(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 709 657**

(51) Int. Cl.:

B63G 8/36 (2006.01)
B63G 8/10 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2007** **E 07017281 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018** **EP 1911672**

(54) Título: **Submarino con un equipo de captación de CO_2**

(30) Prioridad:

14.10.2006 DE 102006048716

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.04.2019

(73) Titular/es:

THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH (100.0%)
Werftstrasse 112-114
24143 KIEL, DE

(72) Inventor/es:

ANGENENDT, HARTMUT, DIPL.-ING.

(74) Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 709 657 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

Submarino con un equipo de captación de CO_2

La invención se refiere a un submarino con un equipo de captación de CO_2 para captar el CO_2 contenido en el aire en el interior del submarino.

En el caso de los submarinos es necesario, en estado sumergido, a partir del aire interior o respirable, captar el CO_2 contenido en él. El CO_2 se presenta especialmente en el aire espirado de la tripulación. Esta captación se efectúa, hoy en día, mayoritariamente mediante cal sodada o hidróxido de litio. La cal sodada tiene la desventaja de que se deben conducir grandes cantidades de cal sodada en el submarino para poder garantizar, también en el caso de misiones más largas, una captación de CO_2. Con las mismas propiedades de captación de CO_2, el hidróxido de litio ocupa un volumen más reducido que la cal sodada; no obstante, tiene la desventaja de que es considerablemente más caro. Además se conocen equipos de captación de CO_2 reversibles, con los cuales el CO_2 captado se puede volver a soltar mediante la entrada de energía térmica. La energía térmica necesaria se obtiene, en la mayoría de los casos, mediante la transformación de energía eléctrica que se debe facilitar en el estado sumergido del submarino. En el caso de submarinos no accionados con energía nuclear, este procedimiento es desventajoso de forma condicionada, ya que la energía eléctrica debe ser proporcionada o por baterías o por la instalación de accionamiento independiente del aire exterior, es decir, la instalación de celdas de combustible o similar, siempre que estén disponibles. Es decir, que en este caso, o es necesaria una capacidad de batería adicional para la regeneración del equipo de captación de CO_2, lo que requiere de disposiciones de baterías más grandes con la misma demanda de espacio correspondiente, o se necesitan reservas adicionales de combustible y oxígeno, lo que da como resultado el aumento de la capacidad de almacenamiento o tanque correspondiente.

El documento DE 198 30 470 C1 se dedica a un procedimiento para la absorción de dióxido de carbono producido metabólicamente. Como ámbitos de aplicación se mencionan espacios tripulados cerrados o parcialmente cerrados en los que la atmósfera presenta agentes contaminantes producidos metabólicamente, especialmente con dióxido de carbono producido continuamente mediante la respiración. Como aplicación de la captación de oxígeno en sistemas de soporte vital se mencionan, por ejemplo, naves espaciales, aviones o submarinos. Se prevé una resina de intercambio iónico para la captación de dióxido de carbono, resina que se expone al aire respirable, que contiene dióxido de carbono. El documento JP 63-252528 desvela un submarino de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

En cuanto a este estado de la técnica, el objetivo de la invención es facilitar un submarino con un equipo de captación de CO_2 regenerativo mejorado que haga posible una captación económica de CO_2 en el submarino y requiera, además, de un espacio reducido.

Este objetivo se consigue mediante un submarino con las características indicadas en la reivindicación 1. De las reivindicaciones secundarias se desprenden formas de realización preferidas.

En el caso del submarino de acuerdo con la invención, el equipo de captación de CO_2 regenerativo está configurado preferentemente de tal forma que el volumen de batería, el volumen de almacenamiento y/o el volumen de tanque para facilitar energía adicional es inferior al volumen para el aprovisionamiento de hidróxido de litio con la premisa de la misma potencia de absorción de los dos sistemas, y de tal forma que los costes de funcionamiento son inferiores a los de una instalación en la que se utiliza cal sodada. Tal instalación está optimizada, así, tanto en cuanto a la demanda de espacio como en cuanto a los costes de funcionamiento.

