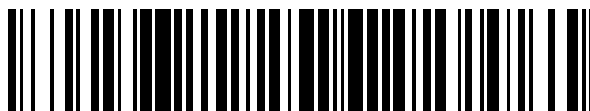


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 775**

51 Int. Cl.:

F24S 20/20 (2006.01)

F24S 60/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2016** **E 16705904 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019** **EP 3254035**

54 Título: **Central solar con un primer circuito de portador de calor y un segundo circuito de portador de calor**

30 Prioridad:

05.02.2015 EP 15153990

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

05.08.2019

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
67056 Ludwigshafen, DE**

72 Inventor/es:

**WORTMANN, JÜRGEN;
LADENBERGER, MICHAEL;
FEDERSEL, KATHARINA y
MAURER, STEPHAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 721 775 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

Central solar con un primer circuito de portador de calor y un segundo circuito de portador de calor

5 La invención parte de una central solar con un primer circuito de portador de calor y un segundo circuito de portador de calor, en la que el primer circuito de portador de calor comprende un acumulador para el medio portador de calor caliente y un acumulador para el medio portador de calor frío, así como un sistema de tuberías que conecta los acumuladores para el medio portador de calor caliente y el medio portador de calor frío y que pasa por un campo solar y en la que el segundo circuito de portador de calor comprende un sistema de tuberías que conecta los acumuladores para el medio portador de calor caliente y el medio portador de calor frío en el que está alojado al menos un intercambiador de calor para la evaporación y el sobrecalentamiento de agua, presentando el intercambiador de calor una zona por la que fluye el medio portador de calor y una zona por la que fluye agua, que están separadas por una pared termoconductora, de modo que el calor puede ser transmitida del medio portador de calor al agua.

15 Las centrales solares se usan habitualmente para transformar energía solar en energía eléctrica. En centrales solares de concentración lineal, como centrales solares de canales parabólicos o centrales solares de Fresnel o en centrales de torre se calienta para ello un medio portador de calor mediante energía solar incidente y se almacena de forma intermedia en un acumulador caliente. El receptor central de una central de torre corresponde aquí al campo solar de un central solar de concentración lineal. Esto permite la generación de energía eléctrica también durante los tiempos en los que no hay sol. El medio portador de calor calentado se usa para evaporar y sobrecalentar agua en un intercambiador de calor. Para ello, el medio portador de calor se conduce del acumulador caliente a través del intercambiador de calor y se acumula a continuación en un acumulador frío. El medio portador de calor del acumulador frío puede volver a calentarse a continuación nuevamente mediante la energía solar incidente. El vapor sobrecalentado generado se usa para accionar una turbina que está conectada con un generador para la generación de corriente. Para el calentamiento del medio portador de calor, este se hace pasar por llamados receptores, en los que se concentra la energía solar incidente con ayuda de espejos y se dirige sobre una tubería por la que fluye el medio portador de calor.

20 Para un funcionamiento eficiente de la central solar, como medio portador de calor se usan por regla general sales fundidas, que pueden calentarse a temperaturas de más de 400°C. Las sales que se usan habitualmente como medio portador de calor son nitratos o nitritos de los metales alcalinos, por ejemplo nitrato de potasio, nitrito de potasio, nitrato de sodio, nitrito de sodio o mezclas de estos. Una sal adecuada es por ejemplo la llamada sal solar, una mezcla de nitrato de potasio y nitrato de sodio en una relación de peso de 40 : 60.

35 En el intercambiador de calor para la evaporación y el sobrecalentamiento del vapor el medio portador de calor fluye por una primera zona y agua fluye por una segunda zona. La zona por la que fluye el medio portador de calor está separada por una pared termoconductora de la zona por la que fluye el agua. Los intercambiadores de calor usados habitualmente son por ejemplo intercambiadores de calor de haz tubular, en los que fluye un medio por tubos y el segundo medio por la zona alrededor de los tubos. Otros intercambiadores de calor usados habitualmente son por ejemplo intercambiadores de calor de placas o los intercambiadores de calor espirales.

40 En los intercambiadores de calor para el precalentamiento, la evaporación y el sobrecalentamiento de agua, como se usan en centrales solares, se genera habitualmente vapor de agua con una presión de más de 100 bar, visto en perspectiva de hasta 280 bar en centrales supercríticas. Por el otro lado, la presión del medio portador de calor asciende por regla general a menos de 20 bar en centrales solares de concentración lineal y en centrales de torre a menos de 30 bar. Por esta gran diferencia de presión que va unida a caudales elevados, que pueden generar torbellinos y por lo tanto fluctuaciones de la presión y en consecuencia de ello vibraciones, el intercambiador de calor y en particular las paredes que separan el agua del medio portador de calor, están expuestos a una gran carga continua mecánica, que puede conducir a un fallo de la pared por rotura. Esto puede provocar una entrada masiva de agua en el medio portador de calor. A las temperaturas que se producen en centrales solares, de p.ej. 565°C en centrales de torre actuales, el agua tiene un efecto de descomposición sobre los nitratos y nitritos de los metales alcalinos. De los nitritos se forman en presencia de agua nitratos, que tienen un punto de fusión sustancialmente más elevado. Además, se forman óxidos de nitrógeno e hidróxidos alcalinos. Los óxidos de nitrógeno contribuyen aquí a una expansión del volumen que, en caso de impedirse una salida, por ejemplo por el primer circuito de portador de calor cerrado, conduce a un claro aumento de la presión. Este aumento de la presión puede conducir a continuación a una destrucción de otras partes de la instalación, por ejemplo de los acumuladores. En los centrales solares actuales, este escenario solo puede impedirse mediante partes de instalación de dimensiones suficientemente grandes.

55 Además de la carga mecánica adicional que se produce por la formación de los óxidos de nitrógeno y el aumento de la presión que va unido a ello, resulta también una carga química de la instalación, puesto que los hidróxidos de metales alcalinos que se forman son fuertemente básicos y tienen un efecto corrosivo en aceros altamente aleados. Esto conduce a una vida útil reducida de los componentes de la instalación. La transformación de nitritos en nitratos y el aumento de la temperatura de fusión que va unido a ello puede conducir además a una pérdida de la

aplicabilidad de las sales fundidas usadas como medio portador de calor, puesto que estas se congelan a las temperaturas concebidas para la composición original y pueden conducir así a daños en la central solar. Si bien en principio es posible una regeneración de las sales fundidas con neutralización de la base y reducción de los nitratos, no siempre puede realizarse sin más en instalaciones existentes.

