

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 205**

51 Int. Cl.:

G21C 19/07 (2006.01)

G21C 19/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2015 PCT/EP2015/055532**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.09.2015 WO15140154**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2015 E 15713402 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 3120362**

54 Título: **Elemento de refrigeración para refrigerar el líquido de refrigeración en una piscina de elementos combustibles, sistema correspondiente, piscina de elementos combustibles e instalación nuclear**

30 Prioridad:

19.03.2014 DE 102014205085

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

07.03.2019

73 Titular/es:

**FRAMATOME GMBH (100.0%)
Paul-Gossen-Straße 100
91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**FUCHS, THOMAS;
ORNOT, LEO;
RECK, MARKUS y
REUTER, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 703 205 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

Elemento de refrigeración para refrigerar el líquido de refrigeración en una piscina de elementos combustibles, sistema correspondiente, piscina de elementos combustibles e instalación nuclear

- 5 La invención se refiere a un elemento de refrigeración para refrigerar el líquido de refrigeración en una piscina de elementos combustibles, en la que está dispuesto un bastidor de elementos combustibles para el alojamiento de elementos combustibles, en la que el elemento de refrigeración comprende un caloportador (intercambiador de calor), que está configurado para la conexión a un circuito de refrigeración. Se refiere además a un sistema para refrigerar el líquido de refrigeración en una piscina de elementos combustibles, a una piscina de elementos combustibles, así como una instalación nuclear.
- 10 Para la refrigeración de piscinas de elementos combustibles se emplean en la actualidad principalmente dos soluciones técnicamente diferentes. La primera solución prevé la refrigeración directa del agua de piscina. Para ello se extrae agua de la piscina mediante una bomba, se refrigera en una unidad de refrigeración externa y después se alimenta de nuevo a la piscina. En el caso de que a este respecto se llegue a una fuga en el circuito de refrigeración, existe la amenaza de una bajada del nivel de llenado de la piscina.
- 15 Una segunda solución común se basa en el uso de refrigeradores de suspensión. En este caso el agua de piscina se refrigera mediante un circuito de refrigeración intermedio. A diferencia del método anteriormente citado en este sistema no existe el peligro de una fuga de piscina, dado que no se requieren, por un lado, penetraciones en la piscina y, por otro lado, el agua de piscina permanece en la piscina. Sin embargo, un sistema de este tipo, debido a las superficies de transferencia de calor necesarias exige un espacio de construcción nada desdeñable.
- 20 Por el documento DE 102 17 969 A1 se conoce un sistema de almacenamiento intermedio para elementos combustibles de una instalación nuclear con un circuito de refrigeración pasivo de una fase. El espacio interno de un depósito para los elementos combustibles por vía húmeda se refrigera mediante intercambiadores de calor suspendidos en el depósito para los elementos combustibles por vía húmeda.
- 25 El documento DE 29 44 962 A1 da a conocer un depósito para los elementos combustibles para elementos combustibles de reactores nucleares, en el que intercambiadores de calor se sumergen en el agua de piscina, que están suspendidos sin unión fija con la pared de piscina.
El documento US 2012/0051484 A1 describe un depósito para los elementos combustibles para elementos combustibles, en el que están instalados intercambiadores de calor en el borde de piscina, con un circuito de refrigeración de dos fases, en el que el agente de refrigeración lleva a cabo en los intercambiadores de calor una transición de fases.
- 30 El documento GB 2 430 999 A muestra un elemento de refrigeración o de calefacción, que comprende un caloportador y conexiones que son adecuadas para la conexión a un circuito de refrigeración o de calefacción. El caloportador está configurado cilíndricamente y presenta en una longitud de aproximadamente 200 cm un diámetro de 9 cm.
- 35 El documento US 3 800 857 A muestra una piscina de elementos combustibles con bastidor de elementos combustibles para el alojamiento de elementos combustibles nucleares. En aberturas correspondientes del lado superior del bastidor de elementos combustibles están insertados depósitos en los que está contenido en cada caso un elemento combustible y a través de los cuales se conduce gas de protección.
- 40 Las adaptaciones posteriores requeridas en el marco de las medidas "post Fukushima" de refrigeraciones de piscinas redundantes y diversas, que principalmente se basan en la segunda variante expuesta, se encuentran con frecuencia con el problema de que el espacio constructivo necesario en las piscinas existentes es demasiado pequeño para lo que puede alojar una cantidad correspondiente de refrigeradores de suspensión. Entonces, con frecuencia la única salida consiste en una reordenación muy costosa y complicada en cuanto a las licencias técnicas del lugar de almacenamiento para los elementos combustibles. Por lo demás la instalación de refrigeradores de suspensión segura frente a los terremotos es problemática, dado que solo se modifican de mala gana las estructuras de piscina existentes mediante soldaduras o perforaciones.
- 45 La invención se basa por tanto en el objetivo de facilitar una instalación nuclear en la que un elemento de refrigeración esté integrado ocupando poco espacio en la piscina de refrigeración de elementos combustibles. El objetivo se consigue mediante una instalación según la reivindicación 1.
- 50 Con respecto al elemento de refrigeración el objetivo anteriormente citado se resuelve al estar el elemento de refrigeración dimensionado y configurado de tal modo que se dispone y/o se fija en un lugar/posición libre para un elemento combustible en el bastidor de elementos combustibles. Configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.
- 55 La invención parte de la reflexión de que, gracias a las exigencias de seguridad actuales en las instalaciones nucleares, la demanda de sistemas de refrigeración fiables, modularmente utilizables y que puedan emplearse de manera redundante o complementaria ha aumentado drásticamente. Las soluciones conocidas son habitualmente

