

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 730**

51 Int. Cl.:

F25C 3/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2020** **E 20196275 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** **EP 3967955**

54 Título: **Sistema de almacenamiento temporal de energía para energía fría**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.04.2025

73 Titular/es:

**HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE
WISSENSCHAFTEN MÜNCHEN (100.00%)
Lothstr. 34
80335 München, DE**

72 Inventor/es:

ZIEGLER, FRANZ JOSEF

74 Agente/Representante:

ARAUJO EDO, Mario

ES 3 014 730 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 almacenamiento temporal de energía para energía fría

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los sistemas de almacenamiento temporal de energía. Más precisamente, la presente invención se refiere a un sistema de almacenamiento energético de potencia a frío para almacenar temporalmente energía mediante la inducción de una transición de fases en un medio de almacenamiento.

10

Antecedentes

La transición de fuentes de energía combustibles a energías renovables generalmente se ve acompañada por el reto de gestionar un suministro fluctuante de energía. Por ejemplo, las centrales energéticas basadas en el viento o la radiación solar se basan en fenómenos naturales temporalmente variables y, por lo tanto, proporcionan inherentemente un suministro de energía temporalmente variable. El acoplamiento de sectores puede combinar diferentes fuentes de energía para equilibrar el suministro fluctuante de energía. Sin embargo, es improbable que se consiga un suministro de energía constante y fiable sin un almacenamiento temporal de la energía, que pueda cargarse y descargarse a demanda, para desacoplar en el tiempo la generación de energía y el consumo de energía.

15

20

En Alemania, el 13 % de la energía eléctrica generada se consume para la refrigeración. Por lo tanto, los sistemas de almacenamiento energético de potencia a frío podrían cubrir una parte significativa de una capacidad en exceso de una red de potencia. Además, el almacenamiento de energía mediante la refrigeración de líquidos portadores puede ser eficiente y compacto, tal como mediante la conversión de agua en hielo y el almacenamiento temporal del hielo o suspensión de hielo-agua resultante con elevada densidad energética debido al elevado calor latente del hielo.

25

Por ejemplo, el documento n.º CH 628 417 A5 da a conocer un reservorio frío, en el que las superficies de un intercambiador de calor están expuestas al agua para crear una capa de hielo sobre el intercambiador de calor. A continuación, la capa de hielo puede eliminarse del intercambio de calor mediante inyección de un gas o líquido caliente en el intercambiador de calor, fundiendo parcialmente de esta manera la capa de hielo en la interfaz con el intercambiador de calor. Seguidamente, se separa la capa de hielo del intercambio de calor y se recoge sobre la superficie de un reservorio de agua en un tanque para formar una suspensión de hielo. Alternativamente, la capa de hielo puede eliminarse del intercambiador de calor mediante deformación mecánica o raspado del hielo.

30

35

A modo de otro ejemplo, Steffan et al. ("Highest Efficiency Ice Storage for Solar Cooling Systems-Experiences with a Vacuum Ice-slurry Cold Thermal Energy Storage") han propuesto un almacenamiento de potencia a frío basado en la evaporación al vacío de agua en un tanque. El vacío induce un enfriamiento del agua al evaporarse las moléculas gaseosas de agua debido al calor latente de vaporización extraído, y posteriormente se forman cristales de hielo en el agua.

40

La suspensión de hielo resultante puede transferirse a un tanque de almacenamiento o transferirse directamente a un intercambiador de calor.

45

El documento n.º JP 2010 121854 A da a conocer un almacenamiento estacional de frío. En la estación invernal, entra aire frío en un silo de nieve se activa una boquilla de precipitación de nieve para generar nieve en el silo de nieve. El intercambio de calor con el aire frío en el silo de nieve puede utilizarse para el enfriamiento durante la estación estival.

50

El documento n.º JP H09 33149 A da a conocer un dispositivo de almacenamiento térmico de hielo. El sistema comprende dos enfriadores de agua uno frente a otro para el sobreenfriamiento de agua en un estado superenfriado y la descarga del agua superenfriada, de manera que los chorros chocan y crean una suspensión de hielo. La suspensión de hielo se recoge en un tanque entre los enfriadores de agua. Una abertura de descarga puede descargar el aire frío hacia el punto de colisión a fin de guiar el agua superenfriada hacia el interior del tanque.

55

El documento n.º JP H06 147563 A da a conocer un almacenamiento estacional de nieve con respiradores para dejar entrar aire en el recinto y un pulverizador para pulverizar agua en el aire y formar nieve. Una tolva de recogida recoge la nieve a un conducto de suministro por caída como medio de transporte hacia un tanque de almacenamiento térmico subterráneo de hielo. La atmósfera a baja temperatura en la máquina de hielo puede suplementarse con un circuito de refrigeración, que enfría el aire en proximidad al pulverizador para generar la nieve.

60

El documento n.º JP H09 21579 A describe un dispositivo de almacenamiento térmico de hielo basado en pulverizadores de agua superenfriada. En lugar de una colisión del chorro de agua superenfriada con un objeto de colisión, las boquillas proporcionan aire presurizado que choca con el agua superenfriada, generando una suspensión de hielo.

65

El documento n.º JP H02 154964 A describe un sistema de almacenamiento estacional de frío. Se utiliza aire frío durante el invierno para generar nieve con una boquilla de agua a alta presión. Los cultivos en un compartimento del

almacenamiento pueden enfriarse con la nieve durante el verano, mientras que el agua de la nieve fundida se drena a través de una abertura de drenaje.

5 Shea et al. ("Calibration of Snowmaking Equipment for Efficient Use on Virginia's Smart Road") describe técnicas para la calibración de equipos de producción de nieve para la utilización eficiente en la Virginia's Smart Road (carretera inteligente de Virginia).

El documento n.º JPH076723B2 describe un sistema de producción de nieve o aire acondicionado para la utilización en estaciones de esquí cubiertas en zonas donde no nieva.

10

Descripción resumida de la invención

15 Sin embargo, los sistemas y métodos conocidos basados en la generación y almacenamiento de hielo están asociados a desventajas inherentes. La generación de láminas de hielo en las superficies de un intercambiador de calor es intrínsecamente cíclica, ya que la eficiencia de la generación de hielo se reduce a mayor grosor del hielo debido a la propiedad de aislamiento del calor de la capa de hielo. La eliminación de la capa de hielo, por otra parte, está asociada a pérdidas térmicas, o requiere energía mecánica adicional. Además, la generación y eliminación repetidas de hielo del intercambiador de calor puede inducir desgaste en el sistema de almacenamiento.

20 Aunque la generación directa de suspensión de hielo mediante evaporación al vacío supera dichas desventajas de la acumulación de hielo sobre las superficies del intercambiador de calor, la capacidad de refrigeración volumétrica del sistema asociado es baja y depende de grandes turbocompresores. Por ejemplo, un prototipo de dicho sistema en Dresden utiliza un turbocompresor de 1,3 m de diámetro para inducir una suspensión de hielo en un tanque de almacenamiento de agua de 6 m³ con una capacidad de refrigeración de 50 kW.

25

En vista de dicha técnica anterior, el objetivo de la invención es proporcionar un sistema de almacenamiento de energía económico y eficiente, y un método correspondiente que debería ser de funcionamiento simple y robusto, así como escalable hasta capacidades de refrigeración del orden de MW.

30 Dicho objetivo se alcanza mediante un sistema de almacenamiento temporal de energía y un método de almacenamiento temporal de energía según las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferentes.

35 Según un primer aspecto, la invención se refiere a un sistema de almacenamiento temporal de energía. El sistema de almacenamiento temporal de energía comprende un tanque de almacenamiento térmico para almacenar agua, un enfriador que comprende un intercambiador de calor de un evaporador de una bomba de calor configurada para generar aire enfriado en el tanque de almacenamiento térmico, y un generador de nieve para generar partículas de nieve suspendidas en el aire enfriado, de manera que las partículas de nieve se depositan sobre el agua almacenada en el tanque de almacenamiento térmico para formar una capa de nieve sobre el agua. El enfriador y el generador de nieve están dispuestos en una parte separada del sistema de almacenamiento temporal de energía, y el generador de nieve comprende un ventilador para genera una corriente de aire enfriado desde el enfriador a través del generador de nieve y saliendo de la parte separada hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico, y en donde el generador de nieve está configurado adicionalmente para inyectar agua en la corriente de aire enfriado.

40 Al contrario que en los sistemas de almacenamiento de hielo de la técnica anterior, el calor latente puede almacenarse en partículas de nieve que pueden formarse en una corriente de aire enfriado y, por lo tanto, puede estar desconectado espacialmente de intercambiadores de calor. Por lo tanto, el sistema de almacenamiento temporal de energía puede funcionar a una capacidad de refrigeración constante. Al depositarse las partículas de nieve sobre el agua en el almacenamiento térmico, puede formarse una capa de nieve y puede mezclarse con el agua, de manera que resulta en una mezcla en suspensión de agua/hielo bombeable que puede almacenar energía dentro del calor latente del agua cristalizada.

45 Los generadores de nieve han sido aplicados en su campo técnico con un enfoque en una producción de nieve, p. ej., en la producción de nieve para la preparación de pistas de esquí. Por lo tanto, la invención puede aplicar ventajosamente avances técnicos previos en el campo técnico de la producción de nieve para los deportes de invierno a fin de proporcionar un almacenamiento de energía robusto con una alta capacidad de refrigeración y una elevada densidad de almacenamiento.

50 Las partículas de nieve generadas artificialmente pueden almacenarse con el agua en el tanque de almacenamiento térmico, que puede comprender paredes térmicamente aislantes (del tanque de almacenamiento térmico), de manera que el agua y/o aire enfriado se aísla térmicamente del entorno circundante y puede mantenerse sustancialmente la temperatura del agua.