5 Para evitar daños por la rotura de las paredes en el intercambiador de calor se usan actualmente por ejemplo intercambiadores de calor que presentan paredes dobles. De este modo se rompe en primer lugar solo una pared y la segunda pared impide un fallo total. La rotura de una pared puede detectarse mediante un control del espacio intermedio y en caso de una rotura puede interrumpirse a tiempo el funcionamiento del intercambiador de calor, antes de producirse más daños. El inconveniente de una pared doble de este tipo es, no obstante, su peor capacidad de transmisión de calor en comparación con una pared simple.

15 En el documento EP-A 2 600 058 se da a conocer que en unas tuberías por las que fluye un medio de trabajo, por ejemplo agua, en un intercambiador de calor están previstos dispositivos de cierre. Como medio portador de calor se usan por ejemplo sales fundidas, que fluyen en el exterior alrededor de las tuberías del intercambiador de calor. Los dispositivos de cierre se usan para regular la densidad de flujo del medio de trabajo por el intercambiador de calor para impedir inestabilidades estáticas y dinámicas. Estos dispositivos de cierre no cierran las tuberías de entrada para el medio portador de calor y por lo tanto no pueden impedir que un medio portador de calor contaminado con agua llegue a un sistema de acumuladores dispuesto a continuación.

20 Dichos dispositivos de cierre pueden ofrecer en principio solo un aseguramiento parcial de un intercambiador de calor cerrando la entrada de agua. Además, hay que tener en cuenta que los órganos de ajuste reguladores no son suficientemente estancos sin un equipamiento adicional para que puedan usarse como órganos de cierre y que por lo tanto no pueden servir para un cierre suficientemente estanco de la entrada de agua.

25 El documento DE 10 2011 007 650 A1 da a conocer una central solar con un primero y un segundo circuito de portador de calor, en la que el primer circuito de portador de calor comprende un acumulador para el medio portador de calor caliente y un acumulador para el medio portador de calor frío, así como un sistema de tuberías que conecta los acumuladores para el medio portador de calor caliente y el medio portador de calor frío y que pasa por un campo solar. El segundo circuito de portador de calor comprende un sistema de tuberías que conecta los acumuladores para el medio portador de calor caliente y para el medio portador de calor frío, en el que está alojado un intercambiador de calor para la evaporación y el sobrecalentamiento de agua, presentando el intercambiador de calor una zona por la que fluye el medio portador de calor y una zona por la que fluye agua, que están separadas por una pared termoconductora, de modo que el calor puede transmitirse del medio portador de calor al agua.

30 El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, poner a disposición una central solar que pueda hacerse funcionar de forma segura, sin los inconvenientes de los aparatos conocidos, como una capacidad de transmisión de calor reducida.

35 Este objetivo se consigue mediante una central solar con un primer circuito de portador de calor y un segundo circuito de portador de calor, en la que el primer circuito de portador de calor comprende un acumulador para el medio portador de calor caliente y un acumulador para el medio portador de calor frío, así como un sistema de tuberías que conecta los acumuladores para el medio portador de calor caliente y el medio portador de calor frío y que pasa por un campo solar y el segundo circuito de portador de calor comprende un sistema de tuberías que conecta los acumuladores para el medio portador de calor caliente y el medio portador de calor frío, en el que está alojado al menos un intercambiador de calor para la evaporación y el sobrecalentamiento de agua, presentando el al menos un intercambiador de calor una zona por la que fluye el medio portador de calor caliente y una zona por la que fluye el agua, que están separadas por una pared termoconductora, de modo que puede transmitirse calor del medio portador de calor al agua, presentando cada intercambiador de calor un sistema de detección de roturas con el que puede detectarse una posible rotura de la pared termoconductora y válvulas para el cierre de tuberías de entrada y tuberías de salida para el medio portador de calor y el agua, pudiendo cerrarse las válvulas en las tuberías de entrada y en las tuberías de salida para el medio portador de calor y el agua en caso de detectarse una rotura.

45 En el marco de la presente invención, el término "agua" se usa independientemente de su estado de agregación. En la entrada al intercambiador de calor, el agua se presenta en estado líquido, en el interior del intercambiador de calor, en el que el agua se evapora y sobrecalienta, se presenta como vapor saturado y vapor sobrecalentado, de modo que el agua sale del intercambiador de calor en forma de vapor saturado o vapor sobrecalentado a través de la tubería de salida.

55 El precalentador, evaporador y el sobrecalentador se construyen sobre todo en forma de intercambiadores de calor de haz tubular. En una forma de realización, el medio de trabajo, por ejemplo agua, se conduce mediante bombas o en circulación natural por los tubos del haz tubular del intercambiador de calor. El medio portador de calor, por ejemplo sales fundidas, se encuentra en el lado exterior de los tubos en el recipiente del intercambiador de calor y calienta el medio de trabajo que fluye por los tubos del haz tubular. Gracias a diámetros de tubos relativamente pequeños, en las tuberías pueden mantenerse presiones elevadas con espesores de pared solo reducidos. La

generación de vapor se realiza en el interior de los tubos. Por lo tanto, en esta forma de realización los tubos están cargados con presión. No obstante, de forma alternativa también es posible conducir el medio de trabajo por el recipiente del intercambiador de calor y el medio portador de calor, por ejemplo sales fundidas, en el interior de los tubos. En esta forma de realización, el recipiente del intercambiador de calor está cargado con presión. Las dos formas de realización son aplicables de forma independiente una de la otra al precalentador; al evaporador y al calentador. Es decir, por ejemplo es posible realizar el evaporador con la segunda forma de realización con medio portador de calor que fluye por los tubos y el sobrecalentador con la primera forma de realización con medio de trabajo que fluye por los tubos. No obstante, también pueden usarse todas las demás combinaciones.

Gracias al cierre de las tuberías de entrada y tuberías de salida para el medio portador de calor y el agua se impide, por un lado, que tras una rotura pueda seguir entrando agua sin impedimentos en el primer circuito de portador de calor y, por otro lado, que el medio portador de calor contaminado con agua siga fluyendo en el primer circuito de portador de calor y en particular se impide que llegue al acumulador para el medio portador de calor frío, en el que puede tener lugar en otro caso una mezcla completa. El daño se limita a la zona del intercambiador de calor y también un contacto del medio portador de calor con el agua se realiza solo en la zona del intercambiador de calor entre las válvulas para el cierre de las tuberías de entrada y las tuberías de salida para el medio portador de calor y el agua entrando en el intercambiador de calor y saliendo del intercambiador de calor.

En una forma de realización preferible, está previsto más de un intercambiador de calor en el que el agua se precalienta, se evapora y se sobrecalienta. En caso de un mayor número de intercambiadores de calor es posible realizarlos en un tamaño más pequeño, por lo que se reduce la susceptibilidad a un fallo por rotura. Gracias a esta medida se reduce además también el alcance del daño en caso de una rotura, puesto que los aparatos más pequeños tienen menores secciones de flujo. Si están previstos varios intercambiadores de calor, estos pueden conectarse en paralelo, de modo que por cada intercambiador de calor fluye solo una parte del agua y del medio portador de calor. Adicionalmente, también es posible conectar los intercambiadores de calor en serie, de modo que no se realiza el precalentamiento, la evaporación y el sobrecalentamiento completo en un intercambiador de calor. Esto tiene la ventaja de que una rotura puede localizarse y aislarse más fácilmente.