complicadas en cuanto a la construcción además se producen, dado el caso, inseguridades con respecto a la seguridad del nuevo diseño y con ello también de la nueva admisión.

Por lo tanto, ya por estos motivos sería deseable una solución técnica cuya realización no requiriera ninguna o solo algunas pequeñas modificaciones de las configuraciones de la piscina de refrigeración de los sistemas de refrigeración.

Tal como ya se ha reconocido ahora, una solución técnica de este tipo para la refrigeración del agua de piscinas puede realizarse al utilizar espacios constructivos ya existentes o espacios que se hayan utilizado hasta el momento para la disposición de otros componentes, para el alojamiento de los elementos de refrigeración. Tal como ya se ha reconocido anteriormente, para ello son adecuados especialmente huecos libres o compartimentos en el bastidor de elementos combustibles. Para ello los elementos de refrigeración deben dimensionarse de manera correspondiente, es decir, adaptarse en cuanto a su diámetro o sección transversal y dado el caso también en cuanto a su longitud a las dimensiones predeterminadas. Además, deberían estar dimensionados de tal modo que se intercalan unos en otros y pueden extraerse de nuevo y disponerse de manera estable. El elemento de refrigeración respectivo puede ser eventualmente también más largo que el elemento combustible, que ocupa su espacio - por ejemplo, puede sobresalir arriba de la caja o compartimento del bastidor de elementos combustibles asociados al mismo. En el extremo superior también puede estar instalado un tipo de tolva presenta que conduce el agua de piscina - un tipo de entrada.

Ventajosamente el elemento de refrigeración respectivo presenta, por lo tanto, principalmente, las dimensiones típicas de un elemento combustible. Meramente a modo de ejemplo en el sentido de un valor indicativo aproximado para el dimensionamiento típico cabe mencionar en este contexto que un elemento combustible típico de un reactor de agua a presión contiene barras combustibles de 15x15 y aproximadamente 4500 mm de longitud y posee una sección transversal cuadrada con 250 mm de longitud de borde. Un elemento combustible de un reactor de agua a presión del tipo EPR tiene por ejemplo barras combustibles de 18x18 y por consiguiente una longitud de borde mayor, los elementos combustibles para reactores de agua en ebullición tienen, por ejemplo, barras combustibles de 8x8 y por consiguiente una longitud de borde menor. Sin embargo también hay, por ejemplo, elementos combustibles con sección transversal hexagonal u otra forma diferente. Además, el elemento de refrigeración puede desviarse de las medidas típicas cuando el bastidor de elementos combustibles denominado también caja de elementos combustibles presenta medidas especiales confeccionadas especialmente para esta aplicación. Preferiblemente el elemento de refrigeración está configurado como elemento de refrigeración de suspensión para la suspensión en el bastidor de elementos combustibles. Preferiblemente el elemento de refrigeración está dispuesto tras el montaje en uno de los lugares/posiciones libres para un elemento combustible. Como alternativa, el elemento de refrigeración está dispuesto al lado de las cajas de elementos combustibles o fuera de la pared externa del bastidor de elementos combustibles. Un compartimento de elementos combustibles sirve entonces para el alojamiento de un soporte que fija el elemento de refrigeración. En esta variante las dimensiones espaciales del elemento de refrigeración no están limitadas por el tamaño del compartimento.

En una disposición posible el intercambiador de calor presenta un canal de agente de refrigeración para el paso de un agente de refrigeración conducido en el circuito de refrigeración correspondiente, en donde el elemento de refrigeración comprende al menos una conexión de alimentación de agente de refrigeración y al menos una conexión de evacuación de agente de refrigeración para la conexión a o integración en el circuito de refrigeración. Un elemento de refrigeración de este tipo es adecuado, en particular, para un circuito de refrigeración de una fase en el que el agente de refrigeración absorbe calor en el intercambiador de calor, pero en este sentido no modifica su estado de agregado.