55 El experto en la materia apreciará que se hace referencia a "agua" únicamente en aras de la brevedad, sin pretenderse ninguna limitación de los constituyentes o el estado físico del agua. Por el contrario, el experto en la materia apreciará que la referencia a agua puede incluir componentes de agua cristalizada (p. ej., nieve o hielo) y que el agua o mezcla

60

65

- de agua/suspensión de hielo puede incluir aditivos arbitrarios, p. ej., para ajustar el punto de congelación o para afectar la dinámica de nucleación de las partículas de nieve, tales como sales o proteínas. En otras palabras, el término "agua" tal como se utiliza en la presente exposición debe entenderse en términos generales como cualquier mezcla basada en agua y por lo menos parcialmente líquida que permite la generación de partículas de nieve a partir de la misma. En algunas realizaciones, la mezcla basada en agua y por lo menos parcialmente líquida que se almacena en el tanque de almacenamiento térmico puede estar compuesta principalmente de hielo para almacenar energía con una elevada densidad energética, p. ej., el agua puede mostrar temporalmente un contenido de hielo de 50 % o superior durante el funcionamiento.
- 5
- 10 La potencia externa se almacena en el sistema de almacenamiento temporal de energía mediante la transformación de energía (eléctrica) en energía de frío utilizando el enfriador. El enfriador comprende un intercambiador de calor de un evaporador, tal como un evaporador de amoníaco, para proporcionar aire enfriado con una elevada capacidad de refrigeración. Por ejemplo, el enfriador puede generar aire enfriado a una temperatura de entre aproximadamente 0°C y aproximadamente -20°C, tal como de entre aproximadamente -3°C y aproximadamente -10°C. El aire puede aspirarse desde el tanque de almacenamiento térmico y enfriarse para suministrar aire enfriado al generador de nieve para la creación de condiciones ambientales adecuados para la agregación de partículas de nieve.
- 15
- 20 En otras palabras, el enfriador genera una corriente de aire enfriado en la que pueden crearse partículas de nieve con el generador de nieve. El generador de nieve puede expandir localmente aire y/o agua para crear núcleos de nieve en el aire enfriado, y las partículas de nieve pueden agregarse en torno a los núcleos de nieve mientras están en suspensión en el aire enfriado. En particular, el generador de nieve puede generar una niebla de núcleos de nieve y agua en el aire enfriado y las partículas de nieve pueden agregarse en la niebla antes de que las partículas de nieve se depositen sobre el agua (es decir, durante el tiempo de suspensión de la niebla/núcleos de nieve en el aire enfriado).
- 25
- 30 En realizaciones preferentes, el generador de nieve comprende una boquilla de nucleación para expulsar aire y/o agua, de manera que los núcleos de nieve se forman en el aire enfriado para la agregación en partículas de nieve.
- 35
- 40 Tras la expansión a través de la boquilla de nucleación, el aire y/o agua puede enfriarse y pueden formarse núcleos de nieve. En algunas realizaciones, la boquilla de nucleación expulsa una mezcla de agua y aire para generar partículas de nieve (denominada boquilla de mezcla interna) en la corriente de aire enfriado. En algunas realizaciones, se disponen diferentes boquillas para expandir aire y agua en el generador de nieve y las corrientes de aire expandido y agua expandida de las boquillas se cruzan en el aire enfriado para formar núcleos de nieve (denominado generador de nieve de mezcla externa). Por ejemplo, un cañón de nieve utilizado para la generación de nieve artificial para la preparación de pistas de esquí puede comprender una pluralidad de boquillas para expulsar aire y para expulsar agua a través de diferentes boquillas, y puede comprender, además, boquillas de nucleación para expulsar una mezcla de aire y agua con el fin de generar núcleos de nieve en una corriente de aire enfriado.
- 45
- 50 En realizaciones preferentes, el generador de nieve comprende un compresor para generar aire comprimido, en el que el aire comprimido se expande a través de la boquilla de nucleación para generar núcleos de nieve para agregar partículas de nieve.
- 55
- 60 El compresor puede aspirar aire del tanque de almacenamiento térmico, que puede ser expandido por la boquilla de nucleación con o sin agua adicional para generar núcleos de nieve en el aire enfriado.
- 65
- 70 En principio, el generador de nieve puede ser un cañón de producción de nieve utilizada para la preparación de pistas de esquí, tal como una lanza de nieve o una pistola de ventilador, en particular un cañón de nieve, dependiendo del tamaño y la forma del tanque de almacenamiento térmico. Por ejemplo, en el caso de que el tanque de almacenamiento térmico proporcione un tiempo en suspensión vertical suficiente para la agregación de partículas de nieve, puede instalarse una lanza de nieve dentro del tanque de almacenamiento térmico para generar partículas de nieve en la corriente de aire enfriado.
- 75
- 80 El generador de nieve comprende un ventilador para generar una corriente de aire enfriado a partir del enfriador a través del generador de nieve y hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico.
- 85
- 90 Por ejemplo, en los tanques de almacenamiento térmico de gran tamaño que proporcionan una distancia de lanzamiento lateral de por lo menos 5 m, en particular una distancia de lanzamiento lateral de por lo menos 10 m, tal como 20 m, puede utilizarse un cañón de nieve para generar partículas de nieve con una capacidad de refrigeración comparativamente elevada, en donde el ventilador aspira el aire enfriado procedente del enfriador para soplar una niebla de aire enfriado y núcleos de nieve hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico, agregando de esta manera partículas de nieve dentro de dicha niebla a lo largo de la distancia de lanzamiento.
- 95
- 100 En realizaciones preferentes, el generador de nieve extrae agua del tanque de almacenamiento térmico para generar partículas de nieve.
- 105
- 110 El agua del tanque de almacenamiento térmico puede extraerse con una bomba directamente del tanque de almacenamiento térmico, o puede extraerse por conductos adicionales conectados a un intercambiador de calor, p.

ej., por conductos de retorno después de que el agua haya intercambiado calor con un líquido externo. Preferentemente, el agua para el generador de nieve se extrae directamente del tanque de almacenamiento térmico, de manera que la temperatura del agua puede ser próxima al punto de congelación, p. ej., sustancialmente entre 4°C y el punto de congelación, tal como un punto de congelación de 0°C o -3°C. El agua puede ser presurizada con la bomba para expulsar el agua a una presión incrementada, tal como por lo menos 5 bar, por lo menos 10 bar, o por lo menos 15 bar, p. ej., una presión del agua de entre 8 bar y 60 bar.

El agua puede inyectarse en la corriente de aire enfriado para generar una niebla enfriada con las boquillas de agua asociadas, y pueden agregarse partículas de nieve dentro de la niebla enfriada antes de depositarse sobre el agua en el tanque de almacenamiento térmico. Las partículas de nieve agregadas pueden enfriar inicialmente el agua en el tanque de almacenamiento térmico y posteriormente pueden formar una capa de nieve sobre la superficie del agua.

Las partículas de nieve artificial generadas con un generador de nieve pueden carecer de la simetría hexagonal de la nieve natural (los copos) y puede presentar una densidad incrementada. Por ejemplo, la nieve artificial generada con un cañón de nieve puede presentar una densidad de entre aproximadamente 300 y 500 kg/m³ y las partículas de nieve pueden presentar una forma sustancialmente circular. Por lo tanto, las partículas de nieve artificial pueden proporcionar una densidad de almacenamiento de energía más elevada que las partículas/copos de nieve naturales. Además, puede incrementarse la densidad de almacenamiento mediante el incremento del contenido de agua de las partículas de nieve, p. ej., mediante el ajuste de parámetros del generador de nieve para incrementar el contenido de agua de las partículas de nieve.

En realizaciones preferentes, el sistema comprende, además, un rociador para humectar la capa de nieve, en donde el rociador en particular extrae agua del tanque de almacenamiento térmico para humectar la capa de nieve con dicha agua.

El agua puede densificar la capa de nieve y puede cristalizar para formar una capa densa de hielo/nieve con una densidad de hasta aproximadamente 800 kg/m³. Por lo tanto, la densidad de almacenamiento de energía del sistema de almacenamiento térmico puede incrementarse adicionalmente con el rociador. El rociador puede estar acoplado a conductos de un intercambiador de calor, de manera que el agua recirculante pueda rociarse sobre la capa de nieve para enfriar el agua recirculada y para densificar la capa de nieve mediante fusión parcial de la misma. La humectación de la capa de nieve con el rociador también podría incrementar la tasa de intercambio de energía entre la capa de nieve y el agua y, de esta manera, puede llevarse a cabo selectivamente para reducir la temperatura del agua.

En realizaciones preferentes, el sistema comprende, además, un agitador para agitar el agua en el tanque de almacenamiento térmico, de manera que la capa de nieve sea desplazada en el tanque de almacenamiento térmico y/o mezclada con el agua.

El agitador puede desplazar la capa de nieve, de manera que la capa de nieve pueda distribuirse por todo el tanque de almacenamiento térmico y de manera que la capa de nieve pueda mezclarse con el agua para formar una suspensión de hielo bombeable. La suspensión de hielo puede transferirse mediante conductos para intercambiar calor con un líquido externo.

En realizaciones preferentes, el tanque de almacenamiento térmico está acoplado a conductos para extraer el agua del tanque de almacenamiento térmico, en donde los conductos en particular están acoplados a un intercambiador de calor para enfriar un líquido en un sistema de enfriamiento externo.

