

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 619**

51 Int. Cl.:

F24S 80/20 (2008.01)

F24S 20/20 (2008.01)

F24S 40/60 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2015 PCT/EP2015/052382**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2015 WO15118052**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2015 E 15702775 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2019 EP 3102890**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar una central solar de concentración lineal, así como central solar de concentración lineal**

30 Prioridad:

06.02.2014 EP 14154178

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

25.05.2020

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE**

72 Inventor/es:

**WORTMANN, JÜRGEN;
LUTZ, MICHAEL;
FEDERSEL, KATHARINA;
SCHIERLE-ARNDT, KERSTIN;
MAURER, STEPHAN;
LADENBERGER, MICHAEL y
OSTERMAYR, MARKUS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 762 619 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

Procedimiento para hacer funcionar una central solar de concentración lineal, así como central solar de concentración lineal

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una central solar de concentración lineal, en el que un medio caloportador circula a través de un bucle de tubería con al menos un receptor, presentando el medio caloportador una velocidad de circulación, que es tan alta que no aparecen diferencias de temperatura inadmisibles dentro del bucle de tubería. Esto se consigue por regla general porque la corriente en el bucle de tubería es turbulenta. Además, la invención se refiere a una central solar de concentración lineal con al menos un bucle de tubería con al menos un receptor, en el que un medio caloportador que circula a través del bucle de tubería se calienta mediante radiación de energía.

15 Las centrales solares de concentración lineal son, por ejemplo, centrales solares de canales parabólicos o centrales solares de tipo Fresnel. Estas comprenden habitualmente una pluralidad de bucles de tubería, a través de los cuales circula un medio caloportador. Los bucles de tubería están equipados con receptores en los cuales la energía de radiación del sol se concentra mediante espejos parabólicos en caso centrales solares de canales parabólicos o espejos de tipo Fresnel en centrales solares de tipo Fresnel y se dirige a la tubería, de modo que mediante la energía solar el medio caloportador se calienta dentro de las tuberías.

20 Los medios caloportadores, que se utilizan, presentan preferentemente una temperatura de ebullición elevada y una presión de vapor reducida, para que el medio caloportador también en las temperaturas que aparecen en una central solar no evapore en el receptor. Los medios caloportadores son, por ejemplo, sales fundidas, por ejemplo la denominada sal solar, que es una mezcla de nitrato de sodio y nitrato de potasio en la proporción de 60: 40. Esto se utiliza en particular, para alcanzar temperaturas operativas más elevadas y con ello un rendimiento más elevado en la central solar de concentración lineal.

25 Además de la utilización de sales fundidas hasta el momento en centrales solares como medio caloportador se utiliza también mezclas de bifenil/difenil-éter, que sin embargo, debido a una temperatura de descomposición de aproximadamente 400 °C están limitadas en su temperatura operativa máxima. Dado que con temperatura operativa en descenso también desciende el rendimiento de una central solar, se pretende utilizar medios caloportadores que también pueden hacerse funcionar de manera estable a temperaturas de más de 400 °C.

30 A diferencia de una mezcla de bifenil/difenil-éter en la utilización de sales fundidas existe la desventaja de que estas en general pueden solidificarse a temperaturas por encima de la temperatura ambiente. De este modo, por ejemplo una mezcla de nitrato de sodio / de potasio se funde en la mezcla eutéctica, es decir, en una relación de mezcla de 44: 56 a una temperatura de 218 °C. En sistemas de tubería largos, tal como aparecen en centrales solares, las sales fundidas con puntos de fusión altos son por tanto de explotación difícil. La congelación de la sal fundida puede provocar grandes perjuicios económicos, dado que una sal durante la fusión se expande con intensidad. Por ello las griferías y tuberías pueden abrirse a presión y resultar muy dañadas.

35 La congelación de sales fundidas puede aparecer fundamentalmente fuera de los tiempos de funcionamiento de la central solar, es decir, fuera de los tiempos de radiación del sol o en caso de un corte de la radiación solar condicionada por la meteorología. En la congelación se produce una contracción de volumen, que dependiendo del sistema de tuberías y estado operativo puede llevar a un estado de solidificación diferente. Se espera que la masa fundida en solidificación confluya en unidades de menor o mayor tamaño en la zona más profunda del sistema de tuberías, mientras que se configuran espacios no llenados con sal en zonas superiores. En caso de una nueva fusión, mediante una distancia espacial grande, dado el caso, entre los puntos de fusión con expansión de volumen y los espacios no llenados con sal no puede realizarse ninguna compensación de volumen suficiente, para eliminar las presiones originadas.

45 Dado que el sol no brilla ininterrumpidamente, es necesario, hacer funcionar la central solar en dos tipos distintos. Por un lado, durante el día habitualmente se absorbe energía a través de la radiación solar, por otro lado, durante la noche o en caso de sombra densa por ejemplo debido a nubes, en caso de baja radiación solar se emite energía calorífica procedente del campo solar caliente. Los equipos técnicos de una central solar y su funcionamiento han de diseñarse para ambos tipos de funcionamiento y para una transición sin impacto entre ambos tipos de funcionamiento.

50 La absorción de radiación de calor solar está sometida según el funcionamiento a un flujo de energía oscilante. Durante el día la radiación solar oscila desde casi cero en la mañana y por la tarde hasta los valores más altos en las horas centrales del día. También cuando se nubla puede producirse una disminución de la radiación del calor. Al mismo tiempo es necesario que el medio caloportador se emita con aproximadamente la temperatura de diseño del contenedor acumulador caliente hacia el sistema acumulador de calor. Esto se garantiza hasta el momento al ajustarse el paso del medio caloportador a través de bucles de tubería de la central solar de modo que se alcance una temperatura de acuerdo con lo especificado, es decir, suficientemente alta, al final del bucle de tubería.