Para evitar que por el cierre de las tuberías de entrada y de las tuberías de salida para el medio portador de calor y el agua se produzcan golpes de ariete, llamados golpes de Joukowski, que pueden conducir a otra carga mecánica de aparatos y tuberías, es preferible que el sistema de tuberías para el medio portador de calor en el segundo circuito de portador de calor presente una derivación, con la que están conectadas la tubería de entrada y la tubería de salida para el medio portador de calor y que estén previstas válvulas, que en el funcionamiento normal cierran la derivación y que en caso de detectarse una rotura en el intercambiador de calor cierran la tubería de entrada y la tubería de salida del intercambiador de calor y abren la derivación, de modo que el medio portador de calor fluye por la derivación. Gracias a la derivación, que se abre cuando se cierran las tuberías de entrada y las tuberías de salida para el medio portador de calor en el intercambiador de calor, el medio portador de calor puede fluir por la derivación y se evita un golpe de ariete. Aquí, por un lado, es posible usar válvulas de tres vías, en las que se conmuta del flujo por el intercambiador de calor a un flujo por la derivación o de forma alternativa una combinación de válvulas de dos vías, que se conmutan de tal modo que al cerrar las tuberías de entrada y las tuberías de salida se abre al mismo tiempo la derivación. La conmutación de las válvulas se adapta de tal modo que se evitan golpes de arietes. Esto es posible, por ejemplo si la apertura de la derivación se realiza con mayor rapidez que el cierre de las tuberías de entrada y de las tuberías de salida al intercambiador de calor. Una conmutación de este tipo se llama libre de golpes de ariete.

Las válvulas con las que se cierran las tuberías de entrada y las tuberías de salida para el medio portador de calor y el agua y se abre la derivación se mandan con preferencia de forma neumática. A diferencia de un mando neumático, un accionamiento eléctrico es por regla general más lento y además es más difícil concebir un accionamiento eléctrico con seguridad positiva ("fail-safe") que un accionamiento neumático. Para garantizar, no obstante, también en caso de un posible corte de corriente un cierre seguro de las tuberías de entrada y de las tuberías de salida y una apertura de la derivación, debería renunciarse a accionamientos eléctricos. Una alimentación de energía eléctrica solo redundante puede considerarse no segura desde el punto de vista de la técnica de la instalación.

Para evitar que medio portador de calor contaminado con agua fluya de forma no controlada en contra de la dirección de flujo propiamente dicha por la gran diferencia de presión y el aumento de la presión que se produce por ello en el medio portador de calor tras una rotura de una pared termoconductora en un intercambiador de calor, es ventajoso posicionar en la tubería de entrada en el intercambiador de calor un seguro antirretorno. Además, también puede estar posicionado un seguro antirretorno en la tubería de salida que sale del intercambiador de calor, para la reducción de la velocidad de flujo en caso del aumento de la presión en el medio portador de calor por una rotura de la pared termoconductora en el intercambiador de calor. Un seguro antirretorno adecuado es por ejemplo un diafragma. Un diafragma de este tipo es habitualmente un disco con una abertura cuyo diámetro es inferior al diámetro de la tubería en la que está alojado el diafragma. Por el diámetro más pequeño, se produce una reducción del caudal en la zona del diafragma, de modo que de este modo puede reducirse o incluso impedirse un retorno del flujo. El flujo de retorno se impide en particular porque la resistencia al flujo a través de una tubería de vaciado tras la

apertura de un cierre que abre cuando se produce una presión límite, como se describirá a continuación, o a través de una tubería sin diafragma es mucho más baja que la resistencia al flujo a través de los diafragmas que impiden el flujo de retorno. Las válvulas de retención que pueden usarse de forma alternativa solo pueden funcionar difícilmente con seguridad a las temperaturas elevadas y en vista de la corrosividad de las sales fundidas.

- 5 Para reducir la presión más elevada en el medio portador de calor que se genera en caso de una rotura de la pared termoconductora e impedir de este modo que fallen otros componentes de la instalación de la central solar, están previstas una o varias tuberías de vaciado, que están cerradas respectivamente con cierres de seguridad, que abren en caso de rebasarse una presión límite. Los cierres de seguridad de este tipo pueden ser rebosaderos, también en la calidad de válvulas de seguridad o discos de reventamiento.
- 10 Visto en la dirección de flujo del medio portador de calor, las tuberías de vaciado pueden estar dispuestas detrás de al menos un intercambiador de calor en una o varias tuberías de salida. No obstante, es preferible que las tuberías de vaciado estén localizadas lo más cerca posible de los intercambiadores de calor. Esto se consigue por ejemplo porque están dispuestas una o varias tuberías de vaciado en cada intercambiador de calor, estando montadas las mismas por ejemplo directamente en bridas de aparatos.
- 15 Se conecta un recipiente colector mediante una o varias tuberías de vaciado. El recipiente colector se hace funcionar con preferencia de forma atmosférica, para garantizar una salida de presión sin impedimentos de uno o varios intercambiadores de calor. Ha de ser protegido contra el peligro de medio portador de calor caliente que salpica al entorno. El recipiente colector se concibe con preferencia con un tamaño suficiente para que pueda alojarse de forma segura todo el medio portador de calor de los intercambiadores de calor incluido el contenido de las tuberías de entrada en caso de una rotura, quedando además suficiente espacio para el gas que se está formando.
- 20

Gracias al cierre de seguridad se impide que pueda fluir medio portador de calor al recipiente colector cuando la central solar está funcionando sin fallos. En caso de que se rompiera una pared termoconductora en el intercambiador de calor y llegar agua al medio portador de calor, aumenta la presión en el medio portador de calor. Esta presión más elevada hace que el cierre de seguridad abra la tubería de vaciado al recipiente colector. El portador de calor y los gases que se están formando pueden fluir ahora al recipiente colector, de modo que la presión en las tuberías en el primer circuito de portador de calor solo aumenta de forma mínima o con preferencia de ninguna manera.

25

Por la temperatura elevada del medio portador de calor también después de salir del intercambiador de calor es ventajoso, además, que las tuberías de vaciado bifurquen hacia arriba de la tubería de salida o de los intercambiadores de calor. Mediante la bifurcación hacia arriba se impide que se sedimenten sólidos en la tubería de vaciado haciendo peligrar, dado el caso, la función del cierre de seguridad.