El agua/suspensión de hielo en el tanque de almacenamiento térmico puede extraerse del tanque a una temperatura de, p. ej., 0°C con una bomba y puede bombearse hacia un intercambiador de calor para intercambiar calor con un líquido en una red de enfriamiento externa. Por ejemplo, la energía de frío almacenada en el sistema de almacenamiento temporal de energía puede transferirse a una red centralizada de refrigeración, puede utilizarse para el enfriamiento de servidores en un centro de datos, o para refrigerar artículos alimentarios. En algunas realizaciones, el fluido es aire y la energía de frío almacenada en el sistema de almacenamiento temporal de energía se utiliza para proporcionar energía de frío a un sistema de aire acondicionado. En algunas realizaciones, el agua/suspensión de hielo en el tanque de almacenamiento térmico se utiliza a modo de un medio de intercambio de calor para intercambiar calor directamente con un consumidor, p. ej., en una red centralizada de refrigeración.

En realizaciones preferentes, el tanque de almacenamiento térmico comprende núcleos de nieve artificial o un inductor de nieve, en particular proteínas inductoras de nieve, para incrementar la temperatura de nucleación de las partículas de nieve.

Debido a que el tanque de almacenamiento puede proporcionar un entorno cerrado no sujeto a regulaciones ambientales, la generación de partículas de nieve puede potenciarse con un abanico de aditivos en el agua. Por ejemplo, pueden añadirse al agua proteínas de *Pseudomonas syringae* inductoras de nieve para incrementar la temperatura de nucleación del agua hasta en 4-5°C. A modo de otro ejemplo, pueden utilizarse partículas de yoduro de plata como núcleos artificiales de nieve. Por lo tanto, la eficiencia del generador de nieve puede incrementarse debido a aditivos en el agua utilizados para la nucleación y/o agregación de las partículas de nieve.

ES 3 014 730 T3

- Además, pueden añadirse aditivos adicionales, tales como sal, urea y/o nitrato amónico, para reducir el punto de congelación del agua, de manera que la temperatura del agua bombeable pueda reducirse para requisitos específicos de aplicación. Por ejemplo, el punto de congelación del agua puede reducirse a una temperatura inferior a 0°C utilizando aditivos para congelar artículos alimentarios.
- 5
- El enfriador comprende un evaporador de una bomba de calor.
- El sistema de almacenamiento temporal de energía puede proporcionar un reservorio de calor para la bomba de calor. El sistema de almacenamiento temporal de energía por consiguiente puede ser una parte de un sistema compuesto de conversión de energía en calor y de energía en frío.
- 10
- En realizaciones preferentes, el sistema está configurado para intercambiar el agua con un reservorio externo.
- 15
- En el caso de que el enfriador comprenda un evaporador de una bomba de calor, el agua puede intercambiarse con el reservorio externo en el caso de bajo consumo de energía de frío y acumulación de la capa de nieve en el tanque. Por lo tanto, el agua/suspensión de hielo en el tanque puede renovarse tras el intercambio del agua con el reservorio externo, tal como un lago o río.
- 20
- En realizaciones preferentes, el tanque de almacenamiento térmico comprende, además, un intercambiador de calor para intercambiar directamente calor con el agua para enfriamiento de dicha agua.
- El intercambiador de calor puede enfriar el agua durante un arranque del almacenamiento temporal de energía y/o en el caso de que la temperatura del agua sea superior a la temperatura de arranque, tal como 4°C o superior a 0°C. El intercambio directo de calor con el agua puede ser más eficiente que almacenar la energía en el calor latente de las partículas de nieve en el caso de que la temperatura del agua sea superior a la temperatura de arranque.
- 25
- Según un segundo aspecto, la invención se refiere a un método para almacenar energía temporalmente. El método comprende proporcionar agua en un tanque de almacenamiento térmico, generar aire enriado en una parte separada utilizando un enfriador que comprende un evaporador de una bomba de calor, y generar partículas de nieve suspendidas en el aire enfriado, que comprende inyectar agua en la corriente de aire enfriado, de manera que las partículas de nieve se depositan sobre el agua almacenada en el tanque de almacenamiento térmico y de esta manera forman una capa de nieve sobre el agua.
- 30
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, humectar la capa de nieve con el agua.
- 35
- En algunas realizaciones, el método comprende, además, extraer el agua del tanque de almacenamiento térmico para humectar la capa de nieve con el agua.
- 40
- El método comprende, además, generar una corriente de aire enfriado a partir de un enfriador mediante un generador de nieve y hasta el interior del tanque de almacenamiento térmico con un ventilador.
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, formar núcleos de nieve en el aire enfriado para agregar partículas de nieve mediante expulsión de aire y/o agua a través de una boquilla de nucleación.
- 45
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, expandir aire comprimido a través de la boquilla de nucleación para generar núcleos de nieve para agregar partículas de nieve.
- 50
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, extraer agua del tanque de almacenamiento térmico para generar partículas de nieve.
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, agitar el agua, de manera que se desplaza la capa de nieve en el tanque de almacenamiento térmico y/o se mezcla con el agua.
- 55
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, añadir núcleos de nieve artificial o un inductor de nieve al agua, en particular proteínas inductoras de nieve, para incrementar la temperatura de nucleación de las partículas de nieve.
- 60
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, extraer el agua del tanque de almacenamiento térmico por conductos, en donde los conductos en particular están acoplados a un intercambiador de calor para enfriar un fluido en un sistema de enfriamiento externo.
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, el accionamiento de un evaporador de una bomba de calor para generar el aire enfriado en el evaporador.
- 65
- En realizaciones preferentes, el método comprende, además, intercambiar el agua con un reservorio externo.

Descripción detallada de realizaciones

5 Las características y numerosas ventajas del sistema y método correspondiente según la presente invención se entenderán mejor a partir de una descripción detallada de realizaciones preferentes en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Fig. 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un sistema de almacenamiento temporal de energía,
- 10 la Fig. 2 ilustra un diagrama de flujo esquemático de un método para almacenar energía temporalmente,
- la Fig. 3 ilustra esquemáticamente otro ejemplo de un sistema de almacenamiento temporal de energía.
- la Fig. 4 ilustra un ejemplo esquemático de una parte separada de un sistema de almacenamiento temporal de energía para generar partículas de nieve,
- 15 la Fig. 5 ilustra otro ejemplo esquemático de un sistema de almacenamiento temporal de energía en una vista parcial, y
- 20 la Fig. 6 ilustra otro ejemplo de un sistema de almacenamiento temporal de energía acoplado a una bomba de calor.

25 La Fig. 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un sistema de almacenamiento temporal de energía 10. El sistema de almacenamiento temporal de energía 10 comprende un tanque de almacenamiento térmico 12 para contener agua 14, un enfriador 16 para generar una corriente de aire enfriado 18 mediante el intercambio de calor con un refrigerante suministrado mediante conductos de refrigerante 20, y un generador de nieve 22. La corriente de aire enfriado 18 puede pasar a través del generador de nieve 22 y hasta el interior del tanque de almacenamiento térmico 12 para generar partículas de nieve 24 suspendidas en el aire enfriado 18.

30 Las partículas de nieve 24 pueden depositarse sobre el agua 14 para formar una capa de nieve 26. La capa de nieve 26 puede mezclarse con el agua 14 para enfriar el agua 14 hacia su punto de congelación y para formar una suspensión de hielo bombeable, de manera que pueda almacenarse la energía de frío en el calor latente de las partículas cristalinas de agua. El agua 14 puede bombearse desde el fondo del tanque de almacenamiento térmico 12 hacia el generador de nieve 22 por conductos 28 con una bomba 30, de manera que el sistema de almacenamiento temporal de energía 10 puede funcionar en un ciclo cerrado mediante transformación del agua 14 con bajo contenido de hielo desde el fondo del tanque de almacenamiento térmico 12 en partículas de nieve 24.

40 El enfriador 16 y el generador de nieve 22 están dispuestos dentro de una parte separada 32 del sistema de almacenamiento temporal de energía 10, que puede ser una parte separada 32 del tanque de almacenamiento térmico 12 o puede ser un compartimento separado que es externo al tanque de almacenamiento térmico 12 y que está acoplado al tanque de almacenamiento térmico 12 mediante conductos o trampillas.

45 El enfriador 16 puede aspirar aire desde el interior del tanque de almacenamiento térmico 12, p. ej., con un compresor o ventilador (no mostrado) y puede presentar elementos de intercambio de calor (no mostrados) para enfriar el aire aspirado desde el tanque de almacenamiento térmico 12 y para generar la corriente de aire enfriado 18 hacia el generador de nieve 22. Adicional o alternativamente, el generador de nieve 22 puede aspirar aire enfriado desde el enfriador 16 y puede fluir aire comparativamente más cálido hacia el interior del enfriador 16 a través de una entrada debido a la presión negativa resultante. El enfriador 16 puede ser un evaporador para evaporar el refrigerante suministrado mediante los conductos de refrigerante 20. El calor latente de evaporación para evaporar el refrigerante puede extraerse del aire en el tanque de almacenamiento térmico 12 y, por lo tanto, puede producir aire enfriado 18 en el enfriador 16. Por ejemplo, el enfriador 16 puede ser un evaporador de amoníaco que evapore amoníaco suministrado por los conductos de refrigerante 20 para generar aire enfriado 18 en la parte separada 32.

55 El generador de nieve 22 está acoplado a la corriente de aire enfriado 18, p. ej., mediante aspirado de la corriente de aire enfriado 18 con un ventilador (no mostrado), y la temperatura del aire enfriado 18 puede seleccionarse para crear condiciones ambientales adecuados para la agregación de partículas de nieve. Las partículas de nieve 24 pueden formarse a una temperatura inferior a aproximadamente 3°C. Sin embargo, la eficiencia del generador de nieve 22 puede ser dependiente de la temperatura, de manera que la corriente de aire enfriado 18 está asociada preferentemente a una temperatura inferior a 0°C o inferior a -3°C. No obstante, la temperatura de la corriente de aire enfriado 18 también puede ser más alta, por ejemplo en el caso de que aditivos en el agua 14 incrementen la temperatura de nucleación de partículas de nieve.