En una disposición preferida, sin embargo el elemento de refrigeración está diseñado para la integración en un circuito de refrigeración de dos fases, en la que al menos está previsto un canal de condensado para la alimentación del agente de refrigeración a un colector de condensado, y en la que el intercambiador de calor comprende al menos un canal de evaporador para la guía de agente de refrigeración vaporizado hacia un colector de vapor y en la que el elemento de refrigeración comprende además una tubería de alimentación y una tubería de retorno para la conexión al circuito de refrigeración. Los circuitos de refrigeración o circuitos de transporte térmico de dos fases, en los que el agente de refrigeración circulante modifica su estado físico en el evaporador de líquido a gaseoso y después en un condensador situado fuera de la piscina de elementos combustibles - lo modifica a la inversa, hacen posible en comparación con circuitos de refrigeración de una fase en general tasas de transporte térmico elevadas.

Desde el punto de vista constructivo el elemento de refrigeración / el refrigerante respectivo presenta por lo tanto preferiblemente una pluralidad de canales de agente de refrigeración en forma de tubo para el agente de refrigeración que circula en el circuito de refrigeración que están orientados en la posición de montaje preferiblemente en paralelo a la dirección longitudinal de los compartimentos en el bastidor de elementos combustibles. De ellos preferiblemente se usa un porcentaje comparativamente reducido para la alimentación de condensado hacia el colector de condensado inferior (flujo descendente) y el porcentaje mayor para la vaporización del condensado o para la guía de la mezcla de líquido-vapor generada hacia el colector de vapor superior (flujo ascendente). El refrigerante puede presentar también en lugar de los tubos, adicionalmente a estos, placas por las que circula el flujo. Entre los tubos o placas fluye el agua de piscina, preferiblemente de arriba hacia abajo, mediante cavidades o canales correspondientes y se enfría mediante emisión de calor hacia el agente de refrigeración llevado

en este sentido preferiblemente a ebullición en el circuito de refrigeración. El colector de vapor o de condensado una por un lado los tubos conectados en paralelo entre sí en cuanto a la dinámica de fluidos, por otro lado, mediante rebajes adecuados o similares debería estar garantizado que el agua de piscina pueda fluir a través de él.

5 El diseño en cuanto a qué porcentaje de superficie de sección transversal del elemento de refrigeración se emplea para los tubos/placas que conducen el agente de refrigeración en el circuito de refrigeración, y que se emplea para el flujo descendente del agua de piscina, se realiza en caso individual según las condiciones previas dadas de la termodinámica.

10 Dado el caso, también varios de tales elementos de refrigeración pueden agruparse funcionalmente - por ejemplo, mediante un colector de vapor común en el caso de un cableado correspondiente de las tuberías o conductos de conexión.

15 En las diferentes disposiciones los conductos, con los que se conecta el elemento de refrigeración al sistema de refrigeración, pueden estar realizados rígidos o flexibles. En cualquier caso, deberían estar configurados resistentes a la presión. Con respecto al sistema el objetivo mencionado anteriormente se consigue con un bastidor de elementos combustibles y al menos un elemento de refrigeración insertado o que puede insertarse en el mismo, del tipo mencionado al principio.

20 Con respecto a la piscina de elementos combustibles el objetivo mencionado anteriormente se consigue al estar llena la piscina de elementos combustibles con un líquido de refrigeración, en particular agua (agua de piscina), y al estar dispuesto en ella un sistema descrito anteriormente. La piscina de elementos combustibles es preferiblemente un depósito para los elementos combustibles para elementos combustibles, en particular un depósito para los elementos combustibles en húmedo, piscina de desactivación, depósitos intermedios para los elementos combustibles o piscinas de almacenamiento final.

25 Con respecto a la instalación nuclear el objetivo mencionado anteriormente se consigue con una piscina de elementos combustibles de este tipo. La instalación nuclear comprende preferiblemente además un sistema de refrigeración diseñado a modo de un circuito con al menos un refrigerador de retorno para la conexión del elemento de refrigeración respectivo. El sistema de refrigeración puede estar diseñado activo o pasivo, según la demanda.

30 Las ventajas de la invención consisten en particular en que, mediante los elementos de refrigeración, se consigue una refrigeración proporcionalmente sencilla y robusta de piscinas de almacenamiento de elementos combustibles. Por ello se hace posible una modificación sencilla o ampliación de sistemas de refrigeración de piscinas. Gracias a la construcción modular son posibles enfoques de distinto tipo, que incluyen tanto opciones de refrigeración redundantes como diversas. Se hace posible además una refrigeración temporal del depósito de elementos combustibles lleno. Dado que en el futuro eventualmente se realizarán otras combustiones nucleares diferentes a las que se realizan actualmente, un sistema de refrigeración de este tipo puede utilizarse de manera muy variable. Puede reaccionarse también de manera más efectiva a una reducción de la carga térmica mediante procesos de desactivación.

