, es posible configurar un sistema compacto y reducir los costes de instalación y administración del sistema.

40 La figura 4 es un diagrama de configuración que ilustra un sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con un segundo modo de realización de la presente invención. El sistema de suministro de combustible híbrido según la presente invención se puede aplicar a un portador de LNG equipado con un motor ME-GI como motor de propulsión principal.

45 Con referencia a la figura 4, el sistema de suministro de combustible híbrido 1000 según la realización de la presente invención incluye una línea de suministro de combustible 1110 y una línea de BOG 1140. La línea de suministro de combustible 1110 está configurada para proporcionar un pasaje para transferir LNG desde un tanque de carga 1 a un motor principal 3. La línea BOG 1140 está configurada para proporcionar un pasaje para transferir el BOG generado desde el tanque de carga 1 al motor principal 3. Además, el sistema de suministro de combustible híbrido 1000 que utiliza el BOG de acuerdo con la realización de la presente invención suministra LNG al motor principal 3 como combustible a través de la línea de suministro de combustible 1110 por una bomba de LNG 1120 y un vaporizador de LNG 1130, suministra BOG al motor principal 3 como combustible a través de la línea de BOG 1140 después de comprimir el BOG mediante un compresor de BOG 1150, y suministra un exceso de BOG del compresor de BOG 1150 a un sistema integrado de generador de gas inerte/unidad de combustión de gas (IGG/GCU) 1200.

55 La línea de suministro de combustible 1110 proporciona un pasaje a través del cual el LNG suministrado desde el tanque de carga de LNG 1 por la conducción de una bomba de transferencia 2 se transfiere al motor principal 3 como combustible, y la bomba de LNG 1120 y el vaporizador de LNG 1130 son instalados allí.

60 La bomba de LNG 1120 se instala en la línea de suministro de combustible 1110 para proporcionar una fuerza de bombeo necesaria para transferir el LNG. Como ejemplo de la bomba de LNG 1120, se puede usar una bomba de LNG de alta presión (HP). Al igual que la presente realización, una pluralidad de bombas de LNG 1120 se puede instalar en paralelo.

65 El vaporizador de LNG 1130 está instalado en un extremo posterior de la bomba de LNG 1120 en la línea de suministro de combustible 1110 y se vaporiza LNG transferido por la bomba de LNG 1120. Como ejemplo, el LNG se vaporiza por intercambio de calor con un medio de calor que circula y se suministra a través de una línea de circulación de medio calefactor 1131. Como otro ejemplo, se puede usar una variedad de medios de calentamiento,

incluidos calentadores, para proporcionar un calor de vaporización de LNG. Además, el vaporizador de LNG 1130 puede usar un vaporizador de alta presión (HP) que puede usarse a alta presión para la vaporización de LNG. Mientras tanto, como un ejemplo del medio calefactor circulado y suministrado a través de la línea 1131 de circulación del medio térmico, se puede usar vapor generado a partir de una caldera o similar.

5 La línea de BOG 1140 proporciona un pasaje para la transferencia del BOG generado naturalmente desde el tanque de carga 1 al motor principal 3. Al igual que la presente realización, la línea de BOG 1140 está conectada a la línea de suministro de combustible 1110 para suministrar BOG al motor principal 3 como combustible. Alternativamente, la línea de BOG 1140 puede proporcionar un pasaje para el suministro directo del BOG al motor principal 3.

10 El compresor de BOG 1150 se instala en la línea de BOG 1140 para comprimir el BOG que pasa por la línea BOG 1140. Al igual que la presente realización, el único compresor de BOG 1150 puede instalarse en una porción ramificada de una línea sobrante de BOG 1160 en la línea BOG 1140, reduciendo así las cargas sobre los costes de instalación del costoso compresor de BOG 1150 y las cargas en el mantenimiento.

15 La línea de BOG excedente 1160 proporciona un pasaje para el suministro del BOG excedente desde el compresor de BOG 1150 a un sistema de IGG/GCU integrado 1200. La línea de BOG excedente 1160 puede suministrar el BOG excedente como combustible a un motor auxiliar, así como también al sistema integrado IGG/GCU 1200.