60 Preferentemente, el generador de nieve 22 expulsa aire comprimido y agua 14 a la corriente de aire enfriado 18 mediante boquillas para generar una niebla enfriada de núcleos de nieve y agua en la corriente de aire enfriado 18. El agua expulsada 14 puede agregarse en partículas de nieve 24 en torno a los núcleos de nieve mientras están en suspensión en la corriente de aire enfriado 18 antes de que las partículas de nieve 24 se depositen sobre la capa 26

de nieve. La capa 26 de nieve puede enfriar el agua 14 hacia el punto de congelación y consiguientemente almacenar energía de frío en el calor latente de la capa 26 de nieve. Los cañones de nieve disponibles comercialmente para la producción de nieve pueden producir varios metros cúbicos de nieve por hora, p. ej., 50 m³/h o más, y de esta manera, pueden ser compatibles con una capacidad de refrigeración del orden de MW.

El tanque de almacenamiento térmico 12 puede comprender un tanque de hormigón hermético a líquidos para contener el agua 14 que puede aislarse térmicamente para mantener pasivamente la temperatura del agua 14 en el tanque de almacenamiento térmico 12. El tanque de almacenamiento térmico 12 puede situarse bajo un centro técnico de un consumidor industrial de energía de frío y, de esta manera, podría complementar el funcionamiento de unas instalaciones (centrales) de refrigeración. El tanque de almacenamiento térmico 12 puede presentar dimensiones verticales y/o laterales de por lo menos 5 m para adaptarse a una distancia de lanzamiento del generador de nieve 22 para una capacidad de refrigeración del orden de MW. Sin embargo, el sistema de almacenamiento temporal de energía 10 también puede escalarse a dimensiones inferiores mediante el ajuste del procedimiento de producción de nieve para formar partículas de nieve 24 con un tiempo de suspensión reducido, p. ej., mediante el incremento de la proporción entre aire comprimido y agua expulsada, o proporcionando aditivos al agua, y de acuerdo con ello, proporcionarse sistemas de almacenamiento temporal 10 comparativamente de menor tamaño, según la demandad el consumidor de energía de frío.

De esta manera, puede proporcionarse un sistema versátil de almacenamiento temporal 10 de energía con medios técnicos simples. El sistema de almacenamiento temporal de energía 10 puede almacenar energía de frío a una capacidad de refrigeración seleccionable que puede seleccionarse a través del punto de operación del enfriador 16 y del generador de nieve 22, mientras que el sistema 10 podría beneficiarse de una capacidad volumétrica incrementada de almacenamiento de energía de frío debido al almacenamiento de energía de frío en el calor latente de la nieve/hielo. Simultáneamente, el agua 14 puede constituir un líquido bombeable de intercambio de calor para suministrar la energía de frío almacenada a un sistema externo de una manera controlable.

La Fig. 2 ilustra un diagrama de flujo esquemático de un método para almacenar energía temporalmente. El método comprende proporcionar agua 14 en un tanque de almacenamiento térmico 12 (S10) y generar aire enfriado 18 en el tanque de almacenamiento térmico 12 (S12). El método comprende, además, generar partículas de nieve 24 suspendidas en el aire enfriado 18, de manera que las partículas de nieve 24 se depositan sobre el agua 14 almacenada en el tanque de almacenamiento térmico 12, formando de esta manera una capa 26 de nieve sobre el agua 14 (S14).

El método puede comprender aislar térmicamente el agua 14 en el tanque de almacenamiento térmico 12, p. ej., mediante almacenamiento del agua 14 en un tanque de almacenamiento térmico 12 que presenta paredes aislantes del calor para evitar un intercambio de calor con el medio circundante. Además, el método puede comprender el bombo del agua 14 hacia el generador de nieve 22 para expulsar el agua 14 hacia el interior de la corriente de aire enfriado 18 para la nucleación y agregación de partículas de nieve 24. El método puede comprender, además, la inducción de la mezcla de la capa 26 de nieve y el agua 14 para mejorar el intercambio de calor entre la capa 26 de nieve y el agua 14, y/o para densificar la capa 26 de nieve, de manera que se forme una suspensión de hielo en el tanque de almacenamiento térmico 12.

Además, el método puede comprender la adición de aditivos al agua 14 para incrementar la temperatura de nucleación de las partículas de nieve 24, tal como inductores de nieve, o para ajustar el punto de congelación del agua 14. Por ejemplo, puede añadirse sal al agua 14 para reducir el punto de congelación del agua 14 en el caso de que el sistema 10 se acople a un congelador externo. De acuerdo con lo anterior, el sistema 10 puede adaptarse a requisitos de temperatura específicos de la aplicación, mediante el ajuste del contenido de aditivos en el agua 14, permitiendo de esta manera al sistema de almacenamiento temporal de energía 10 complementar diferentes aplicaciones de refrigeración.

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente otro ejemplo de un sistema de almacenamiento temporal de energía 10. De manera similar al funcionamiento del sistema 10 mostrado en la Fig. 1, puede almacenarse energía de frío mediante la generación de una capa 26 de nieve sobre el agua 14 con un generador de nieve 22. Un enfriador 16 puede aspirar aire del tanque de almacenamiento térmico 12 y la corriente resultante de aire enfriado 18 puede suministrarse al generador de nieve 22. Adicionalmente, una bomba 30 puede bombear agua 14 por conductos 28 hacia el generador de nieve 22 para generar partículas de nieve 24 suspendidas en la corriente de aire enfriado 18 (no mostrado). Las partículas de nieve 24 pueden depositarse sobre el agua 14, formando la capa 26 de nieve.

Puede disponerse un agitador 34 en el tanque de almacenamiento térmico 12 para agitar el agua 14 y para desplazar la capa 26 de nieve. Mediante la agitación del agua 14, la capa 26 de nieve puede distribuirse por todo el tanque de almacenamiento térmico 12 para proporcionar un intercambio de calor más uniforme entre el agua 14 y la capa 26 de nieve. Además, el accionamiento del agitador 34 puede mezclar la capa 26 de nieve y el agua 14 para incrementar adicionalmente la transferencia de calor y para inducir la formación de una suspensión de hielo. La suspensión de hielo puede proporcionar un almacenamiento de energía más denso, a la vez que mantiene la bombeabilidad, de manera que la suspensión de hielo en el agua 14 pueda utilizarse para el intercambio de energía con sistemas externos. Aunque el agitador 34 se ilustra como un agitador mecánico 34, el experto apreciará que igualmente pueden

ES 3 014 730 T3

utilizarse otros tipos de agitadores, tales como conductos de aire para inducir el movimiento del agua 14 mediante la generación de burbujas de aire, para la agitación del agua 14.

5 Tal como se ilustra en la Fig. 3, el tanque de almacenamiento térmico 12 puede acoplarse mediante conductos 36 de extracción a un intercambiador 38 de calor que, a su vez, puede acoplarse a conductos 40 de fluido externo para intercambiar calor entre el agua 14 y un fluido externo, p. ej., un líquido de enfriamiento. El agua 14 puede extraerse del tanque de almacenamiento térmico 12 a una temperatura próxima al punto de congelación del agua 14, tal como 0°C o -3°C, para el enfriamiento del fluido externo en los conductos externos 40 hacia dicha temperatura o una temperatura más alta, p. ej., 6°C para aplicaciones de refrigeración, o 12°C para aplicaciones de aire acondicionado.
10 Tras pasar el intercambiador de calor 38, el agua 14 puede devolverse al tanque de almacenamiento térmico 12 por conductos de retorno 42.

15 Tal como se ilustra adicionalmente en la Fig. 3, el sistema 10 puede comprender, además, un rociador 44 para humectar la capa 26 de nieve sobre el agua 14. La nieve generada artificialmente puede presentar una densidad de entre aproximadamente 300 y 500 kg/m³. Mediante la humectación de la capa 26 de nieve, la capa 26 de nieve puede fundirse parcialmente y el agua que humecta la capa 26 de nieve puede (re-)congelarse, de manera que puede generarse una capa 26 de nieve densificada. Además, la humectación de la capa 26 de nieve con un rociador 44 puede inducir la mezcla de la capa 26 de nieve con el agua 14, induciendo una suspensión de hielo bombeable.

20 El rociador 44 puede acoplarse a un conductor de retorno 42 del intercambiador 38 de calor. Por lo tanto, el agua devuelta por los conductos de retorno 42 desde el intercambiador 38 de calor puede rociarse sobre la capa 26 de nieve a una temperatura incrementada, de manera que se enfríe eficientemente el agua devuelta por los conductos 42 de retorno, a la vez que densifica la capa 26 de nieve.

25 Por lo tanto, el sistema de almacenamiento temporal de energía 10 puede proporcionar un almacenamiento denso de energía de frío mediante la mezcla selectiva de la capa 26 de nieve formada sobre el agua 14 con el agitador 34 y/ con el rociador 44.