La estrangulación del paso del líquido caloportador en el funcionamiento diurno en caso de baja radiación de calor tiene sus límites al tener que alcanzar velocidades de circulación mínimas en los bucles de tubería del campo solar. La corriente por tanto debe ser turbulenta, para que la tubería por la que circula la corriente se temple de manera suficientemente uniforme. En caso de una velocidad de circulación muy lenta y con ello una corriente laminar existe la posibilidad de que se configuren capas de temperatura diferente en el sistema de tuberías. En caso de diferencias de temperatura demasiado intensas en la tubería puede producirse una flexión inadmisibles, que puede deteriorar el receptor por el que circula la corriente.

5 Por este motivo es necesaria una velocidad de circulación mínima en el receptor, que garantice una corriente turbulenta.

10 Además en el funcionamiento nocturno es necesario o vaciar el sistema de tuberías o como alternativa hacerlo circular, para evitar que el medio caloportador solidifique en las tuberías.

En el documento WO 2010/138606 A2 se describe una central solar, en la que para obtener una potencia eléctrica máxima se ajusta la velocidad de circulación. Como medios caloportadores adecuados, se describen, entre otros, agua, etileno glicol, mezclas de agua-alcohol, mezclas de agua-etileno glicol y aceites termales. Sin embargo, estas tienen la desventaja anteriormente mencionada de que no es posible un funcionamiento a temperaturas muy altas. Además, en estos medios caloportadores también surge el problema de que en sales fundidas sucede que concretamente a velocidades bajas puede configurarse una corriente estratificada, que puede llevar a una flexión de la tubería.

20 Otra central solar de concentración lineal se describe en el documento CN-A 101354191. Esta presenta secciones que se hacen funcionar con diferentes temperaturas. En este caso también se utiliza agua, evaporándose el agua ya en el campo solar. Debido al uso de agua tampoco pueden alcanzarse en este caso los rendimientos, que son posibles en centrales solares de concentración lineal, que funcionan con medios caloportadores, que permiten temperaturas operativas mucho más altas, por ejemplo sales fundidas.

25 El documento US-A 2013/0199517 describe una central de torre con receptores dispuestos en vertical, en el que el caloportador tras circular por los receptores puede reconducirse a través de una derivación hacia una unidad de mezcla delante de los receptores, para mezclarse en la unidad de mezcla con caloportador alimentado y guiarse de nuevo a través de los receptores. A diferencia de en una central solar de concentración lineal, en la que los receptores horizontal están conectados en serie y a través de bucles de tubería largos se conectan en serie, el trayecto efectivo, a lo largo del cual puede calentarse el caloportador, es muy corto en caso de una central de torre, de modo que en este caso no es posible un calentamiento intenso del caloportador a diferencia de en una central solar de concentración lineal. La estructura diferente de los receptores requiere por tanto exigencias completamente diferentes en cuanto a la periferia y estructura de toda la central solar. Además, en una central de torre puede evitarse la problemática de la congelación de manera especialmente sencilla, dado que en función de los tubos de receptor que discurre en vertical y los trayectos de tubería cortos es posible un vaciado rápido.

35 Por tanto, la presente invención tiene por objetivo facilitar un procedimiento para hacer funcionar una central solar de concentración lineal, que permita un funcionamiento seguro también en tiempos de transición en la mañana y en la tarde y en el que además se garantice que el medio caloportador en las tuberías no se congele en el funcionamiento nocturno.

40 Este objetivo se resuelve mediante un procedimiento para hacer funcionar una central solar de concentración lineal, en el que un medio caloportador circula a través de un bucle de tubería con al menos un receptor, presentando el medio caloportador una velocidad de circulación, que es tan alta que no aparecen diferencias de temperatura inadmisibles dentro del bucle de tubería y en donde al menos una parte del medio caloportador se extrae en la salida del bucle de tubería y se reconduce hacia el bucle de tubería.

45 El hecho de que dentro de las tuberías no surjan diferencias de temperatura inadmisibles, se consigue por ejemplo porque la corriente hacia el bucle de tubería es turbulenta. Las diferencias de temperatura pueden evitarse también cuando el medio caloportador puede calentarse de manera uniforme por todos los lados, por ejemplo mediante una colocación adecuada de los espejos.

50 Mediante la extracción al menos de una parte del medio caloportador en la salida desde el bucle de tubería y la reconducción de esta parte hacia el bucle de tubería, también en el caso de baja radiación de calor y menor calentamiento asociado con ello del medio caloportador se garantiza que siempre circule una cantidad suficientemente grande de medio caloportador a través del sistema de tuberías, para garantizar una corriente turbulenta. De esta manera puede evitarse una estratificación del medio caloportador en la tubería y con ello un deterioro de la tubería. Además es posible, obtener de este modo temperaturas suficientemente altas del medio caloportador. Por otro lado es también posible alcanzar un flujo suficiente en el funcionamiento nocturno, para evitar que el medio caloportador, en particular en el uso de una sal fundida, solidifique en las tuberías. En particular puede evitarse por ello que una

cantidad demasiado grande de tanque caliente se bombee al tanque frío, dado que en cada caso solo una parte del líquido caloportador se alimenta o se expulsa y el resto se desplaza en círculo. La cantidad de medio caloportador alimentado o medio caloportador expulsado debe garantizar únicamente que la temperatura del medio caloportador en las tuberías permanezca tan alta que no aparezca solidificación alguna.