20 El sistema de IGG/GCU integrado 1200 es un sistema en el que se integran el IGG y la GCU.

Mientras tanto, la línea de BOG excedente 1160 y la línea de suministro de combustible 1110 pueden estar conectados entre sí por una línea de conexión 1170. Por lo tanto, debido a la línea de conexión 1170, se puede usar el BOG excedente como combustible del motor principal 3, o se puede usar LNG vaporizado como combustible del sistema integrado IGG/GCU 1200. Se puede instalar un calentador 1180 en la línea de conexión 1170 para calentar el BOG o el LNG vaporizado que pasa a su través, y se puede instalar una válvula reductora de presión (PRV) 1190 para reducir la presión excesiva ajustando la presión causada por el BOG o el LNG vaporizado. Mientras tanto, el calentador 1180 puede ser un calentador de gas que utiliza el calor de combustión del gas. Además, el calentador 1180 puede usar una variedad de medios de calentamiento, que incluyen una unidad de suministro/circulación de medio de calentamiento que proporciona una fuente de calor para el calentamiento mediante la circulación del medio de calor.

El funcionamiento del sistema de suministro de combustible híbrido según la presente invención se describirá a continuación.

35 Cuando una presión dentro del tanque de carga 1 es igual o mayor que una presión de ajuste, el BOG es comprimido por el accionamiento del compresor de BOG 1150 y se suministra entonces como combustible al motor principal 3. Por lo tanto, la presión dentro del tanque de carga 1 se puede ajustar. Además, cuando la presión dentro del tanque de carga 1 es menor que la presión establecida, el LNG se transfiere y vaporiza mediante la conducción de la bomba de LNG 1120 y el vaporizador de LNG 1130 y luego se suministra como combustible al motor principal 3. Por lo tanto, la presión dentro del tanque de carga 1 se puede ajustar.

Mientras tanto, el excedente de BOG desde el compresor de BOG 1150 se suministra al sistema de IGG/GCU integrado 1200 a través de la línea de BOG excedente 1160. El exceso de BOG se consume o se usa para generar gas inerte para el suministro al tanque de carga 1. Además, el exceso de BOG se puede usar como combustible del motor auxiliar o similar.

50 El sistema de IGG/GCU integrado 1200 suministrado con BOG puede consumir el BOG generado continuamente desde el tanque de carga 1 por la combustión de BOG dentro de un cuerpo principal (no ilustrado) y puede, si es necesario, generar gas de combustión como gas inerte para el suministro al tanque de carga 1.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de suministro de combustible híbrido para un motor (100, 3) de una embarcación, que comprende:

5 un dispositivo de compresión (200, 1150) configurado para comprimir el gas de ebullición (BOG) generado a partir del gas natural licuado (LNG) almacenado en un tanque de carga de LNG (CT, 1);
 una bomba de alta presión (300, 120) configurada para comprimir el LNG suministrado desde el tanque de carga de LNG (CT, 1);
 10 un vaporizador (310, 131) configurado para vaporizar el LNG comprimido por la bomba de alta presión (300, 1120); y
 un motor de doble combustible (DF) (400) al que se suministra el BOG comprimido a través del dispositivo de compresión (200, 1150) como combustible,
 donde el motor (100, 3) del recipiente usa gas a alta presión comprimido a 150 a 400 bar como combustible y es accionado por al menos uno de los BOG comprimidos en el dispositivo de compresión (200, 1150) y el LNG comprimido en la bomba de alta presión (300, 1120),
 15 **caracterizado por que** el sistema de suministro de combustible híbrido comprende un primer pasaje (L1) provisto del dispositivo de compresión (200, 1150) y un segundo pasaje (L2) provisto con la bomba de alta presión (300, 1120) y el vaporizador (310, 1130), el primer pasaje (L1) siendo configurado de modo que el BOG generado a partir del LNG almacenado en el tanque de carga de LNG (CT, 1) se comprime a 150 a 400 bar y luego se suministra al motor de la embarcación, y el segundo pasaje se configura de modo que el LNG almacenado en el tanque de carga de LNG (CT, 1) se bombea de 150 a 400 bar y se vaporiza y luego se suministra al motor de la embarcación,
 20 **por que** el sistema de suministro de combustible híbrido está configurado con la redundancia del primer pasaje (L1) y el segundo pasaje (L2), y
 25 **por que** el dispositivo de compresión (200, 1150) se proporciona con un solo conjunto.

2. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de compresión (200) es un compresor de etapas múltiples que incluye una pluralidad de compresores (201) y una pluralidad de refrigeradores intermedios (202).

3. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el motor de DF se suministra con el BOG comprimido a través de al menos una parte de la pluralidad de compresores (201) incluidos en el compresor de etapas múltiples (200).