30 La Fig. 4 ilustra un ejemplo esquemático de una parte separada 32 de un sistema de almacenamiento temporal de energía 10 para transferencia de energía de potencia a frío y para generar partículas de nieve 24. La parte separada 32 aloja un enfriador 16 acoplado a conductos de refrigerante 20 para generar aire enfriado 18 en la parte separada 32. La parte separada 32 aloja, además, un generador de nieve 22 que comprende un ventilador 46 para aspirar el aire enfriado 18 y generar una corriente de aire enfriado 18 a través del generador de nieve 22. El generador de nieve 22 comprende, además, una pluralidad de boquillas 48a, 48b para expulsar agua y/o aire hacia el interior de la corriente de aire enfriado 18 para crear núcleos de nieve y para generar partículas de nieve 24 suspendidas en la corriente de
35 aire enfriado 18.

40 La pluralidad de boquillas 48a, 48b puede comprender boquillas de nucleación para mezclar aire comprimido y agua 14 extraídos del tanque de almacenamiento térmico 12 y para expulsar la mezcla de aire comprimido y agua al interior de la corriente de aire enfriado 18 con el fin de crear núcleos de nieve. El agua 14 puede extraerse por conductos 28 con una bomba y el aire comprimido puede ser aire del tanque de almacenamiento térmico 12. Por ejemplo, el generador de nieve 22 puede comprender un compresor interno (no mostrado) para comprimir aire en el generador de nieve 22. Con la expansión, la mezcla de aire comprimido/aire-agua puede enfriarse, induciendo de esta manera núcleos de nieve dentro de la corriente de aire enfriado 18.
45

Adicional o alternativamente, la pluralidad de boquillas 48a, 48b puede comprender boquillas para expulsar aire comprimido o agua hacia el interior de la corriente de aire enfriado 18, de manera que corrientes del aire en expansión y las gotas de agua expulsadas se cruzan en el interior del generador de nieve 22, generando núcleos de nieve. Pueden proporcionarse boquillas 48a, 48b de agua adicionales para pulverizar agua hacia el interior de la corriente de
50 aire enfriado 18, de manera que se proporcione una niebla de gotas de agua en la corriente de aire enfriado 18.

55 La corriente de aire enfriado 18 puede llevar la niebla de los núcleos de nieve y gotas de agua expulsadas de la pluralidad de boquillas 48a, 48b hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico 12, de manera que las moléculas de agua pueden agregarse en torno a los núcleos de nieve para formar partículas de nieve 24, a la vez que el calor latente requerido puede extraerse de la corriente de aire enfriado 18.

60 La corriente de aire enfriado 18 que sale de la parte separada 32 puede presentar una temperatura inferior al punto de congelación del agua 14, tal como -3°C o -10°C, de manera que pueda llevarse a cabo un procedimiento de producción de nieve mediante el generador de nieve 22 de manera eficiente bajo condiciones ambientales adecuadas, incrementando eficazmente la capacidad de refrigeración del sistema de almacenamiento temporal de energía 10. Por ejemplo, los cañones de nieve disponibles comercialmente pueden generarse hasta aproximadamente 50 m³/h de nieve en el caso de que la temperatura del aire ambiente sea de aproximadamente -10°C. En el sistema de almacenamiento temporal de energía 10, la temperatura del aire ambiente puede ajustarse mediante el enfriador 16, de manera que pueden crearse artificialmente condiciones ambientales adecuadas para la producción de nieve,
65 mediante el control de la temperatura y la humedad de la corriente de aire enfriado 18 suministrado al enfriador 16 hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico 12. Por lo tanto, las condiciones ambientales en el tanque de

almacenamiento térmico 12 pueden aproximarse a las condiciones ambientales óptimas para la producción de nieve, de manera que el agua 14 puede transformarse en partículas de nieve 24 con elevada eficiencia/capacidad de refrigeración.

5 En algunas realizaciones, pueden añadirse inductores de nieve o núcleos de nieve artificial a modo de aditivos al agua 14, de manera que puede incrementarse la temperatura de nucleación para generar núcleos de nieve. Por lo tanto, puede mejorarse adicionalmente la eficiencia y/o capacidad de refrigeración del procedimiento de generación de nieve.

10 El generador de nieve 22 puede comprender el ventilador 46 para generar la corriente de aire enfriado 18 más allá de la pluralidad de boquillas 48a, 48b, de manera similar al funcionamiento de un cañón de nieve, que aspira aire frío del medio circundante para expulsar una niebla de núcleos de nieve y gotas de agua sobre las pistas de esquí para generar partículas de nieve 24 artificial. El ventilador 46 puede incrementar el flujo de la corriente de aire enfriado 18 y, de esta manera, puede incrementar el rendimiento del generador de nieve 22. Adicional o alternativamente, puede aspirarse aire al interior del enfriador 16 y la corriente resultante de aire enfriado 18 puede soplar hacia el exterior de la parte separada 32 a través de una abertura asociada a un generador de nieve 22 que puede no presentar un ventilador 46, tal como una lanza de nieve. En algunas realizaciones, el enfriador 16 y el generador de nieve 22 están integrados en una parte compuesta de enfriamiento y generación de nieve del sistema 10, y hay dispuesto un ventilador 46 en la parte compuesta de enfriamiento y generación de nieve a lo largo del camino del aire hacia el interior del enfriador 16 y a través del generador de nieve 22.

20 La Fig. 5 ilustra otro ejemplo esquemático de un sistema de almacenamiento temporal de energía 10 que incluye una parte separada 32 que comprende un enfriador 16 y un generador de nieve 22. La parte separada 32 se dispone dentro de paredes del tanque de almacenamiento térmico 12 y está configurada para aspirar aire desde el tanque de almacenamiento térmico 12 hacia el interior de la parte separada 32 y más allá de los intercambiadores de calor del enfriador 16. La corriente resultante de aire enfriado 18 puede pasar por una abertura de la parte separada 32 hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico 12, a la vez que pasa una pluralidad de boquillas 48a, 48b del generador de nieve 22.

30 La pluralidad de boquillas 48a, 48b del generador de nieve 22 puede generar una niebla de núcleos de nieve y gotas de agua hacia el interior de la corriente de aire enfriado 18 mediante la expansión de aire comprimido suministrado mediante un compresor 50. Tal como se ilustra en la Fig. 5, el compresor 50 puede disponerse en el exterior del tanque de almacenamiento térmico 12 y el aire comprimido puede guiarse hacia la pluralidad de boquillas 48a, 48b hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico 12. De acuerdo con lo anterior, el calor generado por el funcionamiento del compresor 50 puede intercambiarse con el medio circundante, y no calentar directamente componentes del sistema de almacenamiento temporal de energía 10. De acuerdo con ello puede mejorarse la eficiencia térmica del procedimiento de producción de nieve del generador de nieve 22. En algunas realizaciones, el compresor 50 o conductos desde el compresor 50 hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico 12 están acoplados al enfriador 16, de manera que el aire comprimido se enfría previamente a la expulsión por la pluralidad de boquillas 48a, 48b.

40 De manera similar, pueden disponerse otros componentes generadores de calor, tales como la bomba 30, en el exterior del tanque de almacenamiento térmico 12 y/o acoplarse al enfriador 16, de manera que puede mejorarse adicionalmente la eficiencia térmica del sistema 10.

45 En algunas realizaciones, el sistema de almacenamiento temporal de energía 10 está acoplado adicionalmente a una bomba de calor, de manera que el sistema de almacenamiento temporal de energía 10 también pueda actuar como una fuente de calor artificial para la bomba de calor en un sistema compuesto de potencia a calor y potencia a frío.

50 La Fig. 6 ilustra un ejemplo de un sistema de almacenamiento temporal de energía 10, de manera similar al ejemplo ilustrado en la Fig. 1, en donde el enfriador 16 comprende un evaporador de una bomba de calor 52. El evaporador puede acoplarse mediante conductos de refrigerante 20 a un condensador 54 de la bomba de calor 52 para transferir calor hacia un circuito 56 de calentamiento externo. El refrigerante de la bomba de calor 52 puede pasarse a través de una válvula 58 de expansión antes de llegar al evaporador en forma líquida. En el evaporador, puede absorberse calor del enfriador 16 para evaporar el refrigerante en los conductos de refrigerante 20. A continuación, el refrigerante puede comprimirse mediante un compresor 60 de bomba de calor para proporcionar un refrigerante caliente hacia el condensador 54 en una cara opuesta (caliente) de la bomba de calor 52, donde se condensa el refrigerante, a la vez que se suministra calor al circuito 56 de calentamiento externo.

60 Por lo tanto, el enfriador 16 y el almacenamiento temporal 10 de energía asociado pueden actuar como una fuente de calor de la bomba de calor 52, en donde la energía térmica extraída del enfriador 16 por la bomba de calor 52 enfría el aire/agua 14 en el tanque de almacenamiento térmico 12 y se utiliza para crear partículas de nieve 24 en el tanque de almacenamiento térmico 12 para formar la capa 26 de nieve sobre el agua 14. El calor latente almacenado en el agua cristalizada seguidamente puede proporcionarse a consumidores de frío a demanda mediante intercambio de calor con el agua 14, o puede retenerse en el tanque de almacenamiento térmico 12 a densidad de almacenamiento comparativamente alta.

65

5 Cuando la capa de nieve 26 se acumula en el tanque de almacenamiento térmico 12, p. ej., en el caso de que la demanda de calor exceda la demanda de energía de frío, la mezcla de agua/suspensión de hielo 14 puede bombearse hacia el exterior del tanque de almacenamiento térmico 12 hacia un reservorio externo, tal como un lago artificial (no mostrado), mediante una bomba 62. El tanque de almacenamiento térmico 12 posteriormente puede llenarse con agua procedente de un reservorio externo 64, tal como un lago o río, con el fin de continuar funcionando como fuente de calor a temperatura fija para la bomba de calor 52, reduciendo efectivamente el coste de instalación de la bomba de calor 52.