35 Un ejemplo de realización de la invención se explica con más detalle mediante un dibujo. En él muestran en representación muy esquematizada:

la figura 1 un elemento de refrigeración en una vista en perspectiva,

40 la figura 2 en vista en planta un sistema para refrigerar el líquido de refrigeración en una piscina de elementos combustibles, que comprende un bastidor de elementos combustibles con elementos combustibles dispuestos en el mismo y dos elementos de refrigeración dispuestos en el mismo según la figura 1,

la figura 3 en vista en planta una piscina de elementos combustibles equipada con un sistema de refrigeración según la figura 2, y

la figura 4 una sección transversal a través de una central nuclear con una piscina de elementos combustibles y un sistema de refrigeración correspondiente según la figura 3.

45 Las mismas partes están provistas en todas las figuras con los mismos números de referencia. Un elemento de refrigeración 2 representado en la figura 1 comprende un cuerpo de elemento de refrigeración 8, que presenta un número de canales de condensado 20 y canales de evaporación 56 que discurren en dirección longitudinal 14 del elemento de refrigeración 2, que están configurados como tubos orientados en paralelo. En lugar de una pluralidad de tubos puede emplearse también un tubo individual, preferiblemente con una sección transversal de tamaño correspondiente (o también placas). A través de al menos una tubería de alimentación 32 conectada al elemento de refrigeración en una zona de cabeza 26 el elemento de refrigeración 2 está unido con un condensador (en este caso no dibujado) de un circuito de refrigeración o conectado en este circuito de refrigeración. A través de la tubería de alimentación 32 se alimenta condensado al elemento de refrigeración 2, es decir, agente de refrigeración en forma líquida, en la dirección de alimentación indicada mediante una flecha 34, que fluye en dirección descendente en los canales de condensado 20 a lo largo de un vector de gravitación 38, que indica en la dirección de la aceleración de la gravedad o fuerza gravitacional activa en la superficie terrestre, hacia un colector de condensado 50 dispuesto en una zona de pie 44 del elemento de refrigeración 2. Desde allí sube fluido o agente de refrigeración - presente en el colector de condensado 50 precalentado, pero todavía líquido - mediante canales de evaporador 56 en forma de

tubo dispuestos en el elemento de refrigeración 2 en la dirección contraria al vector de gravitación 38 en un colector de vapor 62 dispuesto en la zona de cabeza 26. Los canales de evaporador 56 forman con ello un intercambiador de calor o caloportador 64 que actúa como vaporizador de agente de refrigeración.

- 5 Mediante la operación de vaporización durante la subida y evaporación del agente de refrigeración se absorbe energía térmica del agua de piscina, que se refrigera por ello. Por ello se realiza un sistema de refrigeración de dos fases, en el que el agente de refrigeración que circula en el circuito de refrigeración durante el paso del elemento de refrigeración 2 modifica su estado de fase de líquido a gaseoso.

- 10 Por el colector de vapor 62 el vapor se alimenta a través de al menos una tubería de retorno 68 - preferiblemente en la forma de un conducto ascendente - al condensador previsto para la refrigeración de retorno del agente de refrigeración (no representado en la figura 1) en la dirección de retorno representada mediante una flecha 70 y allí se condensa. A través de la tubería de alimentación 32 - preferiblemente en la forma de un conducto descendente - o el condensado se alimenta de nuevo al elemento de refrigeración 2, de modo que el circuito se cierra. El flujo másico en el interior del circuito de refrigeración puede realizarse o a través de una solución activa mecánica (bombas etc.), o una solución pasiva (según el principio de la convección natural o convección libre).

- 15 Mediante la refrigeración descrita en el lado de la piscina se genera un gradiente de densidad, de modo que se induce una circulación del agua de piscinas en la dirección del vector de gravitación 38. El flujo descendente es una parte de un denominado rodillo de convección; la otra parte se realiza en los elementos combustibles 98 adyacentes mediante un flujo ascendente correspondiente. El agua de piscina entra en la zona de cabeza 26 del elemento de refrigeración 2 en espacios intermedios 130 dispuestos entre los canales de evaporador 56, que discurren en dirección longitudinal, lo que se indica mediante flechas 74. El agua de piscina fluye entonces a través del elemento de refrigeración 2 en la dirección del vector de gravitación 38, en la que emite su calor al agente de refrigeración ascendente en los canales de evaporador 56. Sale de nuevo en el extremo de pie 44 del elemento de refrigeración 2, lo que se indica mediante flechas 80.

- 20 Cuando el elemento de refrigeración 2 sobresale hacia arriba ligeramente del bastidor de elementos combustibles 92, entonces el agua de piscina no tiene que atravesar rebajes correspondientes en el colector de vapor 62, sino que puede fluir lateralmente.

