

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 576 288**

51 Int. Cl.:

**G21C 9/012** (2006.01)

**G21C 15/18** (2006.01)

**G21D 3/04** (2006.01)

**G21D 1/02** (2006.01)

**G21C 15/243** (2006.01)

**G21C 15/26** (2006.01)

**G21C 19/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2012 E 12006588 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.03.2016 EP 2575141**

54 Título: **Sistema de refrigeración de cámara de condensación**

30 Prioridad:

**28.09.2011 DE 102011115177**

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

**06.07.2016**

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC GERMANY GMBH  
(100.0%)**

**Dudenstrasse 44  
68167 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**FREIS, DANIEL;  
SASSEN, FELIX y  
TIETSCH, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

**ES 2 576 288 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 refrigeración de cámara de condensación

5 (0001) La invención hace referencia a una cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación, que comprende una cámara de condensación para un reactor de agua hirviente y, al menos, un intercambiador de calor dispuesto en la cámara de condensación.

10 (0002) Es conocido, en general, el uso de reactores de agua ordinaria para la generación de corriente. En este caso, genera calor el material combustible nuclear, por ejemplo, en forma de unas varillas combustibles de uranio, en un núcleo de reactor en un proceso de disociación o de desintegración nuclear. En cualquier caso, mediante una evacuación del calor fuera del núcleo del reactor se consigue que éste se mantenga dentro del ámbito de temperatura no crítico. En los reactores de agua ordinaria (reactores de agua a presión y reactores de agua hirviente) el núcleo del reactor está dispuesto dentro de un depósito de presión o de seguridad. Este forma en reactores de  
15 agua a presión con un generador de vapor y las conducciones de alimentación o evacuación un sistema cerrado para la circulación de agentes refrigerantes, el verdadero sistema de refrigeración del núcleo del reactor. Para la evacuación del calor transmitido mediante el contacto del agente refrigerante con los elementos combustibles, en un reactor de agua a presión en un funcionamiento normal, sirven el generador de vapor y la turbina de vapor secundaria con su condensador. En reactores de agua hirviente se suprimen los generadores de vapor, es decir, el  
20 vapor del reactor se usa directamente para el accionamiento de la turbina de vapor de agua, desprendiéndose así el calor del agente refrigerante. Una potencia del reactor típica asciende, por ejemplo, a 1,4 GW.

25 (0003) Pero también cuando a un reactor de agua ordinaria se le reduce la potencia totalmente, por ejemplo, para finalidades de mantenimiento, el mismo genera durante un largo periodo de tiempo un resto de calor, el calor de desintegración. Si éste no se evacua de forma segura, puede producirse un aumento de la temperatura no permitido del núcleo del reactor con posibles daños de los elementos combustibles hasta llegar a la fusión del núcleo.

(0004) Si en un reactor de agua hirviente se cubre el núcleo del reactor de agua, puede considerarse que hay suficiente refrigeración. En reactores de agua hirviente el calor de desintegración que se origina después de un  
30 apagado es evacuada mediante la ebullición del agua que rodea a los elementos de combustión. Mediante la evaporación del agua se consigue un efecto de refrigeración de los elementos de combustión correspondiente a la energía de evaporación respectiva. El vapor que así se origina es vaciado a través de válvulas de seguridad en un interceptor hidráulico fuera del depósito de presión o del depósito de seguridad en una denominada cámara de condensación y allí es condensada. El inventario de agua del depósito de presión perdido en la cámara de  
35 condensación mediante el vaciado, normalmente, se traslada mediante sistemas de inyección de la cámara de condensación de vuelta al depósito de presión.

(0005) Al condensarse, es decir, en el traspaso del vapor en forma de gas a su estado líquido, se produce un suministro de energía que produce un calentamiento del agua que se encuentra en la cámara de condensación. Por  
40 ello, según el estado de la técnica, están previstos sistemas de refrigeración de emergencia o secundarios, mediante los cuales mediante intercambiadores de calor y circulación de calor se produce una refrigeración de la cámara de condensación, o bien, del interceptor hidráulico que se encuentra en la misma, y una transmisión del calor a un disipador térmico externo, por ejemplo, una torre de refrigeración.

45 (0006) El documento de patente EP 0476 563 A2 manifiesta un núcleo de reactor con un depósito de presión del reactor y un sistema de refrigeración.