30

Para evitar daños en el cierre de seguridad, por ejemplo por corrosión debido al contacto con el medio portador de calor también es ventajoso que la tubería de vaciado esté llenada con gas, manteniéndose el gas a una presión que corresponde a la presión del medio portador de calor que sale del intercambiador de calor de modo que no entra medio portador de calor en la tubería de vaciado. Por otro lado, no obstante, también hay que tener en cuenta que la presión del gas no rebase la presión del medio portador de calor en la tubería de salida del intercambiador de calor, para que no entre gas en la tubería de salida o en un intercambiador de calor. Es especialmente ventajoso que la presión del gas se elija de tal modo que llegue una pequeña cantidad del medio portador de calor a la tubería de vaciado, subiendo en esta, no obstante, en caso de una tubería de vaciado que bifurca hacia arriba por ejemplo un máximo de 50 cm, con preferencia un máximo de 25 cm y en particular un máximo de 10 cm. Para impedir que fluya más medio portador de calor en el funcionamiento normal a la tubería de vaciado, por ejemplo es posible medir la presión del medio portador de calor en la zona de la bifurcación de la tubería de vaciado, así como del gas en la tubería de vaciado y ajustar la presión del gas mediante salida o realimentación de gas de tal modo que la diferencia de presión entre la presión del medio portador de calor y la presión del gas se ajusta de tal modo que no se rebasa la altura de llenado máxima del medio portador de calor en la tubería de vaciado.

35

40

45

El colchón de gas dispuesto delante del cierre de seguridad actúa como aislador térmico, de modo que se cede menos calor del medio portador de calor.

El gas con el que se llena la tubería de vaciado es con preferencia gas de la instalación, es decir, gas que puede tomarse por ejemplo mediante una salida de gases de escape central de la instalación. Cuando se produce un volumen de gas sobrante en la instalación, por ejemplo en consecuencia de la expansión térmica al aumentar la temperatura, es necesario recoger el gas que se hace salir y acumularlo en un recipiente de gas adecuado. De forma alternativa, también es posible comprimir el gas de la instalación y llenarlo en un acumulador de gas a presión. El gas de la instalación es usa por ejemplo para llenar un volumen no ocupado en el acumulador caliente y en el acumulador frío.

50

55 Para impedir en caso de un vaciado necesario del intercambiador de calor en el recipiente colector que se congele el

medio portador de calor en la zona del cierre de seguridad y bloquee así la entrada en el recipiente colector, también es ventajoso que el cierre de seguridad comprenda una calefacción, con la que el cierre de seguridad se calienta a una temperatura por encima de la temperatura de solidificación del medio portador de calor. La temperatura a la que se calienta el cierre de seguridad puede ser inferior a la temperatura de funcionamiento del medio portador de calor.

5 Solo hay que tener en cuenta que la temperatura se mantenga por encima de la temperatura de solidificación. La temperatura de solidificación depende aquí del medio portador de calor usado. Puede garantizarse una temperatura por encima de la temperatura de solidificación, por un lado, mediante una regulación de la temperatura, aunque, por otro lado, también es posible colocar el cierre de seguridad a una distancia tal del lado caliente del proceso que en el equilibrio de aportación de calor del lado caliente del proceso y la disipación de calor al entorno se ajusta una
10 temperatura adecuada. Una temperatura adecuada también puede ajustarse mediante la elección del material de construcción y mediante la elección del grado del aislamiento térmico.

Si durante el funcionamiento la temperatura a la que se mantiene el cierre de seguridad es más baja que la temperatura del medio portador de calor, el gas en la tubería de vaciado actúa como aislador térmico. Por lo tanto, es posible desacoplar el cierre de seguridad y otros aparatos de la técnica de medición y regulación sensibles a
15 temperaturas elevadas térmicamente del lado del proceso, por ejemplo de la tubería de salida, con sus temperaturas elevadas hasta 600°C.

Gracias a la colocación del cierre de seguridad en un espacio de gas, se consigue una protección adicional contra el contacto con el medio portador de calor, por ejemplo para evitar corrosión y defectos que se producen relacionadas con la misma en el cierre de seguridad. También el aislamiento térmico a un nivel de temperatura más bajo alarga la
20 vida útil del cierre de seguridad y mejora la seguridad en el funcionamiento de este.

Gracias a una tubería de vaciado que conduce hacia arriba, se crea una protección contra sólidos que sedimentan. Por lo tanto, mejora la seguridad de funcionamiento del cierre de seguridad.

Para que se mantenga la fase gaseosa de protección delante del cierre de seguridad, en caso de un nivel demasiado elevado del medio portador de calor en la tubería de vaciado hay que alimentar gas. La alimentación
25 puede regularse mediante una medición de nivel. Una medición de nivel puede realizarse por ejemplo mediante un interruptor limitador por vibración, que puede desacoplarse térmicamente del medio caliente mediante un sifón. Una conmutación por nivel puede realizarse de forma alternativa también mediante un interruptor limitador de temperatura, puesto que una humectación del interruptor limitador de temperatura con medio portador de calor conduce a un fuerte aumento de la temperatura en el interruptor limitador de temperatura.

Un cierre de seguridad adecuado, con el que está cerrada la entrada en el recipiente colector, es por ejemplo un disco de reventamiento. El disco de reventamiento se concibe aquí de tal modo que se rompe a una presión determinada por encima de la presión de funcionamiento normal liberando así la entrada en el recipiente colector. Para que las fluctuaciones de presión que se producen en el funcionamiento no conduzcan a una rotura del disco de reventamiento, es preferible que este no se rompa hasta alcanzarse una presión de 15 bar por encima de la presión
30 máxima de funcionamiento, con preferencia 10 bar por encima de la presión máxima de funcionamiento y en particular de 3 bar por encima de la presión máxima de funcionamiento.

Para evitar que se dañe el disco de reventamiento por corrosión, es preferible que el disco de reventamiento esté dispuesto en una posición en la que fluya gas alrededor del mismo. Para ello es posible, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, disponer el disco de reventamiento en la zona llenada de gas de la tubería de vaciado.

Para detectar una posible rotura en la pared termoconductora se usa de acuerdo con la invención un sistema de detección de roturas. Un sistema de detección de roturas de este tipo se concibe con preferencia de forma redundante y diversa, para tener disponible en caso de un fallo posible de un sistema un segundo sistema con el que puede detectarse una rotura. Para aumentar el nivel de seguridad de las conmutaciones, puede iniciarse la desconexión de seguridad en caso de activarse solo un detector. Si por razones económicas debe evitarse que se realice una desconexión errónea de los intercambiadores de calor por detección errónea, también es posible no
40 realizar una desconexión de seguridad hasta haberse activado dos detectores.