De acuerdo con la invención, está previsto un equipo de captación de CO_2 para captar el CO_2 contenido en el aire, especialmente el aire respirable, en el interior del submarino. Este equipo de captación de CO_2 presenta un agente de captación de CO_2, el cual se puede regenerar, es decir, se trata de un equipo de captación de CO_2 regenerativo. La regeneración del agente de captación de CO_2 se efectúa, a este respecto, mediante el suministro de vapor de agua, desprendiéndose mediante el vapor de agua el CO_2 del agente de captación de CO_2 y descargándose desde el equipo de captación de CO_2 y pudiendo derivarse entonces desde el submarino. Agentes de captación de CO_2 de este tipo están disponibles en el mercado. Este equipo de captación de CO_2 regenerativo tiene la ventaja de que se deben conducir cantidades considerablemente más pequeñas de agente de captación de CO_2 que las que serían necesarias, por ejemplo, en el caso de la cal sodada o el hidróxido de litio. La instalación está configurada de forma que, en cuanto ha llegado a una saturación determinada, el agente de captación de CO_2 se vuelve a regenerar y a continuación puede volver a absorber nuevamente CO_2. Es decir, el agente de captación de CO_2 se utiliza varias veces. Preferentemente, en el submarino está previsto más de un equipo de captación de CO_2, de forma que, durante la fase de regeneración de un equipo de captación de CO_2, puede estar en funcionamiento al menos un segundo equipo de captación de CO_2 para retirar CO_2 del aire respirable.

De acuerdo con la invención, la regeneración del agente de captación de CO_2 se efectúa mediante la entrada de vapor de agua. Para ello, en el submarino está previsto un generador de vapor, el cual genera el vapor de agua necesario y lo suministra al equipo de captación de CO_2, de forma que el vapor de agua puede limpiar el agente de captación de CO_2 atravesándolo. De acuerdo con la invención, a este respecto, el generador de vapor está

configurado de forma que en él el hidrógeno combustiona directamente con oxígeno para facilitar la energía térmica necesaria. Esta combustión se puede efectuar catalíticamente o en un quemador abierto. La combustión directa de hidrógeno y oxígeno tiene la ventaja de que se puede alcanzar un rendimiento muy alto, el cual es superior al que se consigue en el caso de un calentamiento mediante energía eléctrica, la cual está acumulada en baterías y fue generada previamente mediante un generador. Especialmente, la combustión directa de hidrógeno con oxígeno da como resultado, entonces, un beneficio del rendimiento cuando la demanda de energía del submarino sumergido es cubierta por una celda de combustible que transforma el hidrógeno y el oxígeno en energía eléctrica. En este caso, con la combustión directa, se evitan las pérdidas que se manifiestan, respecto a la generación de vapor mediante energía eléctrica, en el rendimiento de la celda de combustible. Preferentemente, el generador de vapor y el equipo de captación de CO_2 están configurados de tal forma que el vapor de agua formado con la combustión de hidrógeno con oxígeno se puede suministrar al equipo de captación de CO_2 para su regeneración. Esta disposición aprovecha otra ventaja de la combustión de hidrógeno y oxígeno, concretamente la ventaja de que con la combustión de hidrógeno y oxígeno se produce directamente vapor de agua, el cual es necesario para la regeneración del agente de captación de CO_2. Esto hace posible una estructura muy sencilla de la instalación y, además, un elevado rendimiento energético.

De forma especialmente preferente, el submarino está equipado con una instalación de celdas de combustible. El equipo de captación de CO_2 descrito con el generador de vapor descrito es especialmente adecuado para el empleo en un submarino de este tipo. En submarinos con instalaciones de celdas de combustible, los dos reactivos, oxígeno e hidrógeno, están disponibles de por sí para el funcionamiento de la celda de combustible, de forma que, en este caso, para el funcionamiento del generador de vapor no son necesarios componentes adicionales, sino solo una leve ampliación de los equipos para el almacenamiento de hidrógeno y oxígeno, ya que estos materiales están disponibles de por sí en el submarino. También es posible obtener el hidrógeno a partir de soportes energéticos fósiles mediante su reformación a bordo del submarino.