5 La temperatura en la que no aparece segura ninguna solidificación del medio caloportador, se denomina también temperatura de control de solidificación del campo solar. Esta temperatura de control de solidificación está situada por encima de la temperatura de control de solidificación del medio caloportador y se fija observando requisitos de disponibilidad y la calidad de aislamiento de las tuberías del campo solar. La temperatura de control de solidificación puede situarse a este respecto muy por debajo de la temperatura de diseño del contenedor con medio caloportador frío. Cuando el medio caloportador del contenedor para el medio caloportador frío se introduce directamente en el campo solar, al menos en partes el campo solar no se hace funcionar a baja temperatura de control de solidificación, sino a la temperatura de diseño más alta del contenedor con el líquido caloportador frío. Dado que las pérdidas de calor del campo solar aumentan intensamente con temperaturas en aumento, esto tiene como consecuencia que se pierda más calor a través de radiación en el campo solar que en un funcionamiento completo del campo solar a la temperatura de control de solidificación. Mediante el procedimiento de acuerdo con la invención, debido al guiado en círculo del caloportador en los bucles de tubería la temperatura puede mantenerse claramente más cerca de la temperatura de control de solidificación, de modo que de este modo las pérdidas de calor pueden minimizarse.

20 Dado que mediante el procedimiento de acuerdo con la invención la temperatura en los bucles de tubería del campo solar tanto en el funcionamiento diurno como en el funcionamiento nocturno puede mantenerse constante, los sistemas de tubería se liberan de esfuerzos alternativos perjudiciales.

25 De acuerdo con la invención la parte reconducida hacia el bucle de tubería del medio caloportador antes de la introducción en el bucle de tubería se mezcla con el medio caloportador que va a alimentarse al bucle de tubería. Por ello se evita que dos flujos de caloportadores lleguen con diferentes temperatura al bucle de tubería. De acuerdo con la invención se utiliza un contenedor de mezcla, en el que tanto la parte reconducida del medio caloportador como también medio caloportador que va a alimentarse como nuevo se mezclan. En el contenedor de mezcla se introducen la parte reconducida del medio caloportador y el medio caloportador que va a alimentarse. Del contenedor de mezcla se alimenta al bucle de tubería una mezcla de medio caloportador reconducido y medio caloportador que va a alimentarse.

30 De acuerdo con la invención el contenedor, en el que se mezclan la parte reconducida del medio caloportador y el medio caloportador que va a alimentarse al bucle de tubería, es un contenedor de vaciado, que está unido con una tubería que conduce hacia el bucle de tubería. La ventaja del uso del contenedor de vaciado es que pueden ahorrarse componentes de instalación adicionales, por ejemplo contenedores de mezcla.

35 Para proporcionar en el caso de un corte de energía, que hace necesario un vaciado del campo solar o también en el caso de otros acontecimientos, en los que el campo solar debe vaciarse, un volumen de vaciado de manera suficiente, en el que pueda entrar el medio caloportador durante el vaciado, es preferente que el contenedor de vaciado durante el funcionamiento de la central solar de concentración lineal esté parcialmente lleno y el volumen no llenado esté dimensionado de manera que el medio caloportador contenido en el bucle de tubería puede salir hacia el contenedor de vaciado.

40 Dado que, como se ha descrito anteriormente es preferente que desplazar el medio caloportador en el funcionamiento nocturno a la temperatura más baja posible, es necesario, en el cambio al funcionamiento diurno calentar el medio caloportador a una temperatura operativa mínima. Para conseguir un calentamiento lo más rápido posible del medio caloportador, es posible por ejemplo, en la conmutación de funcionamiento nocturno al funcionamiento diurno conducir todo el medio caloportador extraído a la salida del bucle de tubería de vuelta hacia el bucle de tubería, hasta que el medio caloportador se haya calentado a la temperatura operativa mínima. Por ello se evita que mediante la mezcla al añadir medio caloportador fresco con una temperatura más baja, la temperatura del medio caloportador alimentado bucle de tubería baje de nuevo. Esto permite un calentamiento más rápido del medio caloportador guiado a través de los bucles de tubería a la temperatura operativa mínima. Tan pronto como la temperatura operativa mínima se haya alcanzado, puede alimentarse entonces de nuevo medio caloportador más frío, que puede calentarse. El medio caloportador calentado de este modo, que no se extrae ni se reconduce, se introduce desde el bucle de tubería hacia el contenedor para medio caloportador caliente. Para utilizar la energía del medio caloportador, el medio caloportador extraído del contenedor para medio caloportador caliente, puede emitir calor por ejemplo en un intercambiador de calor a un circuito de vapor, en el que primero se vaporiza agua y el vapor se sobrecalienta después. El medio caloportador se introduce después desde el intercambiador de calor de vuelta al contenedor para el medio caloportador frío. El vapor puede utilizarse por ejemplo, para accionar mediante turbinas generadores para generar corriente. El medio caloportador del contenedor para medio caloportador frío se conduce después de nuevo a través de los bucles de tubería, en los que mediante absorción de energía mediante radiación solar se calienta.