- 25 El elemento de refrigeración 2 está fortalecido en cuanto a sus medidas o dimensionamientos espaciales para insertarse o integrarse en un bastidor de almacenamiento de elementos combustibles, o de forma abreviada, bastidor de elementos combustibles 92 en la figura 2 en la dirección del vector de gravitación 38, es decir esencialmente representado desde arriba. El elemento de refrigeración 2 está configurado para ello como refrigerador de suspensión. Para la suspensión en el bastidor de elementos combustibles 92 este posee un diseño adecuado en su forma y, dado el caso, salientes adecuados o elementos de sujeción. Sin embargo, el elemento de refrigeración 2 puede asentarse también sobre el fondo del bastidor de elementos combustibles 92. En la figura 2 se muestra el bastidor de elementos combustibles 92 con elementos combustibles 98 insertados en una vista en planta desde arriba. El bastidor de elementos combustibles 92 está configurado en la sección transversal o contemplado en la vista en planta como rejilla bidimensional. En el bastidor de elementos combustibles 92 están insertados varios elementos combustibles 98. El bastidor de elementos combustibles 92 presenta en este caso una posición libre 106.

- 30 El bastidor de elementos combustibles 92 presenta en el ejemplo presente 25 espacios de integración o de inserción o compartimentos 104 (*slots*) para elementos combustibles 98. En dos de los espacios de inserción, en lugar de elementos combustibles 98 están insertados elementos de refrigeración 2. En caso extremo pueden estar ocupados todos los espacios de carga con elementos de refrigeración 2. Los elementos de refrigeración 2 presentan en este sentido en su dirección longitudinal 14 una longitud l que se corresponde con esencialmente con la de los elementos combustibles 98. Sin embargo, la longitud l puede estar seleccionada también algo mayor, de modo que el elemento de refrigeración respectivo 2 sobresalga entonces del bastidor de elementos combustibles 92 hacia arriba y el agua de piscina pueda entrar también lateralmente (véase arriba). Cada elemento de refrigeración 2 posee en este caso una sección transversal cuadrada esencialmente constante a lo largo de toda su longitud. El ancho b del elemento de refrigeración respectivo 2 se corresponde con esencialmente el diámetro interno del compartimento 104 previsto para su alojamiento. Debido a estas dimensiones el elemento de refrigeración 2 respectivo se añade a un compartimento 104 de manera similar a un elemento combustible 98.

- 35 En una variante no representada con más detalle pueden estar dispuestos elementos de refrigeración 2 fuera del bastidor de elementos combustibles 92, en la que la fijación sin embargo se realiza en el bastidor de elementos combustibles 92, y en concreto preferiblemente mediante un soporte que se engancha en un compartimento 104 vacío y está fijado en el mismo.

- 40 El bastidor de elementos combustibles 92 y los elementos de refrigeración 2 dispuestos en/sobre el mismo forman un sistema 110 para refrigerar el líquido de refrigeración en una piscina de elementos combustibles. La figura 3 muestra esquemáticamente una piscina de elementos combustibles 115, en este caso por ejemplo en un depósito externo (almacenamiento intermedio), con un bastidor de elementos combustibles 92 dispuesto en el mismo, que al menos en algunas de las posiciones previstas originalmente para elementos combustibles 98 aloja elementos de refrigeración 2. Los elementos de refrigeración 2 están conectados cada caso individualmente o reunidos en grupos en circuitos de refrigeración 120. Los circuitos de refrigeración 120 pueden hacerse funcionar tanto activamente (mediante bombas correspondientes 134) como también pasivamente. Para la refrigeración de retorno del agente de refrigeración calentado en los elementos de refrigeración 2 están dispuestos refrigeradores de retorno 136 correspondientes dentro o fuera del edificio que cerca la piscina de elementos combustibles 115 y están acoplados

térmicamente a un sumidero de calor adecuado. En caso de un circuito de refrigeración 120 de dos fases, que se aplica preferiblemente, los elementos de refrigeración 2 actúan como evaporador y los refrigeradores de retorno 136 como condensadores para el agente de refrigeración guiado en el circuito.

- 5 De manera análoga se aplica lo correspondiente para la central nuclear mostrada a modo de ejemplo en la figura 4 con una piscina de elementos combustibles 115 (piscina de desactivación) situada en el edificio de reactor, junto a la fosa de reactor con el recipiente de alta presión de reactor 138.