10 La descripción de las realizaciones preferentes y las figuras sirve meramente para ilustrar la invención, y los efectos beneficiosos asociado a la misma, pero no debe entenderse que implica ninguna limitación. El alcance de la invención debe determinarse exclusivamente a partir de las reivindicaciones adjuntas.

Lista de números de referencia

- 10 sistema de almacenamiento temporal de energía
- 12 tanque de almacenamiento térmico
- 14 mezcla de agua/suspensión de hielo
- 16 enfriador
- 18 aire enfriado
- 20 conductos de refrigerante
- 22 generador de nieve
- 24 partículas de nieve
- 26 capa de nieve
- 28 conducto
- 30 bomba
- 32 parte separada del tanque de almacenamiento térmico
- 34 agitador
- 36 conductos de extracción
- 38 intercambiador de calor
- 40 conductos externos
- 42 conductos de retorno
- 44 rociador
- 46 ventilador
- 48a, 48b boquillas
- 50 compresor
- 52 bomba de calor
- 54 condensador
- 56 circuito de calentamiento externo
- 58 válvula de expansión
- 60 compresor de bomba de calor
- 62 bomba
- 64 reservorio externo

15

REIVINDICACIONES

1. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10), en donde el sistema (10) comprende:
 5 un tanque de almacenamiento térmico (12) para almacenar agua (14),
 un enfriador (16) que comprende un evaporador de una bomba de calor (52) configurado para generar aire
 enfriado (18) en el tanque de almacenamiento térmico (12), y
 un generador de nieve (22) configurado para generar partículas de nieve (24) suspendidas en el aire enfriado
 (18), de manera que las partículas de nieve (24) se depositan sobre el agua (14) almacenada en el tanque
 10 de almacenamiento térmico (12) para formar una capa de nieve (26) sobre el agua (14),
 en donde el enfriador (16) y el generador de nieve (22) están dispuestos en una parte separada (32) del
 sistema de almacenamiento temporal de energía (10), y
 en donde el generador de nieve (22) comprende un ventilador (46) para generar una corriente de aire enfriado
 (18) desde el enfriador (16) a través del generador de nieve (22) y que sale por la parte separada (32) hacia
 15 el interior del tanque de almacenamiento térmico (12).
2. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10) según la reivindicación 1, en el que el generador (22)
 de nieve comprende una boquilla de nucleación (48a, 48b) para expulsar aire y/o agua (14), de manera que
 los núcleos de nieve se forman en el aire enfriado (18) para agregar partículas de nieve (24),
 20 en donde el generador de nieve (22) comprende en particular un compresor (50) para generar aire
 comprimido, en donde el aire comprimido se expande a través de la boquilla de nucleación (48a, 48b),
 generando núcleos de nieve para agregar partículas de nieve (24).
3. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 en el que el ventilador (46) aspira el aire enfriado (18) procedente del enfriador (16) para soplar una niebla
 25 de aire enfriado (18) y núcleos de nieve hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico (12),
 agregando de esta manera partículas de nieve (14) en el interior de dicha niebla en el tanque de
 almacenamiento térmico (12).
4. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 30 en el que el generador de nieve (22) aspira agua (14) del tanque de almacenamiento térmico (12) para generar
 partículas de nieve (24).
5. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 que comprende, además, un rociador (44) para humectar la capa de nieve (26), en donde el rociador (44) en
 35 particular aspira agua (14) del tanque de almacenamiento térmico (12) para humectar la capa de nieve (26)
 con dicha agua (14), y/o
 en donde el sistema (10) comprende, además, un agitador (34) para agitar el agua (14) en el tanque de
 almacenamiento térmico (12), de manera que se desplaza la capa de nieve (26) en el tanque de
 40 almacenamiento térmico (12) y/o se mezcla con el agua (14).
6. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 en donde el tanque de almacenamiento térmico (12) está acoplado a conductos (36) para extraer el agua (14)
 del tanque de almacenamiento térmico (12), en donde los conductos (36) están acoplados en particular a un
 45 intercambiador (38) de calor para enfriar un fluido en un sistema externo (40) de enfriamiento, y/o
 en donde el enfriador (16) comprende un evaporador de una bomba de calor (52), y/o
 en donde el sistema (10) está configurado para intercambiar el agua (14) con un reservorio externo (64).
7. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 en donde el tanque de almacenamiento térmico (12) comprende núcleos de nieve artificial o un inductor de
 50 nieve, en particular proteínas inductoras de nieve, para incrementar la temperatura de nucleación de las
 partículas de nieve (24).
8. Sistema de almacenamiento temporal de energía (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 en donde el tanque de almacenamiento térmico (12) comprende, además, un intercambiador de calor para
 55 intercambiar directamente calor con el agua (14) para enfriar dicha agua (14).
9. Método para almacenar temporalmente energía en el sistema de almacenamiento temporal de energía según
 cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el método comprende:
 60 proporcionar agua (14) a un tanque de almacenamiento térmico (12),
 generar aire enfriado (18) en una parte separada (32) utilizando un enfriador (16) que comprende un
 evaporador de una bomba de calor (52),
 generar, con un ventilador (46), una corriente de aire enfriado (18) desde el enfriador (16) a través de un
 generador de nieve (22) y saliendo de la parte separada (32) hacia el interior del tanque de almacenamiento
 65 térmico (12), y
 generar, con el generador de nieve (22), partículas de nieve (24) suspendidas en la corriente de aire enfriado
 (18),

ES 3 014 730 T3

de manera que las partículas de nieve (24) se depositan sobre el agua (14) almacenada en el tanque de almacenamiento térmico (12) y forman de esta manera una capa de nieve (26) sobre el agua (14).

- 5 10. Método según la reivindicación 9, que comprende, además, humectar la capa de nieve (26) con el agua (14), y/o en donde el método comprende, además, agitar el agua (14), de manera que la capa de nieve (26) es desplazada en el tanque de almacenamiento térmico (12) y/o mezclada con el agua (14).
- 10 11. Método según la reivindicación 9 o 10, en el que el ventilador (46) aspira el aire enfriado (18) procedente del enfriador (16) para soplar una niebla de aire enfriado (18) y núcleos de nieve hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico (12), agregando de esta manera partículas de nieve (24) dentro de dicha niebla hacia el interior del tanque de almacenamiento térmico (12).
- 15 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende, además, formar núcleos de nieve en el aire enfriado (18) para agregar partículas de nieve (24) mediante expulsión de aire y/o agua (14) por una boquilla (48a, 48b) de nucleación, en donde el método en particular comprende además expandir aire comprimido a través de la boquilla (48a, 48b) de nucleación para generar núcleos de nieve para agregar partículas de nieve (24).
- 20 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende, además, aspirar agua (14) procedente del tanque de almacenamiento térmico (12) para generar partículas de nieve (24).
- 25 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende, además, añadir núcleos de nieve artificial o un inductor de nieve al agua (14), en particular proteínas inductoras de nieve, para incrementar la temperatura de nucleación de las partículas de nieve (24).
- 30 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, que comprende, además, extraer el agua (14) del tanque de almacenamiento térmico (12) por conductos (36), en donde los conductos (36) están, en particular, acoplados a un intercambiador de calor (38) para enfriar un fluido en un sistema externo (10) de enfriamiento, y/o en donde el método comprende, además, accionar un evaporador de una bomba de calor (52) para generar el aire enfriado (18) en el evaporador, y/o en donde el método comprende, además, intercambiar el agua (14) con un reservorio externo (64).