Tan pronto como la radiación de calor mediante el sol haya disminuido tanto que debe cambiarse al funcionamiento nocturno, el medio caloportador se conduce en el bucle de tubería de nuevo en círculo, hasta que se haya alcanzado

la temperatura de control de solidificación. Es preferente entonces cuando en el funcionamiento nocturno la parte reconducida del medio caloportador está dimensionada de manera que la mezcla alimentada al bucle de tubería de medio caloportador reconducido y medio caloportador que va a alimentarse presenta una temperatura, que se sitúa como máximo en el 20 % del valor de temperatura en °C por encima de la temperatura de solidificación. Un valor
 5 adecuado, en el que la temperatura del medio caloportador se sitúa por la temperatura de solidificación, es por ejemplo 30 °C. Por ello, por un lado la temperatura del medio caloportador, que se conduce en el funcionamiento nocturno a través de los bucles de tubería, se mantiene lo más baja posible, por otro lado se evita que la temperatura dentro del bucle de tubería mediante emisión de calor baje a una temperatura por debajo de la temperatura de solidificación. Por
 10 ello se garantiza que tampoco en el funcionamiento nocturno no solidifique medio caloportador alguno dentro de las bucles de tubería.

La temperatura que el medio caloportador como mínima, para impedir una congelación de las tuberías depende a este respecto también de la velocidad, con la que el medio caloportador se conduce a través de las tuberías y de la calidad del aislamiento de las tuberías y de los receptores. A este respecto una velocidad más alta permite una distancia más reducida respecto a la temperatura de solidificación.

15 Como medio caloportador se utiliza una sal fundida. Sales fundidas adecuadas, son por ejemplo sales de nitrato y sales de nitrito de los metales alcalinos, por ejemplo nitrato de potasio, nitrato de sodio, nitrito de potasio o nitrito de sodio, así como mezclas de estas sales. Una sal utilizada habitualmente como medio caloportador es una mezcla de nitrato de potasio y nitrato de sodio, por ejemplo la denominada sal solar, una mezcla de 40 % en peso de nitrato de potasio y 60 % en peso de nitrato de sodio.

20 Una central solar de concentración lineal adecuada para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención presenta al menos un bucle de tubería con al menos un receptor, en el que un medio caloportador que circula a través del bucle de tubería se calienta mediante radiación solar de energía radiante. Adicionalmente está comprendido un dispositivo de mezcla, en el que al menos una parte del medio caloportador que circula a través del bucle de tubería se mezcla con medio caloportador que va a alimentarse.

25 El dispositivo de mezcla es un contenedor, que está unido con una tubería que conduce hacia el bucle de tubería. Para mezclar el medio caloportador que ya ha circulado a través del bucle de tubería y medio caloportador que entra nuevamente hacia el bucle de tubería en el contenedor, tanto el medio caloportador que se introduce en el bucle de tubería como el medio caloportador reconducido se conducen hacia el contenedor de mezcla y allí se mezclan. La
 30 mezcla puede realizarse a este respecto por ejemplo mediante una introducción adecuada. Como alternativa es posible también prever un equipo de mezcla discrecional en el contenedor, por ejemplo un agitador. El agitador puede adoptar a este respecto cualquier forma discrecional, conocida por el experto en la materia. También es posible, emplear un mezclador estático.

Como alternativa a un dispositivo de mezcla, que está asociado a cada bucle de tubería individual, es también posible si la central solar comprende una pluralidad de bucles de tubería, prever un dispositivo de mezcla central, al que se
 35 alimentan el medio caloportador que va a reconducirse desde los bucles de tubería individuales y el medio caloportador que va a alimentarse a los bucles de tubería y desde el cual la mezcla de medio caloportador reconducido y medio caloportador que va a alimentarse se alimenta a los bucles de tubería. Con el dispositivo de mezcla central, tal como se ha expuesto anteriormente, puede renunciarse a una pluralidad de bridas y uniones. Además, por ello se crean las mismas condiciones, dado que a todos los bucles de tubería se alimenta el medio caloportador con la misma
 40 temperatura. Además es también posible reunir varios bucles de tubería en un segmento de campo solar y el segmento de campo solar con un dispositivo de mezcla central. En este caso se reúnen varios segmentos de campo solar formando un campo solar.

El dispositivo de mezcla central puede ser por ejemplo una parte de un contenedor separada con una pared divisoria. El contenedor puede ser a este respecto un contenedor discrecional, que se encuentra en la central solar de
 45 concentración lineal, por ejemplo un contenedor de vaciado.

Como en los dispositivos de mezcla, que están asociados en cada caso a un bucle de tubería, es también posible en el dispositivo de mezcla central prever un equipo de mezcla adicional, por ejemplo un agitador. Como alternativa puede utilizarse también en este caso un mezclador estático.

Es necesario prever el contenedor en el lugar más profundo del sistema de tubería global para que el medio
 50 caloportador solo, debido a la influencia de la gravedad pueda entrar en el contenedor de vaciado. Para la extracción es ventajoso entonces prever un tubo de inmersión, con el que el medio caloportador se extrae del contenedor o la parte separada del contenedor. Mediante el uso del tubo de inmersión puede asegurarse que puede extraerse todo el medio caloportador del contenedor. El tubo de inmersión está provisto a este respecto con una bomba de inmersión, con la que el medio caloportador se aspira del contenedor y a la que pueden alimentarse bucles de tubería. Cuando
 55 el contenedor sirve como contenedor de vaciado, a través del tubo de inmersión también después de un vaciado total del sistema de tuberías el medio caloportador puede introducirse de vuelta al sistema de tuberías.

En las figuras están representados ejemplos de realización de la invención y se explican con más detalle en la siguiente descripción.