Como sistemas de detección de roturas son adecuados por ejemplo una medición de la presión en el primer circuito de portador de calor, un sensor de activación del cierre de seguridad o un análisis de vibraciones del intercambiador de calor. Para evitar en caso de una medición de la presión que el sensor sufra daños por el medio portador de calor, es preferible posicionar el sensor de la presión en una zona en la que no se produce ningún contacto con el medio portador de calor, por ejemplo en la zona de la tubería de vaciado llenada con gas. En caso de usarse un disco de reventamiento como cierre de seguridad de un intercambiador de calor, es especialmente preferible que el sensor de activación del disco de reventamiento actúe como sensor de rotura del intercambiador de calor.

Si se usa un análisis de vibraciones para detectar una rotura de la pared termoconductora, por ejemplo es posible registrar el ruido generado por el flujo del agua y del medio portador de calor en el intercambiador de calor. De este
55

ruido se obtiene mediante una transformada de Fourier un espectro de frecuencias. El espectro de frecuencias se determina aquí en una fase de aprendizaje en función de la carga para cada intercambiador de calor. A partir de esta fase de aprendizaje se definen valores límite en función de las frecuencias, realizándose una desconexión de seguridad al rebasarse los mismos. Para la detección de roturas de la pared termoconductora se usan con preferencia frecuencias elevadas.

No obstante, para detectar fugas pequeñas, los procedimientos anteriormente indicados no son suficientemente sensibles. Una detección de fugas pequeñas puede realizarse no obstante con el estudio mediante análisis del proceso de gas para análisis. El gas para análisis es gas del proceso que se toma del proceso para realizar un análisis. Aquí puede encontrarse agua por el enfriamiento y la condensación de gas para análisis que se forma en el primer circuito de portador de calor. Además, en caso de haber nitratos o nitritos de los metales alcalinos como medio portador de calor puede deducirse que ha entrado agua por el tipo y la cantidad de óxidos de nitrógeno. Los óxidos de nitrógeno pueden determinarse por ejemplo en el espacio de gas mediante espectroscopia infrarroja, por ejemplo FTIR o NDIR. En particular, el óxido nitroso es un indicador efectivo de que ha entrado agua.

Además, también es posible realizar un análisis del medio portador de calor y buscar por productos de reacción que se forman por la reacción con agua.

El gas para análisis puede tomarse por ejemplo del espacio de gas que se ha establecido para la protección del cierre de seguridad.

Para impedir que en caso de una rotura de la pared termoconductora en un intercambiador de calor llegue medio portador de calor contaminado al acumulador frío o también al acumulador caliente, en la tubería de salida está alojado un recipiente de cuarentena. Puesto que el medio portador de calor fluye en primer lugar al recipiente de cuarentena y no llega al acumulador frío hasta después de haber fluido por el recipiente de cuarentena, se gana tiempo adicional para interrumpir en caso de una rotura el flujo del medio portador de calor.

El recipiente de cuarentena contiene para ello con preferencia piezas montadas anteriormente, por ejemplo fondos, alrededor de los que fluye el medio portador de calor, para evitar así una mezcla del medio portador de calor en el recipiente de cuarentena y garantizar además que el medio portador de calor que ha entrado primero también vuelve a salir primero del recipiente de cuarentena. El recipiente de cuarentena está posicionado con preferencia detrás de la tubería de vaciado en el recipiente colector visto en la dirección de flujo del medio portador de calor. De este modo queda garantizado que el medio portador de calor no tiene que fluir por el recipiente de cuarentena antes de salir al recipiente colector. Además, el recipiente de cuarentena está posicionado con preferencia delante de la válvula para el cierre de la tubería de salida visto en la dirección de flujo del medio portador de calor. De este modo se evita que el portador de calor contaminado pueda fluir al acumulador frío tras salir del recipiente de cuarentena.

El medio portador de calor usado está formado habitualmente por sales fundidas. No obstante, además de sales fundidas también puede usarse cualquier otro medio portador de calor habitual para una central solar. No obstante, con preferencia se usan sales fundidas. Sales especialmente adecuadas para las sales fundidas son nitrato de metal alcalino, nitrito de metal alcalino, una mezcla de diferentes nitratos de metales alcalinos o nitritos de metales alcalinos o una mezcla de nitrato de metal alcalino o nitrito de metal alcalino. Es especialmente preferible el metal alcalino sodio o potasio. Mezclas preferibles son nitrato de sodio y nitrato de potasio, nitrato de sodio, nitrato de potasio y nitrito de potasio o nitrato de potasio y nitrito de potasio. No obstante, también es posible cualquier otra mezcla. La parte de la sal correspondiente se elige según la temperatura de funcionamiento deseada. A temperaturas de funcionamiento más elevadas se usa una mayor parte de nitratos, a temperaturas de funcionamiento más bajas una mayor parte de nitritos. Una sal usada generalmente es la llamada sal solar, una mezcla de un 60 % en peso de nitrato de sodio y un 40 % en peso de nitrato de potasio.

Aunque se usen otras sales fundidas que mezclas de nitrato y nitrito, puede ser necesario asegurar el intercambiador de calor contra rotura. Por ejemplo los cloruros generan a temperaturas muy elevadas con vapor de agua gas de cloruro de hidrógeno nocivo y los fluoruros el gas de fluoruro de hidrógeno extremadamente tóxico.

Cuando están previstos varios intercambiadores de calor, es posible prever los dispositivos anteriormente descritos, es decir, las válvulas para el cierre de la tubería de entrada y de la tubería de salida, la derivación, el seguro antirretorno, el recipiente colector y el recipiente de cuarentena de forma separada para cada intercambiador de calor o también respectivamente de forma conjunta para dos o varios intercambiadores de calor o también para todos los intercambiadores de calor. Para ello, los dispositivos correspondientes se disponen respectivamente delante o detrás de un distribuidor en los intercambiadores de calor individuales y correspondientemente detrás o delante de una unión de los intercambiadores de calor individuales.

También los sistemas de detección y las tuberías de vaciado con cierre de seguridad pueden erigirse múltiples veces. Mediante una detección múltiple puede localizarse una rotura y puede delimitarse el alcance de la desconexión de seguridad al intercambiador de calor defectuoso.

Las centrales solares de acuerdo con la invención son en particular centrales solares de concentración lineal, como centrales solares de canales parabólicos o centrales solares de Fresnel o centrales de torre, en las que el receptor está dispuesto en la torre y la radiación solar es reflejada por espejos dispuestos alrededor de la torre a la punta de la torre.

- 5 Como acumulador caliente y acumulador frío para el medio portador de calor pueden usarse acumuladores separados o un acumulador común, que en este caso está realizado como acumulador de estratos. También es posible prever varios acumuladores calientes y varios acumuladores fríos.

Un ejemplo de realización de la invención está representado en las Figuras y se describirá más detalladamente en la descripción expuesta a continuación.