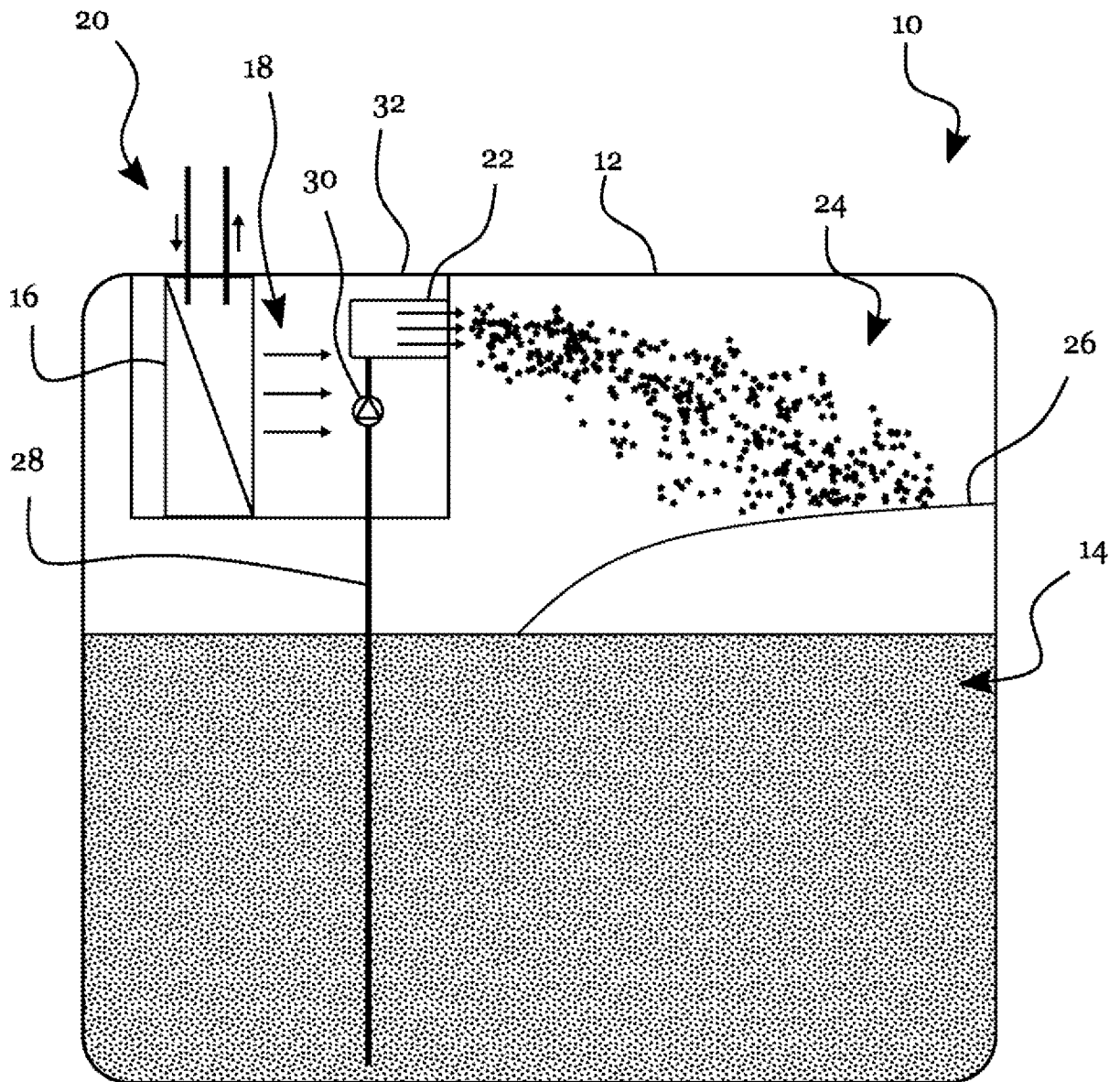


Fig. 1

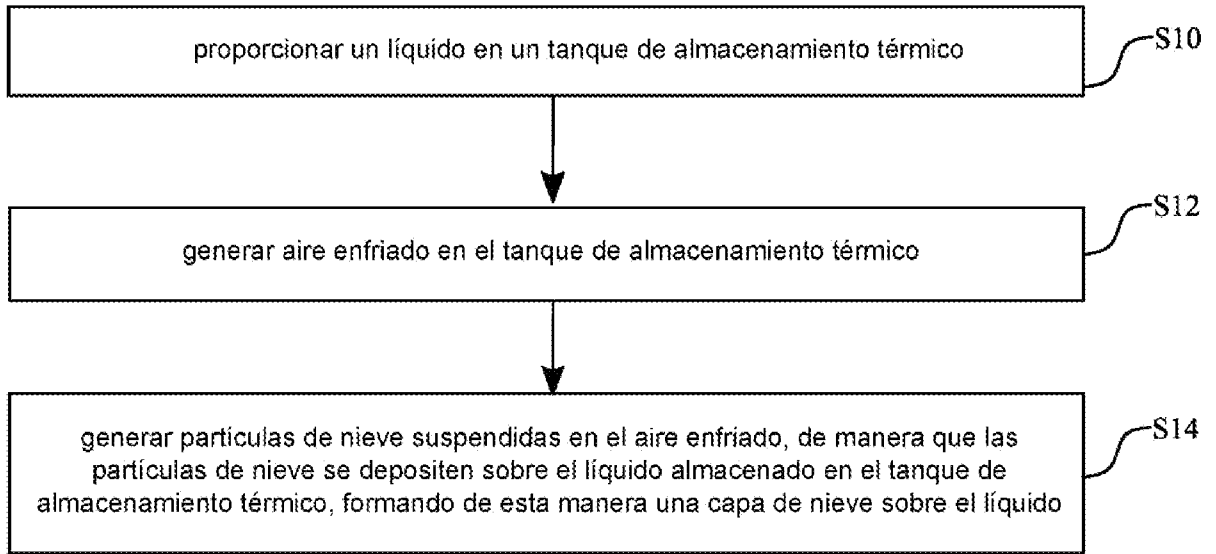


Fig. 2

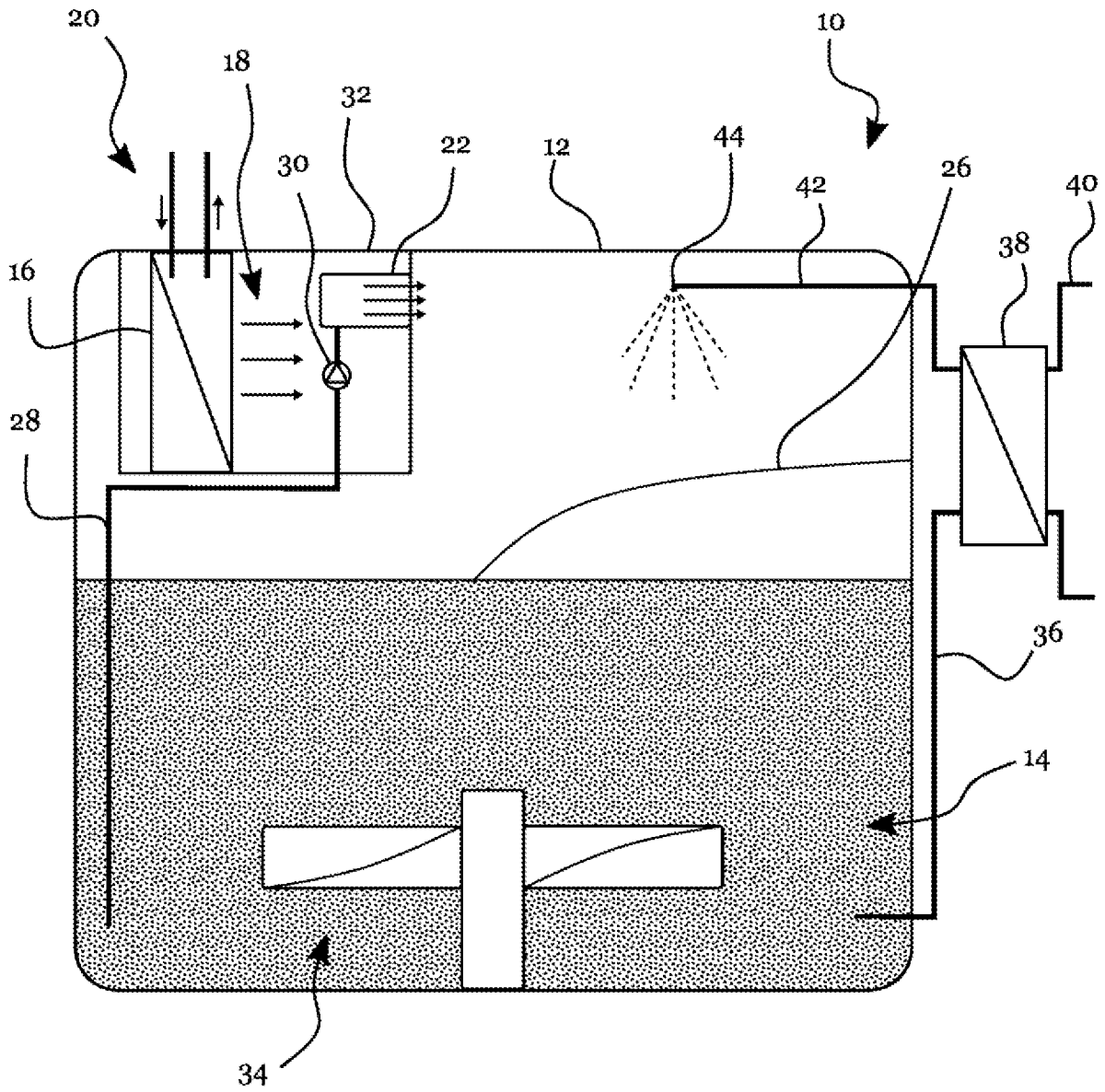


Fig. 3