Muestran:

- la figura 1 una representación esquemática de una central solar de concentración lineal,
- 5 la figura 2 una representación esquemática de un campo solar segmentado, que está acoplado a un acumulador central,
- la figura 3 una representación esquemática de un campo solar segmentado, que está acoplado a un acumulador central con un mezclador intercalado,
- 10 la figura 4 una representación esquemática de un campo solar segmentado, que está acoplado a un acumulador central con mezcladores intercalados,
- la figura 5 una representación esquemática de un dispositivo de mezcla con bomba, en donde el dispositivo de mezcla no está realizado de acuerdo con la invención,
- la figura 6 un dispositivo de mezcla realizado como contenedor de mezcla con una bomba de inmersión,
- 15 la figura 7 una representación esquemática de una central solar de concentración lineal con segmentos de vaciado, en donde a los segmentos están asociados en cada caso contenedor de vaciado y mezclador.

En la figura 1 está representada esquemáticamente una central solar de concentración lineal.

20 Una central solar de concentración lineal 1 comprende un campo solar 3, en el que un medio caloportador se calienta mediante radiación solar 5 incidente. Para este propósito el campo solar 3 comprende habitualmente varios receptores conectados en serie, a través de los cuales se conduce el medio caloportador. A este respecto, los receptores comprenden en cada caso un espejo, en los que se concentra la radiación solar 5 incidente y hacia el que se dirige el medio caloportador. Los espejos pueden estar configurados a este respecto, por ejemplo, en forma de canales parabólicos o también como espejos de Fresnel.

25 Desde el campo solar 3 el medio caloportador circula habitualmente en primer lugar hacia un tanque caliente 7 de un sistema de acumulador de calor 9. Desde el tanque frío 7 circula el medio caloportador hacia el transferidor de calor 11, en el que el medio caloportador emite calor a un circuito de agua. Por ello, el agua del circuito de agua se evapora y se sobrecalienta. El vapor sobrecalentado acciona una turbina 13, que acciona un generador para generar energía eléctrica. La generación de corriente se realiza a este respecto como en una central convencional. La generación de energía eléctrica está representada a este respecto con una flecha 15.

30 Mediante el accionamiento de la turbina 13 el vapor pierde energía. Esta se emite en forma de calor 17. En este sentido una parte del vapor puede condensarse. El vapor enfriado retorna al transferidor de calor 11, en el que este absorbe de nuevo calor del medio caloportador y se evapora y se sobrecalienta. El condensador de vapor utilizado habitualmente en una central no está representado para simplificar. El medio caloportador enfriado por ello circula hacia un tanque frío 19 del sistema de acumulador de calor. Desde el tanque frío 19 circula el medio caloportador hacia el campo solar 3, en el que este se calienta de nuevo. El uso del sistema de acumulador de calor 9 con tanque caliente 7 y tanque frío 19 tiene la ventaja de que una cantidad tan grande de medio caloportador puede calentarse y almacenarse temporalmente de que también en tiempos, en los que no brilla el sol y con ello no puede realizarse ningún calentamiento del medio caloportador, puede emitirse calor al circuito de vapor para la generación de energía.

40 El sistema de acumulador de calor 9 puede comprender a este respecto, como se muestra esquemáticamente en la figura 1, un tanque caliente 7 y un tanque frío 19. Como alternativa es posible también emplear como sistema de acumulador de calor 9 un acumulador estratificado, en el que en la zona inferior está situado el medio caloportador frío y en la zona superior el medio caloportador caliente. En este sentido desde la zona superior se extrae el medio caloportador caliente y se alimenta al circuito de vapor y desde la zona inferior el medio caloportador frío, que se alimenta al campo solar 3.

45 En la figura 2 está representado un campo solar segmentado, que está acoplado a un acumulador central.

La figura 2 muestra un fragmento de un central solar de concentración lineal 1, en el que el campo solar 3 está dividido en segmentos de campo solar 21 individuales. Para alimentar los segmentos de campo solar 21 individuales, el medio caloportador se introduce desde el tanque frío 19 a un distribuidor 23. Desde el distribuidor 23 el medio caloportador

circula hacia los segmentos de campo solar 21 individuales. Cada segmento de campo solar 21 individual comprende a este respecto uno o varios bucles de tubería, que están provistos de receptores, por los cuales se capta la radiación solar 5 incidente y se emite concentrado al medio caloportador, para calentar de este modo el medio caloportador. Desde los segmentos de campo solar 21 individuales el medio caloportador calentado circula hacia un colector 25. El

5 colector 25 está unido con el tanque caliente 7 del sistema de acumulador de calor 9, de modo que el medio caloportador calentado puede fluir desde el colector 25 hacia el tanque caliente 7.

En la figura 3 está representado un campo solar segmentado, que está acoplado a un acumulador central con un mezclador intercalado.

10 La estructura de la central solar de concentración lineal 1, tal como está representada en la figura 3, se corresponde esencialmente al representado en la figura 2. A diferencia de la forma de realización representada en la figura 2 la central solar representada en la figura 3 presenta un dispositivo de mezcla 27, que está dispuesto entre el sistema de acumulador de calor 9 y el distribuidor 23 o colector 25. Mediante el dispositivo de mezcla 27 existe la posibilidad, de

15 alimentar una parte del medio caloportador desde el colector 25 de nuevo al distribuidor 23, para calentar el medio caloportador más intensamente de este modo, por ejemplo, al arrancar la central solar de concentración lineal, cuando se conmuta de funcionamiento nocturno a funcionamiento diurno y el sol comienza de nuevo a brillar. En este sentido una parte del medio caloportador se conduce de vuelta al campo solar 3, para calentar este adicionalmente. En este sentido existe también la posibilidad de desviar todo el medio caloportador desde el colector 25 en el dispositivo de mezcla 27 y alimentarlo de nuevo al distribuidor 23. Por ello el medio caloportador puede calentarse tanto que se

20 alcance una temperatura mínima predeterminada. Cuando se ha alcanzado la temperatura mínima, una parte del medio caloportador puede conducirse al tanque caliente 7 y de manera correspondiente puede extraerse una parte del tanque frío 19 y alimentarse al dispositivo de mezcla 27. En el dispositivo de mezcla 27 el medio caloportador frío puede mezclarse con una parte del medio caloportador calentado. Por ello la cantidad de medio caloportador, que se conduce a través de los segmentos de campo solar 21 del campo solar 3 individuales, puede mantenerse tan grande que pueda realizarse una corriente turbulenta. Por ello se evita una estratificación del medio caloportador en las

25 tuberías, que puede llevar a un deterioro de las tuberías.