- 10 Muestran:

La Figura 1 una representación esquemática del primero y segundo circuito de portador de calor de una central solar de concentración lineal.

La Figura 2 una tubería de salida del medio portador de calor con tubería de vaciado que bifurca de la misma.

La Figura 3 un intercambiador de calor con discos de reventamiento como cierre de seguridad.

- 15 En la Figura 1 están representados el primer circuito de portador de calor y el segundo circuito de portador de calor de una central solar de concentración lineal.

Una central solar de concentración lineal 1 comprende un acumulador caliente 3 y un acumulador frío 5 que están conectados mediante un sistema de tuberías 6 de un primer circuito de portador de calor que pasa por un campo solar 7. En caso de radiación solar se conduce medio portador de calor del acumulador frío 5 por el campo solar 7, se calienta en el campo solar 7 mediante la energía solar incidente y se conduce a continuación al acumulador caliente 3.

- 20 Para calentar el medio portador de calor, por ejemplo sales fundidas, en el campo solar mediante energía solar incidente, en el campo solar están dispuestos receptores. En los receptores, la luz solar incidente se refleja de forma concentrada con ayuda de espejos sobre una tubería en la que fluye el medio portador de calor. De este modo se calienta el medio portador de calor. En centrales solares de concentración lineal, los receptores están conectados a lo largo de recorridos largos en paralelo y en serie. En el caso de centrales solares de canales parabólicos, los espejos están dispuestos respectivamente en forma de un canal parabólico alrededor de la tubería y en las centrales solares de Fresnel, unos espejos móviles están dispuestos por debajo de las tuberías, orientándose los espejos según la dirección de la radiación solar para garantizar siempre un aprovechamiento óptimo de la energía solar incidente. Las tuberías de los receptores en la central solar de concentración lineal pueden estar dispuestas unas en paralelo a las otras, como está representado aquí, o también como bucles de tuberías.

De forma alternativa al campo solar 7 aquí representado de una central solar de concentración lineal también es posible usar por ejemplo una central de torre, en la que el receptor está dispuesto como punta en una torre y los espejos están orientados sobre la punta de la torre.

- 35 El experto conoce la estructura de una central solar de concentración lineal o de una central de torre y la disposición de los receptores en el campo solar 7 o en la torre de la central de torre.

El medio portador de calor calentado se introduce en el funcionamiento de la central solar independientemente de la energía solar incidente, es decir también en los tiempos en los que no hay sol, del acumulador caliente 3 a un segundo sistema de tuberías 9 de un segundo circuito de portador de calor. En el funcionamiento normal, el medio portador de calor se alimenta a al menos un intercambiador de calor 11, en el que se precalienta, evapora y sobrecalienta el agua. Para ello, se transmite en el intercambiador de calor 11 calor del medio portador de calor al agua de forma indirecta mediante una pared termoconductora con la que están separadas la zona por la que fluye el medio portador de calor y la zona por la que fluye el agua. Aquí es posible precalentar, evaporar y sobrecalentar el agua en un intercambiador de calor o en varios intercambiadores de calor. Cuando se usan varios intercambiadores de calor 11, estos pueden estar conectados en paralelo, de modo que en cada intercambiador de calor 11 se precalienta, evapora y sobrecalienta una parte del agua mediante transmisión de calor de una parte del medio portador de calor. También es posible conectar los intercambiadores de calor 11 en serie. En este caso se usa por ejemplo un intercambiador de calor para la evaporación y otro para el sobrecalentamiento del vapor. También es posible conectar los intercambiadores de calor tanto en serie como en paralelo.

- 50 Para transmitir en el intercambiador de calor 11 calor del medio portador de calor al agua, se alimenta mediante una primera tubería de entrada 13 medio portador de calor al intercambiador de calor. El medio portador de calor fluye

por el intercambiador de calor 11 y sale de este a través de una primera tubería de salida 15. El agua a evaporar y sobrecalentar se alimenta mediante una segunda tubería de entrada 17 y el vapor sobrecalentado generado en el intercambiador de calor 11 se hace salir a través de una segunda tubería de salida 19 y se conduce a una turbina. La turbina se acciona con ayuda del vapor sobrecalentado y está conectada con un generador en el que se genera energía eléctrica.

Después de fluir por el intercambiador de calor 11, el medio portador de calor vuelve al acumulador frío 5.

Puesto que por la gran diferencia de presión entre el vapor sobrecalentado y el medio portador de calor en el intercambiador de calor actúan grandes cargas sobre las paredes termoconductoras, estas pueden romperse. Una rotura de la pared termoconductora conduce a que el agua entre en contacto con el medio portador de calor, lo que puede conducir a una reacción química formándose óxidos de nitrógeno e hidróxidos de metales alcalinos en caso de usarse sales fundidas, en particular nitritos y nitratos de metales alcalinos. En caso de usarse nitritos se forman además por la reacción con agua también nitratos que tienen una temperatura de solidificación más elevada que los nitritos. Por lo tanto, el medio portador de calor es estropeado por el contacto con el agua y ya no puede usarse en el funcionamiento normal de la central solar. Los hidróxidos de metales alcalinos que se forman tienen además un efecto corrosivo y pueden dañar el material de los componentes de la instalación de la central solar. Por la formación de los óxidos de nitrógeno y también por la presión claramente más elevada en el circuito de vapor sube la presión en el segundo circuito de portador de calor.

Para detectar una posible rotura, se usa un sistema de detección de roturas 21. Para ello son adecuados, por ejemplo, como ya se descrito anteriormente, una medición de la presión, un sensor de rotura de un disco de reventamiento o un análisis de vibraciones.

Si se detecta una rotura, se cierran la tubería de entrada 13 para el medio portador de calor en el intercambiador de calor 11, la tubería de salida 15 para el medio portador de calor al intercambiador de calor 11, así como la tubería de entrada 17 y la tubería de salida 19 para el agua, para evitar que el medio portador de calor contaminado con agua llegue al acumulador frío 5 y dado el caso desde allí a través del sistema de tuberías 6 y el campo solar 7 al acumulador caliente 3. Están previstas válvulas 23 para el cierre de las tuberías de entrada 13, 17 y de las tuberías de salida 15, 19 en el intercambiador de calor 11.