35 4. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además una unidad de combustión de gas (GCU) configurada para quemar el BOG restante después del suministro como el combustible del motor (100, 3) de la embarcación y el motor de DF.

40 5. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además una bomba de combustible (320, 2) dispuesta en el tanque de carga de LNG (CT, 1) y configurada para suministrar el LNG almacenado en el tanque de carga de LNG (CT, 1) a la bomba de alta presión (300, 120).

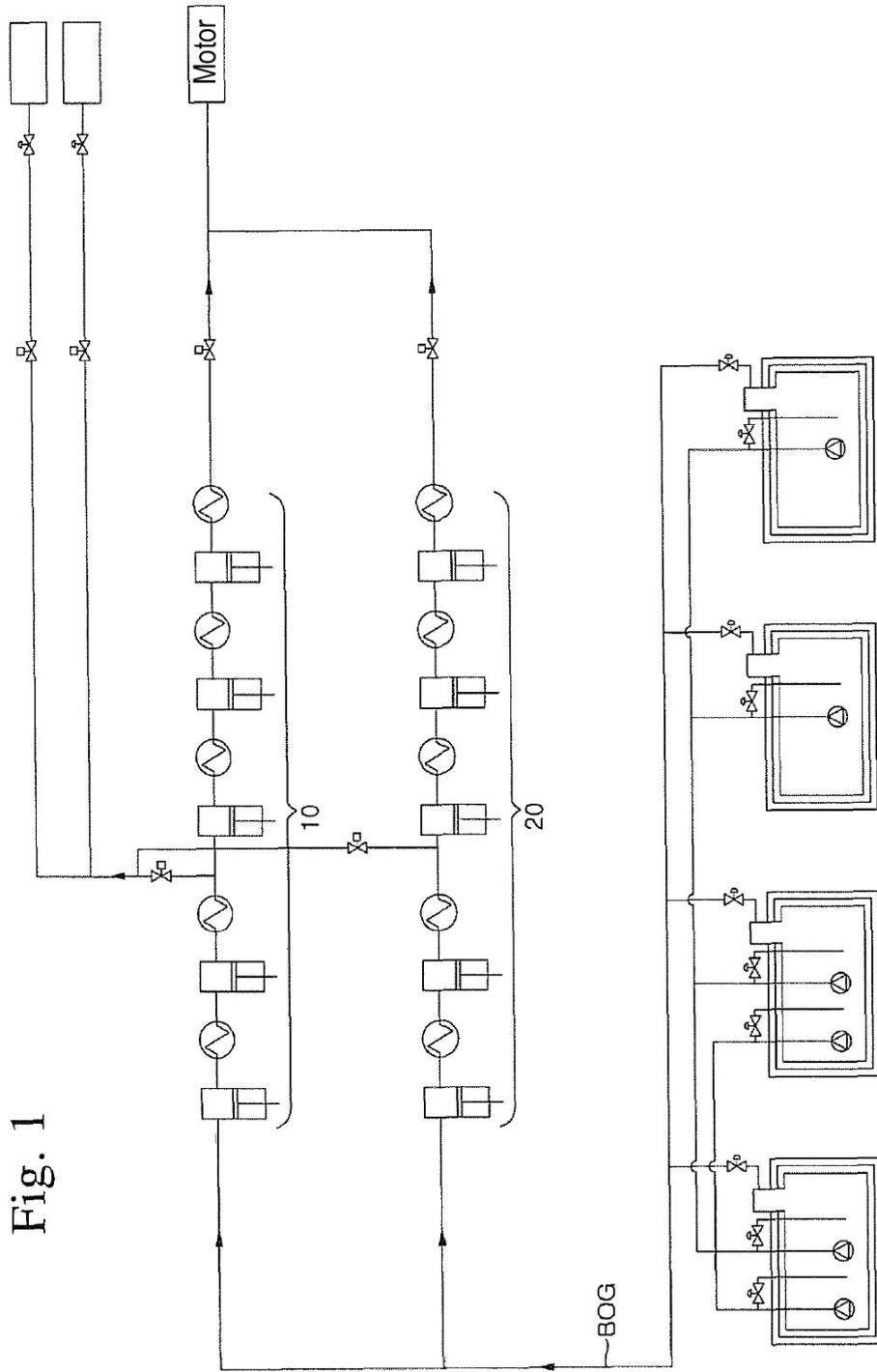
45 6. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que no se proporciona un sistema de relicuación que usa un ciclo de refrigerante separado para la relicuación del BOG.