Más preferentemente, en el generador de vapor está previsto un equipo de evaporación, en el cual el agua se evapora mediante el calor generado por la combustión del hidrógeno y el oxígeno. Preferentemente, para ello está previsto un equipo humidificador, por medio del cual se suministran cantidades de agua determinadas y después se evaporan por el calor que se produce con la combustión. Este equipo de evaporación puede o facilitar todo el vapor de agua necesario para la regeneración del agente de captación de CO_2 o facilitar vapor de agua adicional al vapor de agua que se produce con la combustión del hidrógeno y el oxígeno.

El agente de captación de CO_2 es preferentemente una amina sólida. Aminas sólidas (solid amin) de este tipo para la absorción de CO_2 se conocen por el ámbito de la astronáutica. En el caso de estas aminas sólidas, las aminas están captadas en un sustrato sólido, por ejemplo, en un sustrato de copolímero. Para la captación de CO_2 se pueden utilizar distintas aminas, por ejemplo, del intervalo entre la monoetanolamina y la trietanolamina. La amina sólida presenta grandes propiedades de captación de CO_2, mediante las cuales, en el caso de un sumbarino sumergido, el contenido de CO_2 en el aire respirable puede reducirse hasta un valor nominal deseado. Además, la amiga sólida se puede regenerar mediante el suministro de vapor de agua, el cual suelta y descarga el CO_2 de la amina sólida.

El CO_2 que se desprende del agente de captación de CO_2 con ayuda del vapor de agua puede almacenarse de distintas maneras o evacuarse desde el submarino hacia fuera. Por ejemplo, el CO_2 puede densificarse y almacenarse en almacenes a presión y después, durante un trayecto sobre la superficie del agua, volver a descargarse hacia fuera. Además, también es posible derivar el CO_2 disuelto en agua en el agua marina del entorno.

Los materiales que pueden captar CO_2 son adecuados también para captar otros gases acidificantes. Para el equipo de captación de CO_2 generado vale, así, que en el lugar del CO_2 puedan entrar completa o parcialmente otros gases acidificantes. En una realización ventajosa, el agente de captación de CO_2 puede estar modificado por adiciones convenientes de forma que adicionalmente se puedan captar y evacuar agentes contaminantes predeterminados en forma de gas que no forman parte del grupo de los gases acidificantes.

A continuación se describe la invención a modo de ejemplo mediante los dibujos adjuntos. En estos, muestran:

La figura 1 y la figura 2, en un diagrama de bloques, la función principal de un equipo de captación de CO_2 de acuerdo con la invención.

La figura 3, un diagrama de bloques de un generador de vapor para un equipo de captación de CO_2 de acuerdo con la invención.

La figura 1 muestra el equipo de captación de CO_2 del submarino en una fase de funcionamiento y la figura 2 muestra el equipo de captación de CO_2 de un submarino en la fase de regeneración. El equipo de captación de CO_2 presenta un filtro 2, el cual contiene un agente de captación de CO2, por ejemplo, una amina sólida. En la fase de adsorción, mostrada en la figura 1, al filtro 2 se le suministra una corriente de aire cargado 4, la cual contienen una cantidad demasiado elevada de CO_2. El CO_2 es absorbido en el filtro 2 y captado en la amina sólida. Del filtro 2 sale entonces una corriente de aire limpio 6, la cual puede volver a suministrarse al sistema de ventilación del submarino

y, dado el caso, enriquecerse con oxígeno. En la corriente de aire limpio, el contenido de CO_2 ha descendido por debajo de un valor límite deseado.

La adsorción, como se ha explicado mediante la figura 1, se efectúa en tanto en cuanto se haya alcanzado un grado de saturación determinado del filtro 2. Entonces se produce una fase de regeneración o desorción, la cual está representada en la figura 2. En esta, es generado por un generador de vapor 8 vapor de agua 10, el cual es conducido al filtro 2 o a través del filtro 2. El vapor de agua disuelve el CO_2 captado en el filtro 2, de forma que en la fase de desorción sale del filtro una corriente de CO_2 12, la cual puede suministrarse, por ejemplo, a un sistema colector o similar y/o evacuarse del submarino.