Lista de números de referencia

	2	elemento de refrigeración
	8	cuerpo de elemento de refrigeración
10	14	dirección longitudinal
	20	canal de condensado
	26	zona de cabeza
	32	tubería de alimentación
	34	flecha
15	38	vector de gravitación
	44	zona de pie
	50	colector de condensado
	56	canal de evaporador
	62	colector de vapor
20	64	caloportador
	68	tubería de retorno
	70	flecha
	74	flecha
	80	flecha
25	92	bastidor de elementos combustibles
	98	elemento combustible
	104	compartimento
	106	posición vacía
	110	sistema
30	115	piscina de elementos combustibles
	120	circuito de refrigeración
	130	espacio intermedio
	134	bomba
	136	refrigerador de retorno
35	138	recipiente de alta presión de reactor
	l	longitud
	b	ancho

REIVINDICACIONES

1. Instalación nuclear con una piscina de elementos combustibles (115), que está llena de un líquido de refrigeración y en la que está dispuesto un bastidor de elementos combustibles (92), que presenta compartimentos (104) para el alojamiento de elementos combustibles (98), y en donde al menos un elemento de refrigeración (2) que actúa como intercambiador de calor, que puede conectarse en un circuito de refrigeración (120) y por el que puede circular un agente de refrigeración (2) se sumerge en el líquido de refrigeración, **caracterizada porque** en el uso los elementos combustibles (98) alojados en los compartimentos (104) están en contacto directo con el líquido de refrigeración en la piscina de elementos combustibles (115) y porque el elemento de refrigeración (2) está dispuesto en uno de los compartimentos (104) en lugar de un elemento combustible (98).
2. Instalación nuclear según la reivindicación 1, en la que el elemento de refrigeración (2) está configurado para la inserción en uno de los compartimentos (104) en el bastidor de elementos combustibles (92).
3. Instalación nuclear según la reivindicación 2, en la que el elemento de refrigeración (2) al menos con respecto a la sección transversal presenta las dimensiones de un elemento combustible (98) previsto para la inserción en el bastidor de elementos combustibles (92).
4. Instalación nuclear según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el elemento de refrigeración (2) está configurado como elemento de refrigeración de suspensión para suspenderlo en el bastidor de elementos combustibles (92).
5. Instalación nuclear según una de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el elemento de refrigeración (2) comprende al menos un canal de agente de refrigeración (20, 56) para el paso de un agente de refrigeración que circula en el circuito de refrigeración (120).
6. Instalación nuclear según una de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el elemento de refrigeración (2) comprende al menos un canal o espacio intermedio (130) para el paso de líquido de refrigeración situado en la piscina de elementos combustibles (115).
7. Instalación nuclear según una de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el elemento de refrigeración (2) presenta al menos un canal de condensado (20) para la alimentación de un agente de refrigeración líquido a un colector de condensado (50), en donde además el elemento de refrigeración comprende al menos un canal de evaporador (56) para la guía del agente de refrigeración que se evapora en el mismo hacia un colector de vapor (62), y en la que el elemento de refrigeración (2) comprende además una tubería de alimentación (32) y una tubería de retorno (68) para la conexión al circuito de refrigeración (120).