(0007) El documento de patente DE 44 16 140 A1 manifiesta una instalación de reactor nuclear con un confinamiento, que rodea a un depósito de presión del reactor y que forma dentro una cuba de secado que  
50 normalmente contiene un gas no condensable, como por ejemplo, nitrógeno. En el depósito de presión hay dispuesto un núcleo de reactor que está sumergido en el agua y que calienta el agua para producir vapor, que sea desprendido por el depósito de presión.

(0008) El documento de patente US 6 285 727 B1 manifiesta una instalación de reactor nuclear con un reactor de  
55 agua ordinaria y un confinamiento que tiene un espacio superior y un espacio inferior, estando separado el espacio inferior del espacio superior mediante un elemento de separación y que está determinado para recoger un agente refrigerador y al reactor de agua ordinaria pertenece un recipiente de reactor que aloja un núcleo de reactor y que está dispuesto en el espacio superior.

60 (0009) Ha demostrado ser desventajoso que este tipo de sistemas de refrigeración para la evacuación del calor de condensación registrado en la cámara de condensación son de naturaleza activa, es decir, son componentes activos, como por ejemplo, bombas de circulación para los cuales, el medio de refrigeración requiere agua. A pesar de las medidas de seguridad más altas y del diseño redundante de los respectivos sistemas de refrigeración no puede excluirse totalmente que no esté disponible un circuito de refrigeración activo después de la avería, por  
65 ejemplo, de su bomba de circulación en un caso de avería.

(0010) Partiendo de este estado de la técnica, es objetivo de la invención proponer un sistema de refrigeración de cámara de condensación que evita, en la medida de lo posible, los componentes activos, y especialmente, las

bombas de circulación.

(0011) Este objetivo se cumple mediante un sistema de refrigeración de cámara de condensación del tipo indicado al inicio. El mismo está caracterizado por que en la cámara de condensación está previsto un módulo de refrigeración alargado, con un espacio de evaporación que se encuentra en su zona superior, estando dispuesto el módulo de refrigeración de tal modo en la cámara de condensación, que el espacio de evaporización se encuentra por encima de un nivel de estado de llenado máximo de un interceptor hidráulico en la cámara de condensación. Además, el sistema de refrigeración de cámara de condensación conforme a la invención comprende, al menos, un tubo ascendente o un tubo descendente, que con sus respectivos extremos superiores finalizan en el espacio de evaporación y con sus respectivos extremos inferiores finalizan en la cámara de condensación por debajo de un nivel de estado de llenado mínimo del interceptor hidráulico, estando previsto un primer conducto de presión desde el espacio de evaporación hasta el intercambiador de calor, y desde allí está formado un segundo conducto de presión que finaliza en la cámara de condensación, preferiblemente, por debajo del nivel de estado de llenado mínimo, de manera que se forma un circuito de refrigeración pasivo cerrado mediante la cámara de condensación, los conductos de presión, el módulo de refrigeración y el intercambiador de calor.

(0012) La idea principal de la invención consiste en proporcionar un sistema de refrigeración de cámara de condensación con un circuito natural del agente de refrigeración, o bien, del agua, de tal modo que se evite una bomba de circulación activa, y con ello, se reduzca la probabilidad de avería del sistema de refrigeración.

(0013) En el caso de una avería de los sistemas activos de evacuación de la generación del calor, en el caso de que sea requerido, se calienta el agua de la cámara de condensación, o bien, el interceptor hidráulico, y la presión dentro del depósito de presión o del depósito de seguridad se eleva. Con ello, se eleva también la presión dentro de la cámara de condensación unida al mismo. La fase líquida del agua en la cámara de condensación y la fase en forma de gas que se encuentra por encima, se encuentran después de cierto tiempo en equilibrio de saturación, es decir, que el agua de la cámara de condensación presenta una temperatura de saturación que se corresponde con la presión interior del depósito de seguridad.

(0014) El tubo ascendente-descendente se encuentra preferiblemente en una disposición vertical completamente dentro de la cámara de condensación y sobresale con su extremo inferior en el agua de la cámara de condensación líquida. El agua líquida dentro del tubo ascendente-descendente se calienta igualmente a la temperatura dentro de la cámara de condensación, que por ejemplo, puede estar conformada como un anillo similar a un toro, alrededor de la zona inferior del depósito de seguridad. El nivel del agua dentro del tubo ascendente-descendente, sin embargo, es geodésicamente más alto que el nivel de agua o el nivel del estado de llenado de la cámara de condensación.