Mediante la figura 3 se explica la estructura principal y el modo de funcionamiento principal del generador de vapor 8. Como se ha descrito anteriormente, la idea fundamental de la invención reside en facilitar la energía térmica, necesaria para generar el vapor de agua, mediante la combustión directa de hidrógeno y oxígeno. Para ello, el generador de vapor 8 presenta una cámara de combustión o un quemador 14 en el que el hidrógeno combustiona con el oxígeno. El vapor de agua 10 liberado con ello sale entonces del generador de vapor 8 y es suministrado al filtro 2 para regenerarlo.

Al quemador 14 se le suministra el hidrógeno desde un almacén de hidrógeno por medio de una conducción de hidrógeno 16 y una válvula de regulación de hidrógeno 18. El oxígeno es suministrado correspondientemente por medio de una conducción de oxígeno 20 desde un tanque de oxígeno y por medio de una válvula de regulación de oxígeno 22. A este respecto, antes del quemador 14 está conectado un equipo de seguridad 24, mediante el cual se suministran al quemador 14 el oxígeno y el hidrógeno.

Además, conectado después del quemador 14, está dispuesto un equipo de humidificación 26, por medio del cual puede evaporarse agua adicional mediante el calor generado por el quemador 14 y suministrarse a la corriente de vapor de agua 10. Al equipo de humidificación 26 se le suministra agua por medio de una bomba 28 dispuesta de forma opcional. A este respecto, la bomba 28 está conectada por medio de una válvula de agua 30 con una conducción de agua 32 para la entrada de agua. El equipo de humidificación 26 con los componentes correspondientes está previsto de forma opcional.

Todo el proceso de generación de vapor es controlado o regulado por un equipo de control 34. Para ello, el equipo de control 34 está conectado por medio de una línea de sensor 36 con un sensor 38, el cual está situado en la corriente de vapor de agua 10 y por medio del cual se registran la cantidad de vapor y/o la temperatura. Además, el equipo de control 34 está conectado por medio de líneas de control 40 con las válvulas 18, 22, 30, así como con la bomba 28, para controlar o regular por medio de estas la entrada de agua, de oxígeno y/o de hidrógeno. Además, el equipo de control 34 está conectado con un equipo de encendido 42 para encender el quemador.

Por medio del equipo de control 34 se inicia el proceso de regeneración y la generación de vapor. Para ello se abren las válvulas de vapor de agua y de oxígeno 18 y 22 y se suministran cantidades necesarias de hidrógeno y oxígeno al quemador 14, el cual se enciende por medio del equipo de encendido 42. Dependiendo de las señales del sensor 38, el proceso de generación de vapor de agua se regula mediante el accionamiento de las válvulas. El equipo de seguridad 24 garantiza que al extinguirse el quemador 14 se interrumpe la entrada de hidrógeno y oxígeno. El equipo de control 34 puede estar conectado por medio de interfaces adecuadas con otras instalaciones de control, regulación o automatización del submarino para, por ejemplo, poder iniciar el proceso de regeneración del equipo de captación de CO_2 en el momento deseado.

Referencias

2 - Filtro

4 - Corriente de aire cargado

6 - Corriente de aire limpio

8 - Generador de vapor

10 - Vapor de agua

12 - Corriente de CO_2

14 - Quemador

16 - Conducción de hidrógeno

18 - Válvula de regulación de hidrógeno

20 - Conducción de oxígeno

22 - Válvula de regulación de oxígeno

24 - Equipo de seguridad

26 - Equipo de humidificación

28 - Bomba

30 - Válvula de agua

32 - Conducción de agua

34 - Equipo de control

36 - Línea de sensor

38 - Sensor

40 - Líneas de control

42 - Equipo de encendido

REIVINDICACIONES

1. Submarino con un equipo de captación de CO_2 (2) para captar el CO_2 contenido en el aire en el interior del submarino, presentando el equipo de captación de CO_2 un agente de captación de CO_2, que se puede regenerar mediante vapor de agua, y
presenta un generador de vapor (8) para generar el vapor de agua, **caracterizado por que** el generador de vapor está configurado para la combustión de hidrógeno con oxígeno.

2. Submarino de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el generador de vapor (8) y el equipo de captación de CO_2 están configurados de tal forma que el vapor de agua formado en la combustión de hidrógeno con oxígeno se puede suministrar al equipo de captación de CO_2 para su regeneración.