30

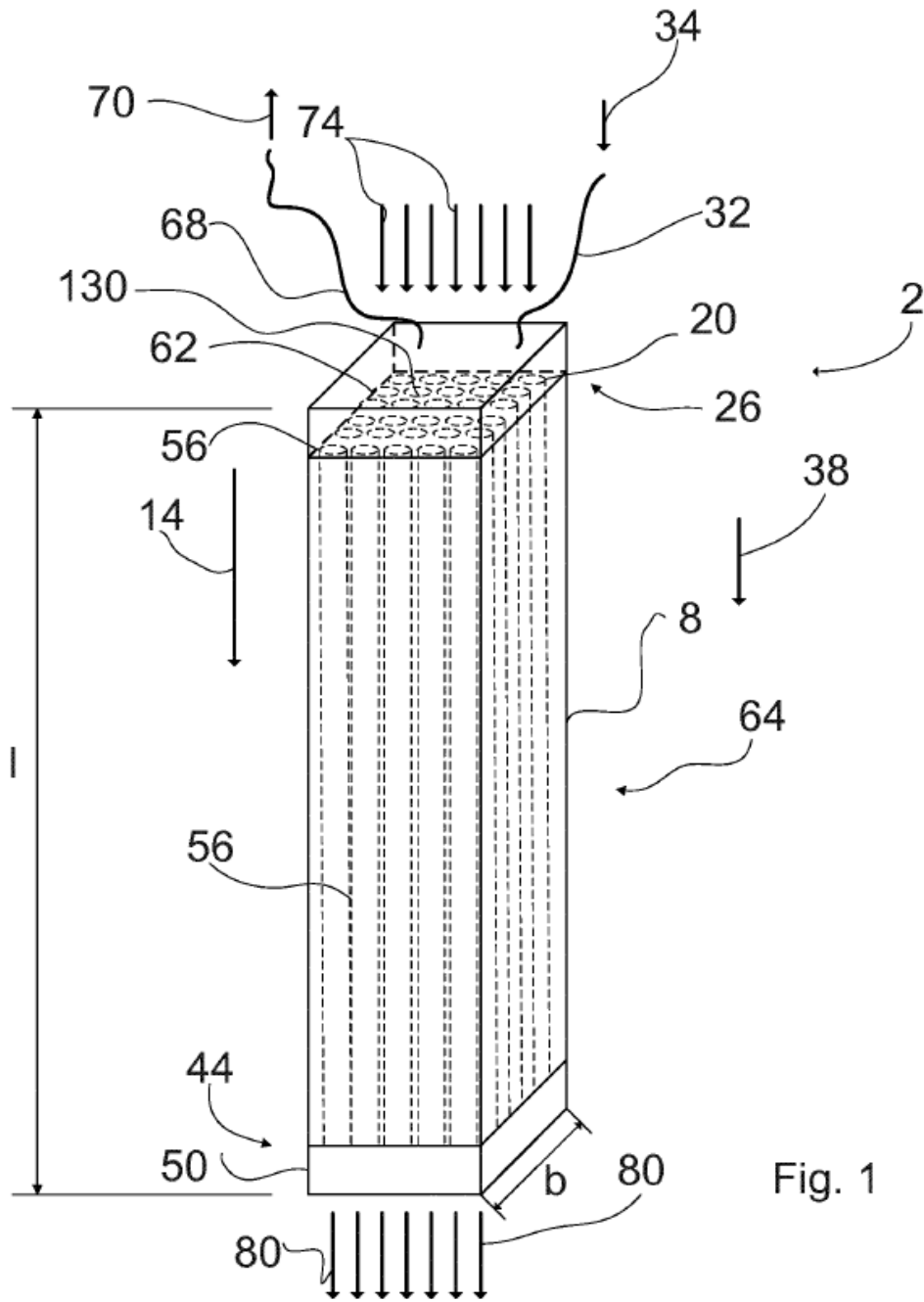


Fig. 1

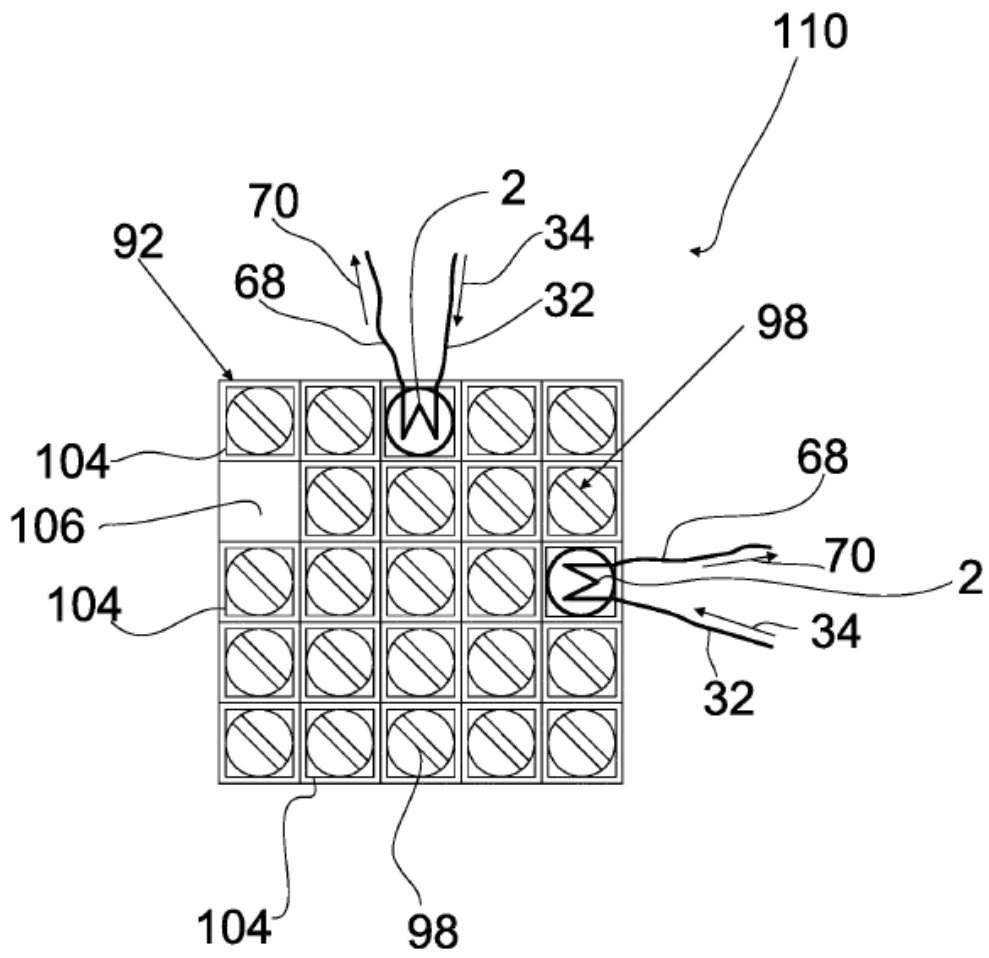


Fig. 2