La adición a la mezcla del medio caloportador ya calentado en el medio caloportador en el dispositivo de mezcla 27 es útil en particular, cuando la radiación solar 5 incidente no es suficiente, para calentar todo el volumen del medio caloportador que circula a través de los segmentos de campo solar 21 de modo que este se extraiga completamente y pueda alimentarse al tanque caliente 7.

30 Una disposición alternativa de dispositivos de mezcla está representada en la figura 4. A diferencia de la forma de realización representada en la figura 3, en la forma de realización representada en la figura 4, a cada segmento de campo solar 21 individual está asociado un dispositivo de mezcla 27. Los dispositivos de mezcla 27 están situados a este respecto entre colector 25 o distribuidor 23 y los segmentos de campo solar 21 individuales. Mediante la asociación de dispositivos de mezcla 27 a cada segmento de campo solar 21 individual existe la posibilidad de regular

35 los segmentos de campo solar 21 de manera independiente entre sí, de modo que en caso de una radiación de calor diferente o calentamiento diferentes del medio caloportador en cada caso individualmente la cantidad de medio caloportador calentado, que en el dispositivo de mezcla 27 se alimenta al medio caloportador frío, puede ajustarse.

Además es también posible asociar a cada bucle de tubería de un segmento de campo solar 21 un dispositivo de mezcla 27 independiente.

40 Una forma de realización de un dispositivo de mezcla con bomba está representada esquemáticamente en la figura 5.

En el dispositivo de mezcla 27 representado en la figura 5 la mezcla se realiza mediante una derivación 29, mediante la cual puede introducirse medio caloportador calentado desde la tubería que abandona un segmento de campo hacia una tubería que desemboca en el segmento de campo solar 21, que conduce medio caloportador frío. Para poder

45 ajustar la cantidad de medio caloportador, que se conduce a través de la derivación 29, en la forma de realización representada en la figura 5 en la derivación 29 está alojada una bomba 31. Con la bomba 31 el medio caloportador puede transportarse desde la tubería 33 que conduce el medio caloportador caliente a la tubería 35 que conduce el medio caloportador frío.

En particular, cuando todo el medio caloportador debe bombearse desde la tubería 33 que conduce el medio caloportador caliente a la tubería 35 que conduce el medio caloportador frío, por ejemplo en el cambio de funcionamiento nocturno al funcionamiento diurno, mediante la bomba 31 se realiza un transporte del medio caloportador.

50

Además de la derivación 29 reproducida en la figura 5 el dispositivo de mezcla por ejemplo puede servir también mediante un contenedor. Esto se representa a modo de ejemplo en la figura 6.

La forma de realización representada en la figura 6 del dispositivo de mezcla 27 comprende un contenedor 37, al que

desemboca una tubería 39 que se bifurca desde la tubería 33 que conduce el medio caloportador caliente. En la tubería 39 está alojado un equipo de bloqueo 41, con el que puede impedirse en el que no se alcance un nivel de llenado mínimo y una superación de un nivel de llenado máximo en el contenedor 37. Así es posible, por ejemplo, abrir el equipo de bloqueo 41, cuando el nivel de llenado en el contenedor se aproxima al nivel de llenado mínimo, y en el otro lado el equipo de bloqueo 41 puede cerrarse, cuando se ha alcanzado el nivel de llenado máximo, para evitar que medio caloportador adicional pueda entrar en el contenedor 37.

Desde el contenedor 37 el medio caloportador en la forma de realización representada en la figura 6 se extrae con ayuda de una bomba de inmersión 43. La bomba de inmersión 43 está unida a este respecto con una tubería 45, que desemboca en la tubería que conduce 35 el medio caloportador frío. Para evitar que la bomba de inmersión 43 funcione en seco, en el contenedor 37 siempre tiene que estar contenida una cantidad de llenado mínima.

Mediante el uso del contenedor 37 es posible, evitar la aparición de pérdidas de presión en el paso de un dispositivo de mezcla, como está representado por ejemplo en la figura 5. Mediante las pérdidas de presión correspondientes aparecen adicionalmente pérdidas de energía reseñables, que son indeseadas.

El contenedor 37, como está representado en la figura 6, de acuerdo con la invención sirve además de su función como dispositivo de mezcla adicionalmente también como contenedor de vaciado, en el que entra el medio caloportador, cuando por ejemplo es necesario, vaciar un segmento de campo solar 21 individual, al que está asociado el dispositivo de mezcla 27. Cuando está previsto un dispositivo de mezcla 27 central, el contenedor de vaciado ha de seleccionarse tan grande para que el medio caloportador procedente de todos segmentos de campo solar 21 en el contenedor 37 tenga espacio.

Una central solar de concentración lineal con varios segmentos de campo solar, a los cuales está asociado en cada caso un contenedor de vaciado, está representada en la figura 7.