(0015) A causa de las diferencias de alturas geodésicas del nivel del agua en la cámara de condensación y del nivel de agua en el tubo ascendente-descendente, o bien, en el espacio de evaporación, en el cual los tubos finalizan con sus respectivos extremos superiores, la presión estática en el espacio de evaporación es correspondientemente menor al haber una diferencia de altura de, por ejemplo, 2m. En el caso de que el agua de la cámara de condensación se encuentre, como se mencionó previamente, en la temperatura de saturación, el agua hierve en el espacio de evaporación que se encuentra por encima del nivel del agua de la cámara de condensación, o bien, en las secciones del tubo correspondientes a causa de la presión estática menor que domina allí.

(0016) El proceso de ebullición produce una refrigeración del agua que se encuentra en el espacio de evaporación, por un lado, y una producción de vapor, por otro lado. El tubo ascendente-descendente está conformado de tal modo que el agua se lleva a una temperatura de saturación sobre el tubo ascendente en el espacio de evaporación y allí se enfría mediante el proceso de ebullición formándose vapor. El agua refrigerada, que entonces presenta una densidad correspondientemente mayor que el agua a temperatura de ebullición, entonces se añade de nuevo a través del tubo descendente al interceptor hidráulico dentro de la cámara de condensación. Mediante esta diferencia de densidades se hace posible una circulación natural del agua a través del módulo de refrigeración, el cual de un modo ventajoso no requiere de ningún modo una bomba de circulación activa o similar.

(0017) Para evitar una mezcla directa del agua que entra en el tubo ascendente y del agua refrigerada que sale del tubo descendente, sus aberturas inferiores respectivas están preferiblemente dispuestas de modo desplazado entre sí.

(0018) El vapor que se produce en el espacio de evaporación es conducido desde allí a través del primer conducto de presión, un conducto de vapor, preferiblemente, a un intercambiador de calor que comprende un condensador, donde el vapor mediante condensación desprende calor al intercambiador de calor. Éste evacua el calor entonces directa o indirectamente a un disipador térmico externo, por ejemplo, a una torre de refrigeración. De este modo, el intercambiador de calor puede disponer también de una reserva de agua, que recoge el calor de la condensación y que lo deriva mediante otra circulación del agua. El condensado que se origina durante la condensación se conduce a través del segundo conducto de presión, un conducto del condensado, desde el condensador de vuelta a la cámara de condensación. En el caso ideal, el intercambiador de calor está dispuesto a una altura geodésica por encima de la cámara de condensación de tal modo que el condensado fluye de vuelta a la cámara de condensación a través del conducto del condensado conformado, preferiblemente, con un gradiente constante, solamente

dependiente de la gravedad. De este modo, de modo ventajoso, no es necesario tampoco para este circuito del agente refrigerante ningún elemento de bomba activo.

5 (0019) De este modo, también con temperaturas del agua comparativamente bajas, por ejemplo, 120°C o 140°C, pueden realizarse corrientes térmicas altas, pues el medio a ser refrigerado, es decir, el agua que se encuentra en la cámara de condensación, es usada directamente también como agente refrigerante para el circuito de refrigeración. Con ello, se suprimen, de modo ventajoso, un proceso de intercambio de calor entre el agente refrigerante y el medio a ser refrigerado, que si no sería necesario, y el intercambiador de calor necesario para ello.

10 (0020) Según una configuración preferida del sistema de refrigeración de cámara de condensación, el tubo descendente está insertado en el tubo ascendente, de modo que se forma un tubo ascendente exterior y un tubo descendente interior que se prolonga en el interior. Esto ha demostrado ser especialmente favorable desde el punto de vista de la técnica de fabricación y posibilita además una alta estabilidad mecánica del módulo refrigerante conforme a la invención.

15 (0021) Conforme a otra configuración del sistema de refrigeración de cámara de condensación conforme a la invención, su intercambiador de calor comprende un condensador de vapor.

20 (0022) Éste hace posible, como se mencionó previamente, un intercambio de calor muy efectivo, a causa del calor de condensación desprendido.