50 7. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cuando el recipiente está en una condición cargada, el motor (100, 3) del recipiente se suministra con el BOG comprimido por el dispositivo de compresión (200, 1150) como combustible.

55 8. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que cuando el recipiente está en estado de lastre, el motor (100, 3) del recipiente se suministra con el LNG comprimido por la bomba de alta presión (300, 1120) como combustible.

60 9. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que cuando el recipiente está en estado de lastre, el motor (100, 3) del recipiente se suministra con al menos uno del BOG comprimido por el dispositivo de compresión (200, 1150) y el LNG comprimido por la bomba de alta presión (300, 1120) como combustible.

10. El sistema de suministro de combustible híbrido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el recipiente es un transportador de LNG que tiene una capacidad de 130.000 a 350.000 m³.



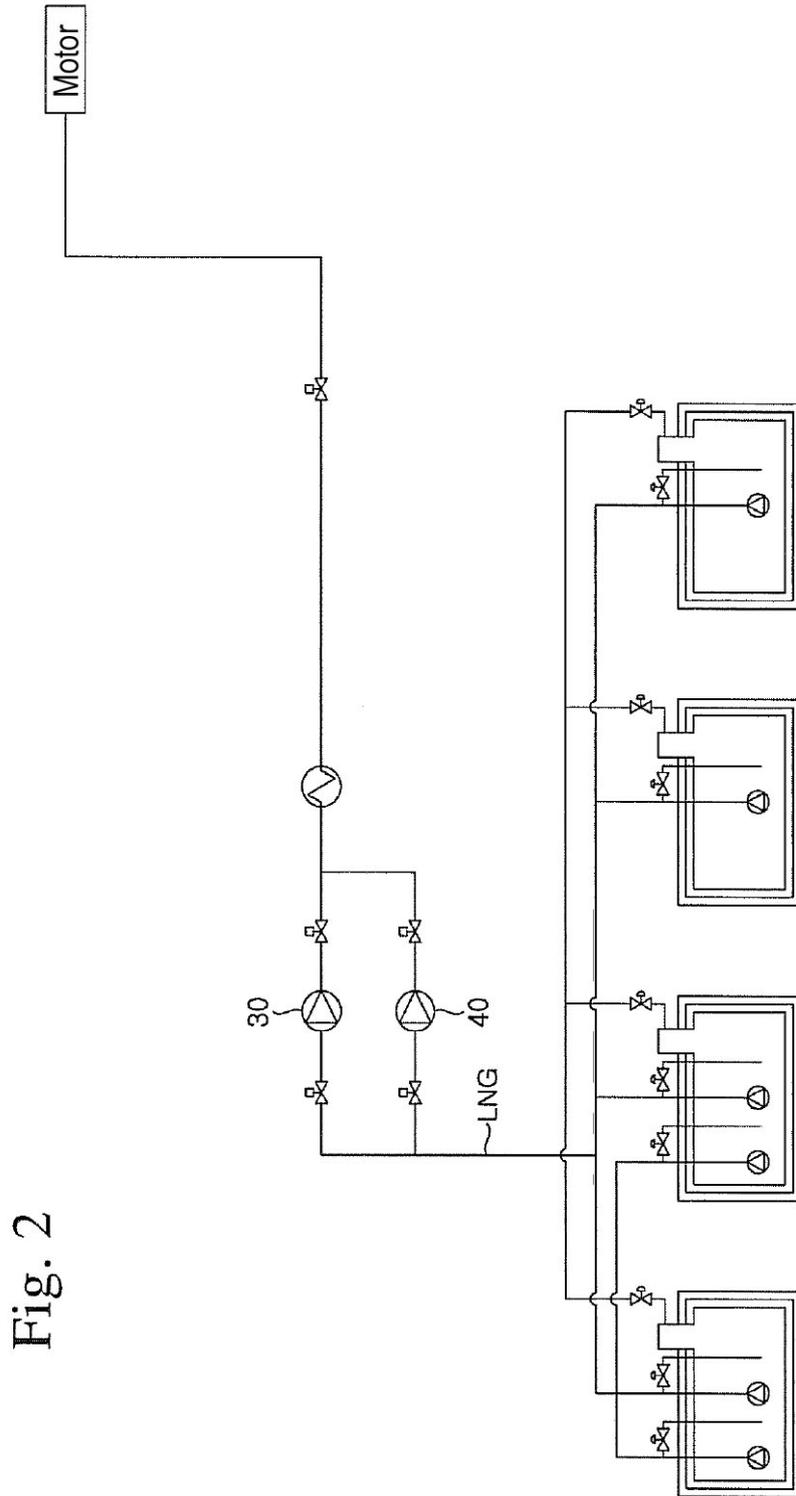


Fig. 2

Fig. 3

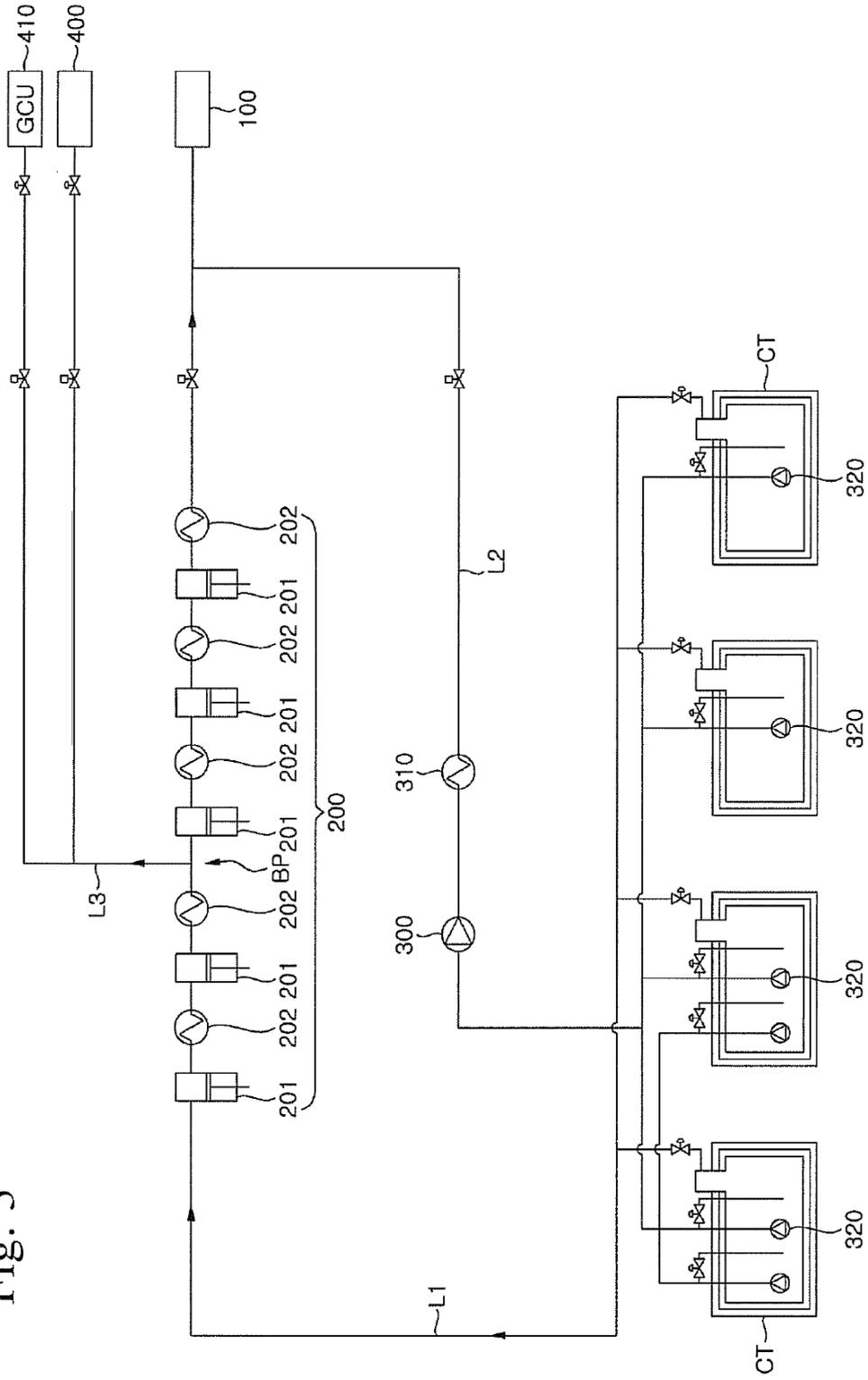


Fig. 4