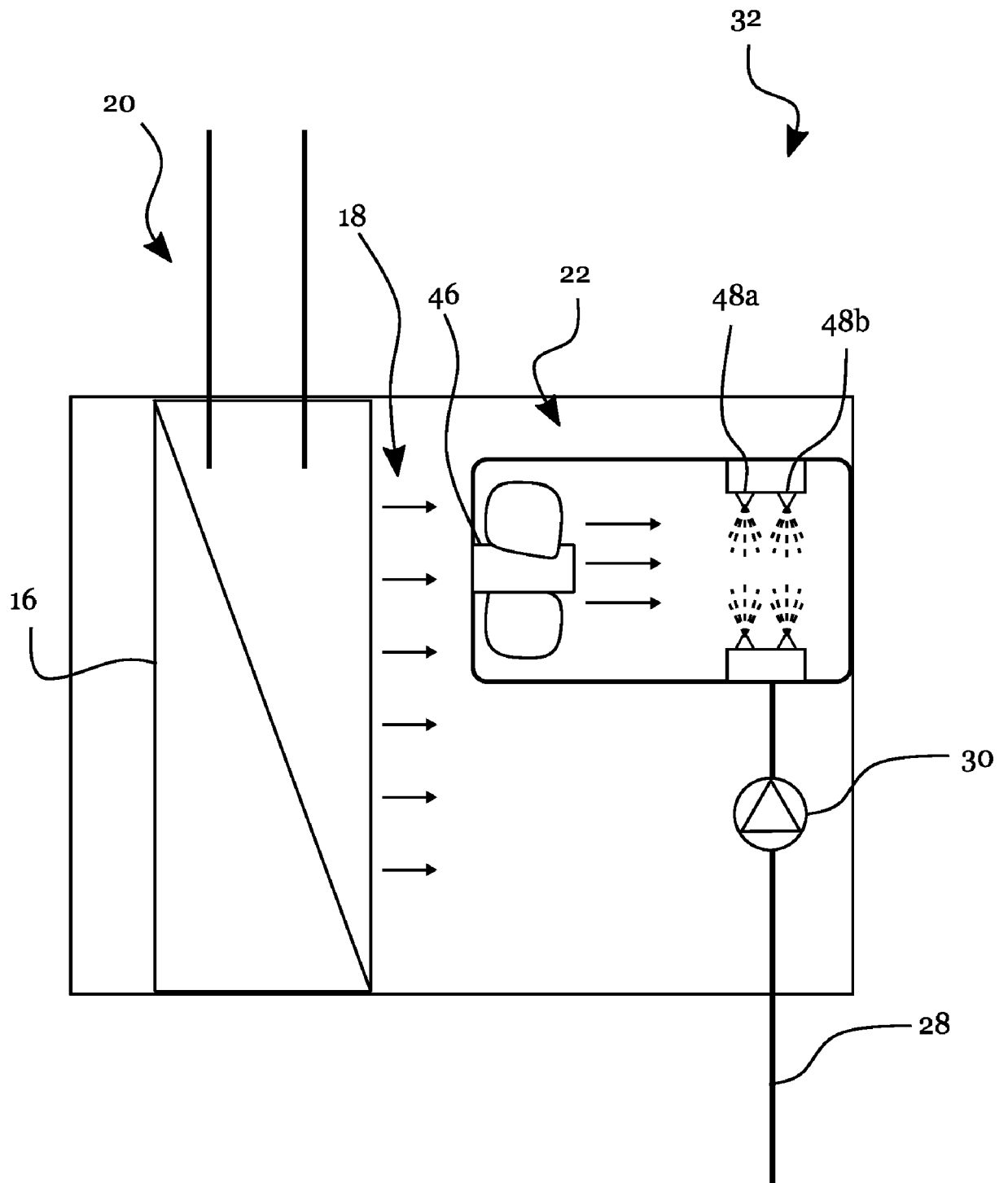


Fig. 4

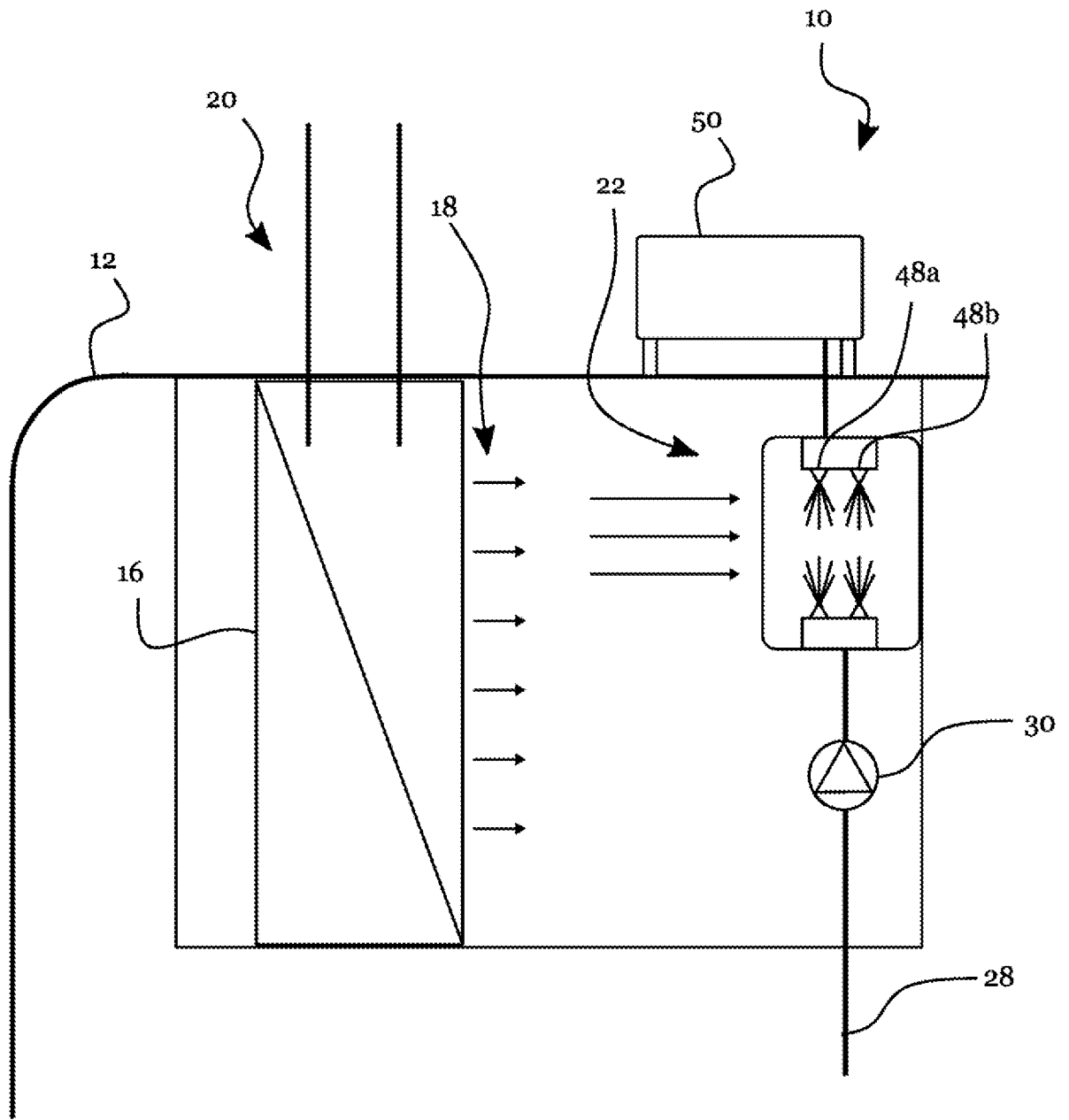


Fig. 5

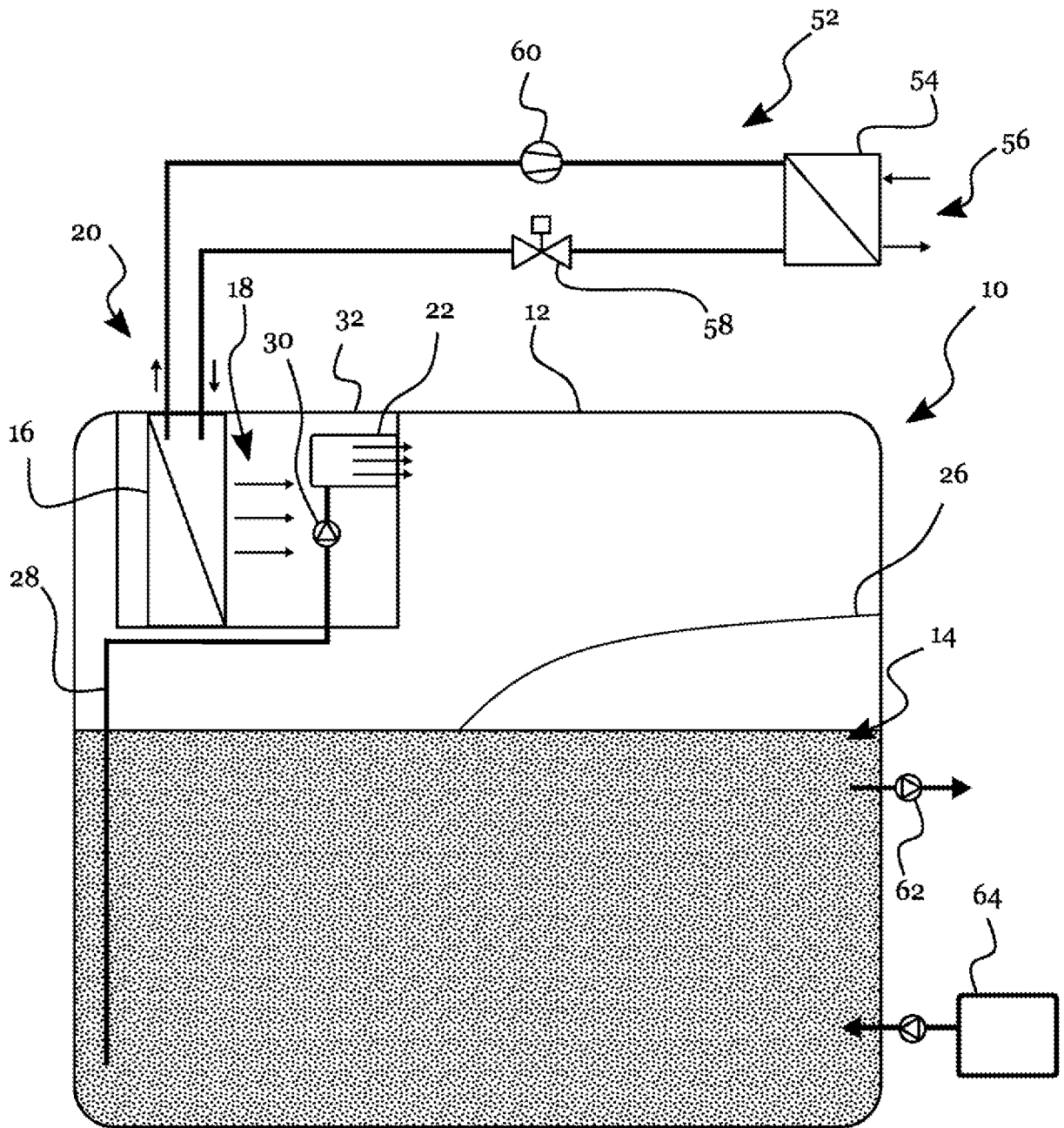


Fig. 6