25 (0023) Según otra variante de configuración del sistema de refrigeración de cámara de condensación, un conducto de vaciado desemboca por debajo del nivel de estado de llenado mínimo en la cámara de condensación. Este conducto está previsto para introducir vapor desprendido en el interceptor hidráulico de la cámara de condensación, desde un reactor de agua hirviente correspondiente, a través de una válvula de vaciado. Mediante esto, el agua de la cámara de condensación se calienta correspondientemente. Preferiblemente, este conducto está ramificado en su extremo, para así posibilitar una penetración mejorada del agua con el vapor. Mediante esto, la condensación del vapor, y con ello, también la efectividad del sistema de refrigeración de cámara de condensación.

30 (0024) Según una variante preferible del sistema de refrigeración de cámara de condensación, conforme a la invención, está prevista una bomba de vacío que actúa en el circuito de refrigeración. Durante el servicio normal de la instalación, el sistema de refrigeración de cámara de condensación que funciona pasivamente, es evacuado. Mediante ello se garantiza que se encuentre exclusivamente agua líquida o en forma de gas dentro del sistema del tubo, o bien, en el circuito de refrigeración. Durante el requerimiento en el caso de apagado, la bomba de vacío permanece en funcionamiento, para evitar una acumulación de gases no condensables.

35 (0025) Según una configuración especialmente preferible del sistema de refrigeración de cámara de condensación, al menos un intercambiador de calor está dispuesto geodésicamente por encima de la cámara de condensación. Esto posibilita, en una conducción del condensado que se produce siempre descendientemente, una recirculación accionada puramente por gravedad del condensado hacia la cámara de condensación, de modo que no es necesario ningún medio de bomba.

40 (0026) Preferiblemente, el nivel de estado de llenado mínimo de la cámara de condensación se corresponde, al menos aproximadamente, a su nivel de estado de llenado máximo. Las propiedades de refrigeración del sistema de refrigeración de cámara de condensación se mantienen constantes mediante ello. Un nivel del estado de llenado semejante, aproximadamente igual, se consigue mediante la correspondiente recirculación controlada del agua de la cámara de condensación en el reactor.

45 (0027) Una variante especialmente preferible del sistema de refrigeración de cámara de condensación conforme a la invención está caracterizado por que está previsto, al menos, un circuito de refrigeración activo adicional para la evacuación del calor de escape de la cámara de condensación. Con ello, se consigue un sistema de refrigeración total para la cámara de condensación, que es diversa, es decir, que se basa en distintos sistemas de refrigeración que funcionan. La avería simultánea de los diversos sistemas de refrigeración es más improbable que la avería simultánea de sistemas de refrigeración que funcionan de igual modo. Con ello, de modo ventajoso, aumenta la seguridad de semejante sistema de refrigeración total. En el caso ideal, al menos, el sistema de refrigeración activo está diseñado además de forma redundante, es decir, a partir de varios sistemas individuales que funcionan, dado el caso, del mismo modo y paralelamente, cuya potencia de refrigeración resumida está por debajo de la potencia de refrigeración máxima esperada, de modo que a pesar de una eventual avería de un sistema está garantizada una refrigeración segura. El uso adicional de un sistema pasivo descrito previamente aumenta la seguridad del funcionamiento, siendo su probabilidad de avería individual especialmente baja, a causa del principio pasivo.

50 (0028) Conforme a la invención, según una variante de configuración, está previsto un sistema de bombas para la recirculación del agua que se encuentra en la cámara de condensación en el reactor de agua hirviente correspondiente. Como se describió previamente, éste es necesario para el mantenimiento de las existencias de agua del reactor de agua hirviente y también puede estar previsto como parte del sistema de refrigeración conforme a la invención.

(0029) El intercambiador de calor, conforme a la invención, está previsto para evacuar el calor de escape al ambiente. Dado el caso, esto puede llevarse a cabo mediante la intercalación de otros circuitos de refrigeración e intercambiadores de calor, representando una torre de refrigeración un disipador térmico preferible para la salida de calor final al ambiente.

5 (0030) Otras posibilidades de configuración ventajosas resultan de las otras reivindicaciones dependientes.

(0031) En base a los ejemplos de ejecución representados en los dibujos, la invención, otras formas de ejecución y otras ventajas son descritas en detalle.