La central solar 1 de concentración lineal representada en la figura 7 comprende varios segmentos de campo solar 21, que presentan en cada caso varios bucles de tubería 47. En los bucles de tubería 47 adicionales están dispuestos los colectores, en los que se calienta el medio caloportador mediante la radiación solar incidente. Los bucles de tubería 47 están conectados en cada caso a subdistribuidores 49 y subcolectores 51, en donde a través de los subdistribuidores 49 el medio caloportador se introduce en los bucles de tubería 47 y el medio caloportador que circula a través de los bucles de tubería 47 confluye en los subcolectores 51. Los subdistribuidores 49 están conectados a este respecto con el distribuidor 23 y los subcolectores 51 con el colector 25. El distribuidor 23 está conectado a este respecto con el tanque frío 19 y el colector 25 está unido con el tanque caliente 7 del sistema de acumulador de calor 9. Para extraer el medio caloportador frío del tanque frío 19, en la forma de realización representada en este caso en el tanque frío 19 está prevista una bomba de inmersión. De manera correspondiente también del tanque caliente 7 se extrae el medio caloportador con una bomba de inmersión, alimentándose el medio caloportador caliente desde el tanque caliente 7 al transferidor de calor 11.

En la forma de realización representada en la figura 7 a cada segmento de campo solar 21 está asociado un contenedor de vaciado 53. La estructura de los contenedores de vaciado 53 se corresponde a este respecto a la estructura de los contenedores 27 representada en la figura 6.

Si es necesario, vaciar un segmento de campo solar 21, se abre una válvula de ventilación 55. El medio caloportador circula entonces a través del subdistribuidor 49 mediante los bucles de tubería 47 hacia el subcolector 51 y desde el subcolector 51 al contenedor de vaciado 53. Para que el medio caloportador circule también en caso de un corte de energía hacia el contenedor de vaciado 53, los subdistribuidores 49, subcolectores 51, bucles de tubería 47 presentan en cada caso una pendiente, en donde la pendiente está orientada de modo que el contenedor de vaciado 53 está situado en el punto más profundo. Mediante la apertura de la válvula de ventilación 55 se realiza una compensación de presión, de modo que el medio caloportador puede entrar en el contenedor de vaciado 53.

Para respaldar este vaciado, además es posible, aplicar en el contenedor de vaciado 53 una presión negativa, de modo que el medio caloportador se aspire hacia el contenedor de vaciado 53. Esto no es posible sin embargo cuando el contenedor de vaciado 53 sirve al mismo tiempo también como dispositivo de mezcla 27. En este caso sin embargo existe la posibilidad de aplicar en la válvula de ventilación 55 una sobrepresión, para presionar el medio caloportador desde el subdistribuidor 49, bucles de tubería 47 y subcolector 51 al contenedor de vaciado 53. En particular, cuando el medio caloportador por ejemplo puede reaccionar con el oxígeno del aire químicamente, es preferente utilizar para la ventilación un gas inerte, por ejemplo nitrógeno. En este caso la válvula de ventilación 55 se une con una reserva de gas, en la que está almacenado el gas correspondiente.

Para llenar tras un vaciado el segmento de campo solar 21 de nuevo con el medio caloportador, el medio caloportador se introduce con ayuda de la bomba de inmersión 43 desde el contenedor de vaciado 53 hacia el subdistribuidor 49. Desde este el medio caloportador circula de nuevo de vuelta hacia los bucles de tubería 47 y el subcolector 51 y desde allí al colector 25.

Lista de referencias

1	central solar de concentración lineal
3	campo solar
5	radiación solar
7	tanque caliente
9	sistema de acumulador de calor
11	transferidor de calor
13	turbina
15	energía eléctrica
17	emisión de calor
19	tanque frío
21	segmento de campo solar
23	distribuidor
25	colector
27	dispositivo de mezcla
29	derivación
31	bomba
33	tubería que conduce medio caloportador caliente
35	tubería que conduce medio caloportador frío
37	contenedor
39	tubería
41	equipo de bloqueo
43	bomba de inmersión
45	tubería
47	bucle de tubería
49	subdistribuidor
51	subcolector
53	contenedor de vaciado
55	válvula de ventilación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para hacer funcionar una central solar (1) de concentración lineal, en el que una sal fundida como medio caloportador circula a través de al menos un bucle de tubería (47) con al menos un receptor, presentando el medio caloportador una velocidad de circulación, que es tan alta que no aparecen diferencias de temperatura inadmisibles dentro del bucle de tubería (47), en donde al menos una parte del medio caloportador se extrae en la salida desde el bucle de tubería (47) y se reconduce hacia el bucle de tubería (47), en donde la parte reconducida hacia el bucle de tubería (47) del medio caloportador antes de la introducción en el bucle de tubería (47) se mezcla con el medio caloportador que va a alimentarse al bucle de tubería (47), en donde para la mezcla de la parte del medio caloportador reconducida hacia el bucle de tubería (47) y del medio caloportador que va a alimentarse al bucle de tubería (47) se emplea un contenedor, en el que se introducen la parte reconducida del medio caloportador y el medio caloportador que va a alimentarse y desde el que se alimenta una mezcla de medio caloportador reconducido y medio caloportador que va a alimentarse hacia el bucle de tubería (47), en donde el contenedor es un contenedor de vaciado (53), que está unido con una tubería que conduce hacia el bucle de tubería (47).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el contenedor de vaciado (53) durante el funcionamiento de la central solar de concentración lineal está parcialmente lleno y el volumen no llenado está dimensionado de manera que el medio caloportador contenido en el bucle de tubería (47) puede salir hacia el contenedor de vaciado (53).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** se utiliza un contenedor de mezcla (37) central, al que se introducen y se mezclan el medio caloportador reconducido y el medio caloportador que va a alimentarse a varios bucles de tubería (47) y desde el cual se alimentan los bucles de tubería (47).
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** en la conmutación de funcionamiento nocturno a funcionamiento diurno todo el medio caloportador extraído a la salida del bucle de tubería (47) se reconduce hacia el bucle de tubería (47), hasta que el medio caloportador se haya calentado a una temperatura operativa mínima.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** en el funcionamiento nocturno la parte reconducida del medio caloportador está dimensionada de manera que la mezcla alimentada al bucle de tubería (47) de medio caloportador reconducido y medio caloportador que va a alimentarse presenta una temperatura que se sitúa como máximo en el 20 % del valor de temperatura en °C por encima de la temperatura de solidificación.
6. Central solar de concentración lineal adecuada para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
7. Central solar de concentración lineal de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada por que** la central solar (1) comprende una pluralidad de bucles de tubería (47) y está previsto un dispositivo de mezcla (27) central, en el que se introducen el medio caloportador que va a reconducirse desde los bucles de tubería (47) individuales y el medio caloportador que va a alimentarse a los bucles de tubería (47) y desde el cual se alimenta la mezcla de medio caloportador reconducido y medio caloportador que va a alimentarse a los bucles de tubería (47).
8. Central solar de concentración lineal de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** el dispositivo de mezcla (27) central es una parte de un contenedor (37) separada con una pared divisoria.
9. Central solar de concentración lineal de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizada por que** el medio caloportador se extrae del contenedor (37) o de la parte separada del contenedor con un tubo de inmersión.