Para impedir un golpe de ariete en el sistema de tuberías 9 del segundo circuito de portador de calor, se conectan con preferencia, como está representado aquí, la tubería de entrada 13 y la tubería de salida 15 para el medio portador de calor mediante una derivación 25. Para ello es posible prever válvulas de tres vías, como está representado aquí, estando dispuestas una primera válvula 23.1 en la tubería de entrada 13 del medio portador de calor al intercambiador de calor 11 y una segunda válvula 23.2 en la tubería de salida 15 del medio portador de calor del intercambiador de calor 11. En caso de rotura o fuga en el intercambiador de calor 11 se cierran mediante una conmutación correspondiente de las válvulas 23.1, 23.2 la tubería de entrada 13 y la tubería de salida 15 y se abre la derivación 25. De este modo, el medio portador de calor puede seguir fluyendo sin impedimento y puede evitarse un golpe de ariete. De forma alternativa, también es posible prever en lugar de las válvulas de tres vías 23.1, 23.2 aquí representados respectivamente dos válvulas de dos vías, usándose respectivamente una válvula para el cierre de la tubería de entrada 13 y de la tubería de salida 15 y una segunda válvula para abrir la derivación. Puesto que en caso de haber respectivamente dos válvulas de dos vías la apertura y el cierre de las tuberías puede controlarse de forma individual, esta forma de realización es preferible.

Para impedir en caso de una rotura de una pared termoconductora en el intercambiador de calor 11 o en caso de una fuga un aumento grande de la presión en el sistema de tuberías 9 del segundo medio portador de calor, en una forma de realización preferible se conecta un recipiente colector 27 mediante una tubería de vaciado 29 con la tubería de salida 15 que sale del intercambiador de calor 11. Para ello, la tubería de vaciado 29 bifurca con preferencia hacia arriba de la tubería de salida 15. Gracias a la bifurcación hacia arriba, la tubería de vaciado, que está inundada con preferencia con gas, actúa como freno de la convección térmica.

Para evitar que el medio portador de calor fluya durante el funcionamiento normal al recipiente colector 27, este está cerrado con un cierre de seguridad 31. El cierre de seguridad 31 está configurado de tal modo que en caso de un aumento de la presión en la tubería de salida 15 y por lo tanto en la tubería de vaciado 29 abre la entrada en el recipiente colector 27. Un cierre de seguridad 31 adecuado es aquí por ejemplo un disco de reventamiento.

Para impedir además en caso de un aumento de la presión por entrada de agua en el medio portador de calor que el medio portador de calor fluya con gran velocidad por la tubería de salida 15 y, en particular, que retorne en contra de la dirección de flujo propiamente dicha por la tubería de entrada 13, en la tubería de entrada 13 y en la tubería de salida 15 están montados seguros antirretorno 33.

Unos seguros antirretorno 33 adecuados son por ejemplo diafragmas en las tuberías correspondientes, reduciéndose con los diafragmas la sección de flujo en la zona del diafragma correspondiente.

5 Para impedir además que el medio portador de calor contaminado con agua llegue al acumulador frío antes de cerrarse las válvulas 23, está previsto que en la tubería de salida 15, delante de la segunda válvula 23.2 visto en la dirección de flujo del medio portador de calor, esté alojado un recipiente de cuarentena 35. El medio portador de calor fluye por el recipiente de cuarentena 35, por lo que aumenta el tiempo del recorrido entre el intercambiador de calor 11 y el acumulador frío 5. Si el medio portador de calor es contaminado con agua, este se acumula por lo tanto en el recipiente de cuarentena y puede ser retirado correspondientemente del recipiente de cuarentena. Esto es una ventaja, en particular, cuando ya ha pasado una parte del medio portador de calor contaminado con agua por la bifurcación al recipiente colector 27, antes de abrirse el cierre de seguridad 31 y cuando la presión en la tubería de salida 15 es tan elevada que a pesar de estar abierto el cierre de seguridad 31 una parte del medio portador de calor sigue fluyendo en la tubería de salida 15.

15 En el recipiente de cuarentena 35 están alojadas con preferencia piezas montadas ulteriormente, alrededor de las que fluye el medio portador de calor para evitar que se produzca una mezcla en el recipiente de cuarentena 35. Gracias a las piezas montadas ulteriormente queda garantizado que el medio portador de calor que ha entrado primero en el recipiente de cuarentena 35 también vuelva a salir primero del recipiente de cuarentena 35. Unas piezas montadas ulteriormente adecuadas son por ejemplo fondos, alrededor de los que fluye el medio portador de calor en forma de meandros.

La Figura 2 muestra una tubería de salida del medio portador de calor con tubería de vaciado que bifurca de la misma.

20 De la tubería de salida 15 bifurca la tubería de vaciado 29 hacia arriba. Para proteger el cierre de seguridad 31 en el funcionamiento normal de la central solar 1 contra temperaturas demasiado elevadas y el contacto con el medio portador de calor, la tubería de vaciado 29 está llena de gas. De este modo se forma un espacio de gas 41 en la tubería de vaciado.

25 Una medición de nivel 43 con regulación en la tubería de vaciado 29 garantiza el nivel del límite de fases 45 entre el gas y el medio portador de calor. En caso de un nivel demasiado elevado de líquido puede conducirse gas del proceso a través de una tubería de gas 47 al espacio de gas 41. En caso de un nivel bajo no es necesario tomar medidas.

30 En este espacio de gas 41 térmicamente desacoplado de las condiciones del proceso en el segundo circuito de portador de calor puede colocarse además un sensor de temperatura 49 con regulación y calefacción. De este modo es posible mantener la temperatura del espacio de gas 41 con seguridad siempre por encima de la temperatura de solidificación del medio portador de calor.

35 También puede disponerse en el espacio de gas 41 térmicamente aislado una medición de la presión 51, que habitualmente no puede funcionar hasta la temperatura máxima de funcionamiento. La medición de la presión 51 puede usarse como detector para una rotura de una pared termoconductora en el intercambiador de calor 11. En caso de rebasarse un valor límite predeterminado, la medición de la presión puede activar un circuito de seguridad mediante el que se cierran por ejemplo las válvulas 23.

40 Del espacio de gas 41 térmicamente desacoplado puede tomarse gas para análisis mediante una tubería de análisis 53. Gracias al análisis del gas para análisis buscando agua, óxidos de nitrógeno y otros productos de reacción puede detectarse una rotura o también una fuga pequeña en un intercambiador de calor 11. Además, también es posible dejar salir gas a través de la tubería para análisis 53 en caso de haber una presión demasiado elevada en el espacio de gas 41.

En la Figura 3 está representado un intercambiador de calor con discos de reventamiento como cierre de seguridad.

45 De forma alternativa a la forma de realización representada en las Figuras 1 y 2, en la que la tubería de vaciado 29 está conectada con la tubería de salida 15, también es posible montar la tubería de vaciado directamente en el intercambiador de calor 11. Para ello, en el intercambiador de calor 11 está realizada al menos una brida 61, con la que puede conectarse la tubería de vaciado 29. En la al menos una brida 61, en la forma de realización aquí representada, el intercambiador de calor 11 presenta dos bridas 61, está alojado el cierre de seguridad 31. Al rebasarse una presión límite, se abre el cierre de seguridad 31 y el medio portador de calor puede fluir directamente del intercambiador de calor 11 a la tubería de vaciado 29.