3. Submarino de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, el cual está equipado con una instalación de celda de combustible.

4. Submarino de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el cual, en el generador de vapor (8) hay previsto un equipo de evaporación (26), en el cual se evapora agua mediante el calor generado por la combustión de hidrógeno y oxígeno.

5. Submarino de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el cual el agente de captación de CO_2 es una amina sólida.

6. Submarino de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual el agente de captación está facilitado de forma que, además de CO_2, se capten del aire ambiente otros agentes contaminantes en forma de gas.

Fig. 1

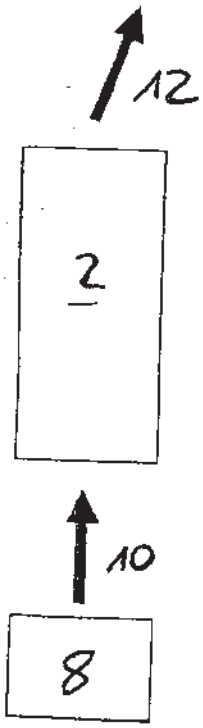

Fig. 2

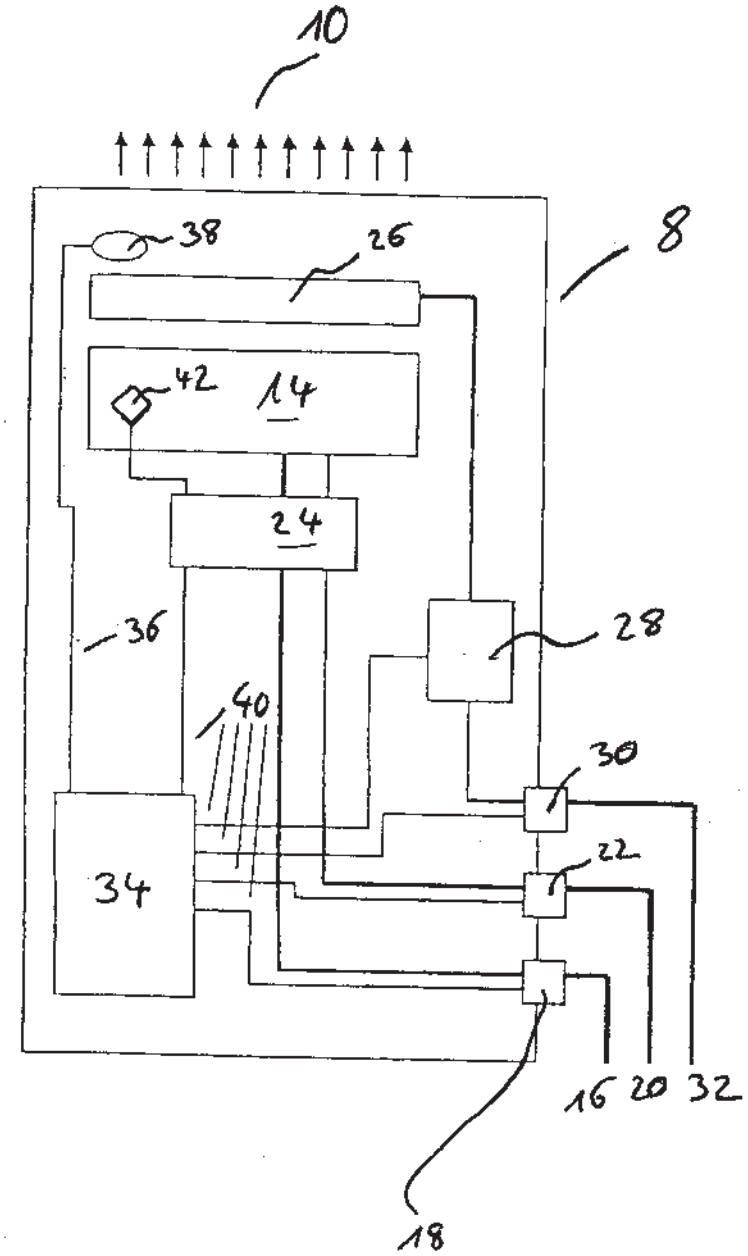

Fig. 3