10 (0032) Se muestran:

Fig. 1 un ejemplo de un primer módulo de refrigeración y

15 Fig. 2 un ejemplo de un reactor de agua hirviente con un sistema de refrigeración de cámara de condensación.

(0033) La Fig. 1 muestra un primer ejemplo de un módulo de refrigeración (10) en una vista en corte. En la zona superior del módulo de refrigeración (10) dirigido verticalmente, en su espacio interior hay previsto un espacio de evaporación (12). En este desemboca desde abajo un tubo ascendente (18) y un tubo ascendente (20) dispuesto insertado en aquél. En este ejemplo, el tubo ascendente-descendente está indicado como rotatorio-simétrico alrededor de un eje de rotación (28), sin embargo, también son posibles muchas otras formas de cortes transversales, por ejemplo, rectangulares o también variantes que no están insertadas unas en otras. En la zona superior del espacio de evaporación (12) hay dispuesto un conector (22) para un primer conducto de presión, o bien, un conducto de vapor, que conduce a un condensador que no se muestra. El módulo de refrigeración sobresale por su zona inferior en el agua de un condensador no mostrado, cuyo nivel de estado de llenado máximo está indicado con la línea punteada con la cifra de referencia (14) y su nivel de estado de llenado mínimo está indicado con la línea punteada con la cifra de referencia (16). De este modo se garantiza que siempre fluya agua de la cámara de condensación dentro del tubo ascendente, como se indica con la flecha con la cifra de referencia (24).

20 (0034) El nivel del estado de agua del agua que se encuentra en el espacio de evaporación es geodésicamente más alto que el nivel del estado de llenado máximo o mínimo en la cámara de condensación, cuando está dispuesto dentro de la misma el módulo de refrigeración (10). Además, hay que considerar que el agua de la cámara de condensación presenta una temperatura de saturación, es decir, que la fase líquida del agua y la fase del agua en forma de gas, que se encuentra encima, están en equilibrio de saturación y que el módulo de refrigeración (10) igualmente ha adquirido esta temperatura. A causa de la disposición geodésica mayor del espacio de evaporación (12) hierve el agua en su interior bajo las condiciones de compatibilidad mencionadas.

30 (0035) Esto tiene por un lado el efecto de que el agua hirviente se enfría, es decir, desprende calor. Mediante el enfriamiento del agua aumenta su densidad y desciende a través del tubo descendente (20) por debajo del nivel del estado de llenado mínimo, como se indica con la flecha (26), es decir, se ocasiona una circulación natural del agua. Con ello, se consigue un enfriamiento muy efectivo del agua de la cámara de condensación, porque ésta se usa directamente como medio de refrigeración, el cual produce mediante el proceso de ebullición un calor de un modo muy efectivo.

40 (0036) Mediante el proceso de ebullición se produce también, por otro lado, vapor, que entonces se conduce a través del conector (22) en la zona superior del espacio de evaporación a un condensador no mostrado, donde mediante la condensación se desprende calor de un modo igualmente efectivo.

50 (0037) Un material adecuado para un módulo de refrigeración conforme a la invención es, por ejemplo, el acero fino, presentando un módulo de refrigeración – según la configuración – por ejemplo, una altura de, por ejemplo, 1 m hasta 2m. Esta diferencia de altura es suficiente para generar una ebullición en el espacio de evaporación (12) bajo condiciones de temperatura de saturación.

55 (0038) En la Fig. 2 se muestra un ejemplo de reactor de agua hirviente con un sistema de refrigeración de cámara de condensación en una vista esquemática (40). Un reactor de agua hirviente (46) está dispuesto dentro de un depósito de seguridad, o bien, en un depósito de presión (60), que por ejemplo, presenta una altura de 10m. En la zona inferior del depósito de presión (60) hay dispuesto en forma de toro un eje de rotación (44) alrededor del mismo y está prevista una cámara de condensación (42) similar a un anillo, que está unida mediante correspondientes uniones de tubo resistentes a la presión con el depósito de presión (60). La cámara de condensación está llena hasta un nivel del estado de llenado (52) con agua de la cámara de condensación.

60 (0039) Desde el reactor de agua hirviente (46) conduce un conducto de vaciado (62) que se puede cerrar mediante una válvula de vaciado (76) en la cámara de condensación (42) y desemboca allí por debajo del nivel del estado de llenado (52) en un dispositivo de distribución (64). Esto último garantiza una penetración especialmente buena del agua de la cámara de condensación del vapor que fluye a través del conducto de vaciado (62). El vapor, entonces, se introduce desde el reactor de agua hirviente (46) en el conducto de vaciado (62), cuando este se ha ocasionado

durante la refrigeración del reactor y con el mismo una alta presión. Este vapor conduce en la condensación en la cámara de condensación a un calentamiento del agua de la cámara de condensación que se encuentra en el interior.