Lista de signos de referencia

- 50 1 Central solar
 3 Acumulador caliente
 5 Acumulador frío
 6 Sistema de tuberías de un primer circuito de portador de calor

ES 2 721 775 T3

	7	Campo solar
	9	Sistema de tuberías de un segundo circuito de portador de calor
	11	Intercambiador de calor
	13	Tubería de entrada del medio portador de calor
5	15	Tubería de salida del medio portador de calor
	17	Tubería de entrada para agua
	19	Tubería de salida para vapor
	21	Sistema de detección de roturas
	23	Válvula
10	23.1	Primera válvula
	23.2	Segunda válvula
	25	Derivación
	27	Recipiente colector
	29	Tubería de vaciado
15	31	Cierre de seguridad
	33	Seguro antirretorno
	35	Recipiente de cuarentena
	41	Espacio de gas
	43	Medición de nivel
20	45	Límite de fases
	47	Tubería de gas
	49	Medición de la temperatura
	51	Medición de la presión
	61	Brida
25		

REIVINDICACIONES

- 5 1. Central solar con un primer circuito de portador de calor y un segundo circuito de portador de calor, en la que el primer circuito de portador de calor comprende un acumulador (3) para el medio portador de calor caliente y un acumulador (5) para el medio portador de calor frío, así como un sistema de tuberías (6) que conecta los acumuladores (3, 5) para el medio portador de calor caliente y el medio portador de calor frío y que pasa por un campo solar (7) y en la que el segundo circuito de portador de calor comprende un sistema de tuberías (9) que conecta los acumuladores (3, 5) para el medio portador de calor caliente y el medio portador de calor frío, en el que está alojado al menos un intercambiador de calor (11) para la evaporación y el sobrecalentamiento de agua, presentando el al menos un intercambiador de calor (11) una zona por la que fluye el medio portador de calor y una zona por la que fluye el agua, que están separadas por una pared termoconductora, de modo que el calor puede ser transmitido del medio portador de calor al agua, **caracterizada por que** cada intercambiador de calor (11) presenta un sistema de detección de roturas (21) con el que puede detectarse una posible rotura de la pared termoconductora y válvulas (23) para el cierre de tuberías de entrada (13, 17) y tuberías de salida (15, 19) para el medio portador de calor y el agua, cerrándose las válvulas (23) en las tuberías de entrada (13, 17) y en las tuberías (15, 19) para el medio portador de calor y el agua en caso de detectarse una rotura, estando alojado un recipiente de cuarentena (35) en la tubería de salida (15).
- 20 2. Central solar de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el sistema de tuberías (9) para el medio portador de calor en el segundo circuito de portador de calor presenta una derivación (25), con la que están conectadas la tubería de entrada (13) y la tubería de salida (15) para el medio portador de calor y por que están previstas válvulas (23.1, 23.2), que en el funcionamiento normal cierran la derivación (25) y que en caso de la detección de roturas en el intercambiador de calor (11) cierran la tubería de entrada (13) y la tubería de salida (15) al intercambiador de calor (11) y abren la derivación (25), de modo que el medio portador de calor fluye por la derivación (25).
- 25 3. Central solar de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** en la tubería de entrada (13) al intercambiador de calor (11) está posicionado un seguro antirretorno (33), siendo el seguro antirretorno (33) con preferencia un diafragma.
- 30 4. Central solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** están previstas una o varias tuberías de vaciado, que están cerradas respectivamente con cierres de seguridad (31) que se abren al rebasarse una presión límite.
5. Central solar de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** desembocan respectivamente una o varias tuberías de vaciado (29) en un recipiente colector (27).
6. Central solar de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, **caracterizada por que** las tuberías de vaciado (29) bifurcan respectivamente hacia arriba de la tubería de salida (15).
- 35 7. Central solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizada por que** la tubería de vaciado (29) está llena con gas, manteniéndose el gas a una presión que corresponde a la presión del medio portador de calor que sale del intercambiador de calor (11), de modo que no fluye ningún medio portador de calor en la tubería de vaciado (29).
- 40 8. Central solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizada por que** el cierre de seguridad (31) comprende una calefacción con la que se calienta el cierre de seguridad (31) a una temperatura por encima de la temperatura de solidificación del medio portador de calor.
9. Central solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizada por que** las tuberías de vaciado (29) están dispuestos detrás de al menos un intercambiador de calor (11) visto en la dirección de flujo del medio portador de calor en una o varias tuberías de salida (15) o se montan respectivamente directamente en bridas de aparatos (61) del intercambiador de calor (11).
- 45 10. Central solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizada por que** el cierre de seguridad (31) es un disco de reventamiento.
11. Central solar de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** alrededor del disco de reventamiento fluye gas.
- 50 12. Central solar de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el recipiente de cuarentena (35) está posicionado detrás de la tubería de vaciado (29) visto en la dirección de flujo del medio portador de calor.

13. Central solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada por que** el medio portador de calor está formado por sales fundidas.

14. Central solar de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizada por que** el medio portador de calor es un nitrato de metal alcalino, un nitrito de metal alcalino, una mezcla de diferentes nitratos de metales alcalinos o nitritos de metales alcalinos o una mezcla de nitrato de metal alcalino y nitrito de metal alcalino.

5

FIG.2

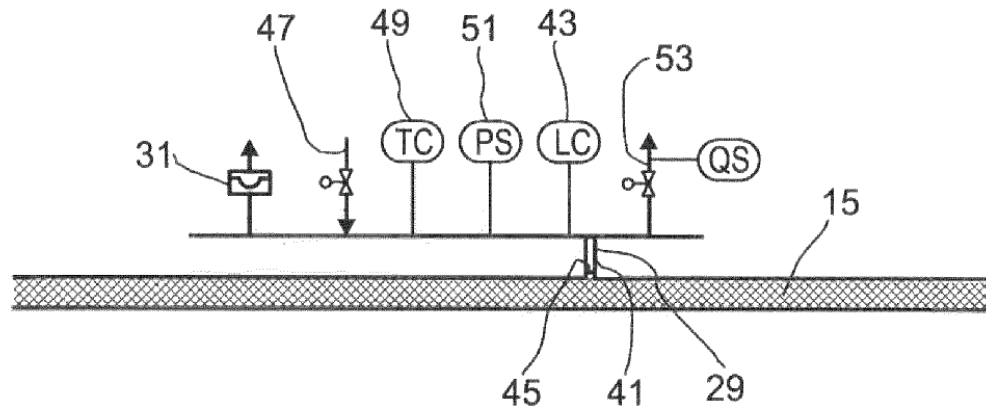


FIG.3