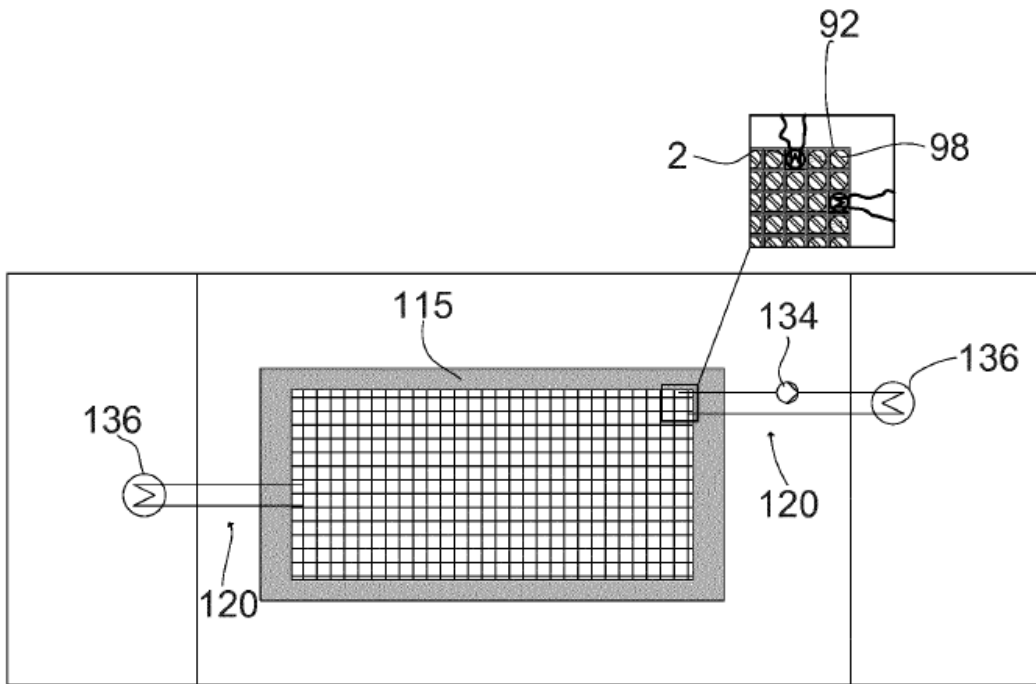


Fig. 3

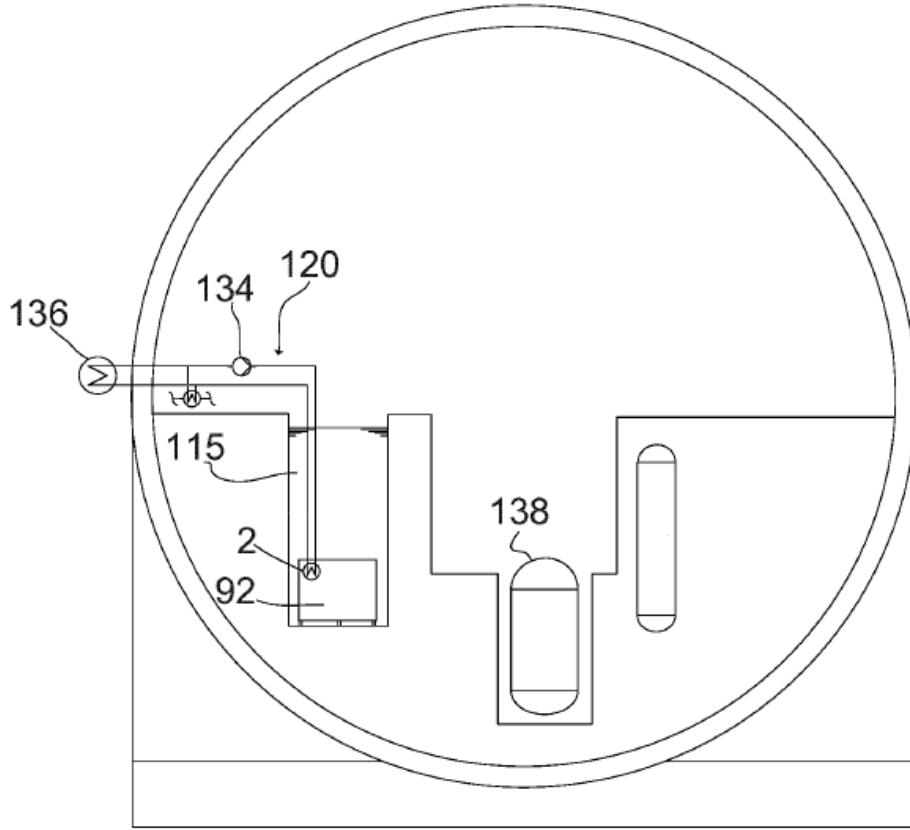


Fig. 4