5 (0040) Verticalmente dentro de la cámara de condensación (42) y sobresaliendo del agua de la cámara de condensación hay dispuesto un módulo de refrigeración (54). Éste presenta una cámara de evaporación y un tubo ascendente-descendente, y el agua sube a través del tubo ascendente a la cámara de evaporación, allí desprendiendo el vapor entra en ebullición, mediante ello se enfría y a través del tubo descendente vuelve a caer hacia abajo. De este modo, se ocasiona un enfriamiento del agua de la cámara de condensación. Se conforma otro  
10 circuito de refrigeración natural.

(0041) El vapor que se produce con ello se conduce desde la cámara de evaporación a través de un primer conducto de presión (56) a un intercambiador de calor (48), que presenta especialmente un condensador (50). Aquí, el vapor, desprendiendo calor se transforma en el estado del agua líquido, y se conduce desde el condensador (50)  
15 mediante un segundo conducto de presión (42) que siempre es descendente, de nuevo de vuelta en la cámara de condensación (42), y esto ocurre exclusivamente condicionado por la gravedad. El intercambiador de calor (48), a su vez, está unido mediante correspondientes conductores de entrada y de salida directa o indirectamente con un disipador térmico para l desprender calor en el ambiente, por ejemplo, una torre de refrigeración.

20 (0042) Una bomba de vacío (72) que actúa en un circuito de refrigeración con un conducto de recirculación (74) está previsto para evacuar el sistema de refrigeración de cámara de condensación que funciona pasivamente, durante el funcionamiento normal de la instalación. Mediante ello se garantiza que exclusivamente agua líquida o en forma de gas se encuentre dentro del sistema de tubos, o bien, del circuito de refrigeración. Durante el requerimiento, la bomba de vacío (72) se mantiene en funcionamiento, para evitar una acumulación de gases no condensables.  
25

(0043) Mediante una bomba de inyección (68) y un conducto de recirculación del agua (70) puede conducirse el agua de la cámara de condensación de vuelta al reactor de agua hirviente (46), de modo que sus existencias de agua se mantienen a pesar de desprender el vapor en la cámara de condensación (42).

30 Lista de signos de referencias

(0044)

10	ejemplo del primer módulo de refrigeración
35	espacio de evaporación
14	nivel del estado de llenado máximo
16	nivel del estado de llenado mínimo
18	tubo ascendente
20	tubo descendente
40	conexión para el primer conducto de presión
24	agua ascendente
26	agua enfriada descendente
28	eje de rotación módulo de refrigeración
40	ejemplo de un reactor de agua hirviente con un sistema de refrigeración de cámara de condensación
45	42 cámara de condensación
44	eje de rotación de la cámara de condensación
46	reactor de agua hirviente
48	intercambiador de calor
50	condensador de evaporación
50	52 nivel de estado de llenado
54	ejemplo del segundo módulo de refrigeración
56	primer conducto de presión
58	segundo conducto de presión
60	depósito de seguridad o de presión para el reactor (contenedor de reactor)
55	62 conductor de vaciado
64	dispositivo de distribución para el conducto de vaciado
66	conducto de entrada y de salida para el intercambiador de calor
68	bomba de inyección
70	conductor de recirculación del agua
60	72 bomba de vacío
74	conductor de recirculación
76	válvula de vaciado

**REIVINDICACIONES**

1ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación, que comprende

- 5 - una cámara de condensación (42) para un reactor de agua hirviente (46) y
- al menos, un intercambiador de calor (48) dispuesto fuera de la cámara de condensación (42)

que se caracteriza por que

- 10 - en la cámara de condensación (42) está previsto un módulo de refrigeración (10, 54) alargado, que comprende
- en su zona superior un espacio de evaporación (12), estando dispuesto el módulo de refrigeración (10, 54) de tal modo en la cámara de condensación (42) que el espacio de evaporación (12) se encuentra por encima de un nivel del estado de llenado máximo (14) de la cámara de condensación,
- 15 - al menos, un tubo ascendente (18) y un tubo descendente (20), que desembocan con sus respectivos extremos superiores en el espacio de evaporación (12) y con sus respectivos extremos inferiores desembocan en la cámara de condensación (42) por debajo de un nivel de estado de llenado mínimo (16),

20 y un primer conducto de presión (56) está previsto desde el espacio de evaporación (12) hasta el intercambiador de calor (48) y desde allí está previsto un segundo conducto de presión (58), que desemboca en la cámara de condensación (42), de manera que mediante la cámara de condensación (42), los conductos de presión (56, 58), el módulo de refrigeración (10, 54), y el intercambiador de calor (48) se forma un circuito de refrigeración pasivo cerrado.

25 2ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que el tubo descendente (20) está insertado en el tubo ascendente (18).

30 3ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones 1ª o 2ª, que se caracteriza por que el intercambiador de calor (48) comprende un condensador de evaporación (50).

35 4ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que un conducto de vaciado (62) desemboca por debajo del nivel del estado de llenado mínimo (16) en la cámara de condensación (42).

5ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que está prevista una bomba de vacío (72) que actúa en el circuito de refrigeración.

40 6ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que, al menos, un intercambiador de calor (48) está dispuesto geodésicamente por encima de la cámara de condensación (42).

45 7ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el nivel del estado de llenado mínimo (16) se corresponde al menos aproximadamente con el nivel del estado de llenado máximo (18).

50 8ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que está previsto un circuito de refrigeración adicional activo para la evacuación del calor de escape de la cámara de condensación (42).

55 9ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que un sistema de bombas (68, 70) para la recirculación del agua que se encuentra en la cámara de condensación (42) está previsto en el reactor de agua hirviente (46) correspondiente.

60 10ª.- Cámara de condensación con un sistema de refrigeración de cámara de condensación según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el intercambiador de calor (48) está previsto para evacuar calor de escape al ambiente.

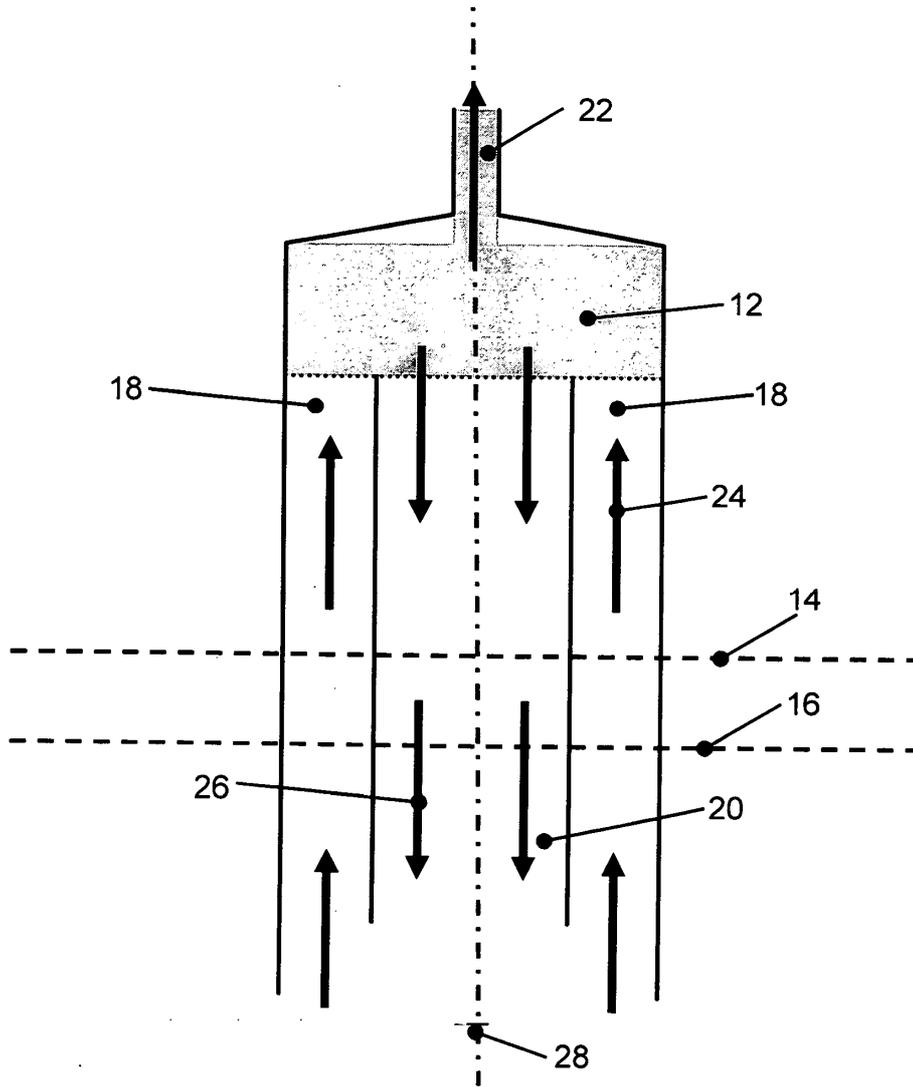


Fig. 1

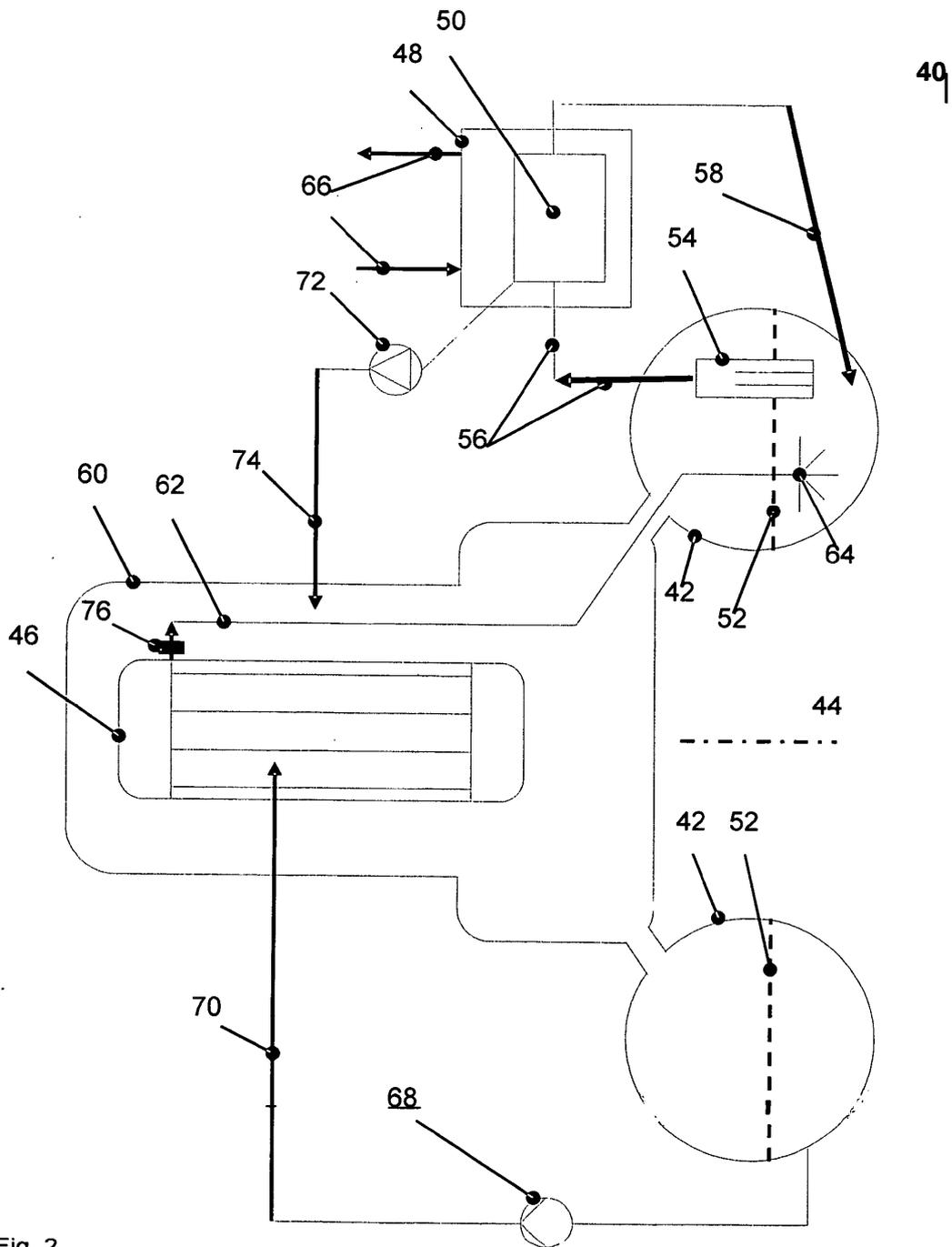


Fig. 2

Fig. 2