FIG. 1

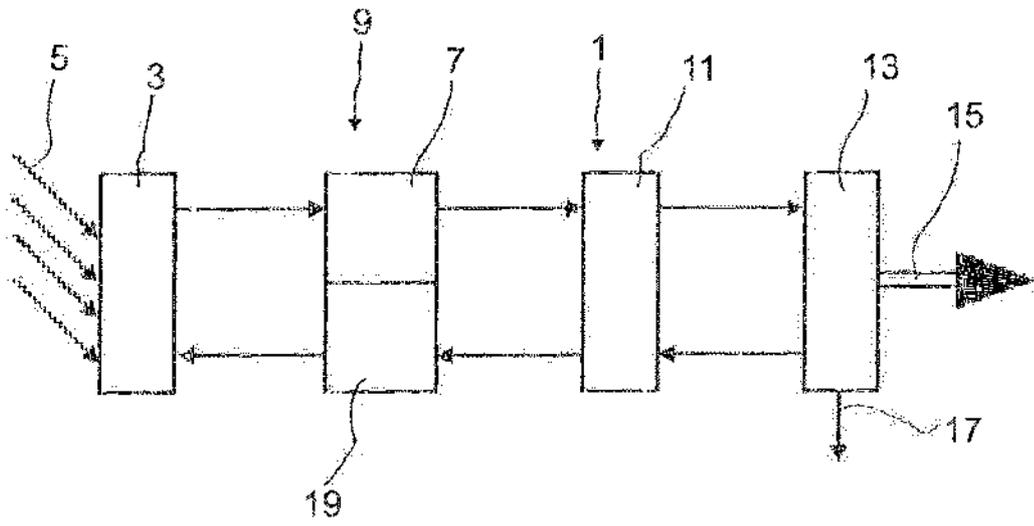


FIG. 2

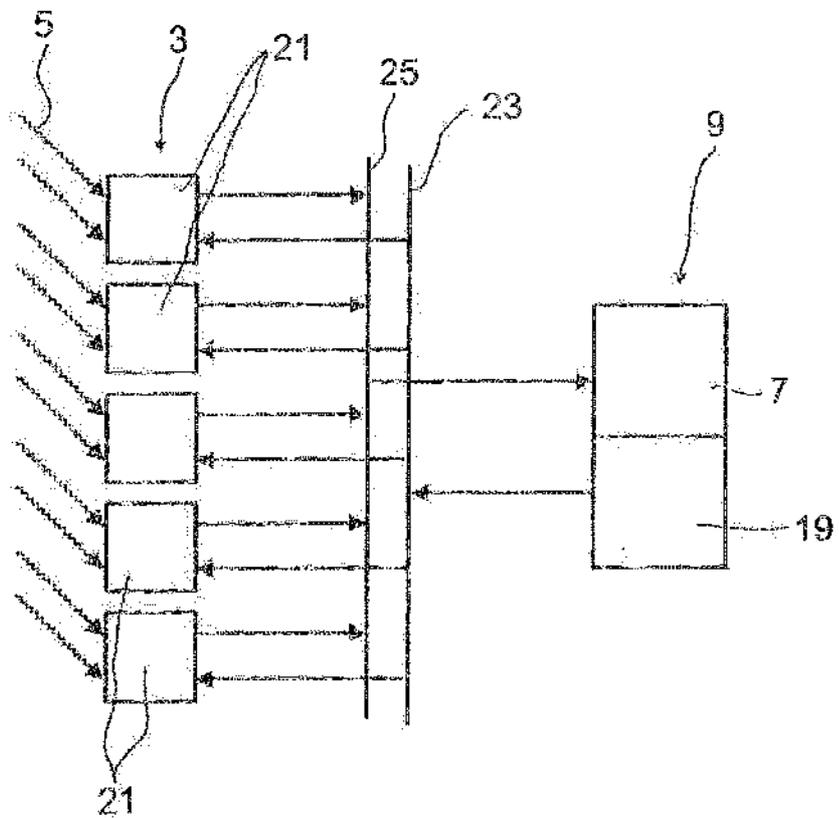


FIG.3

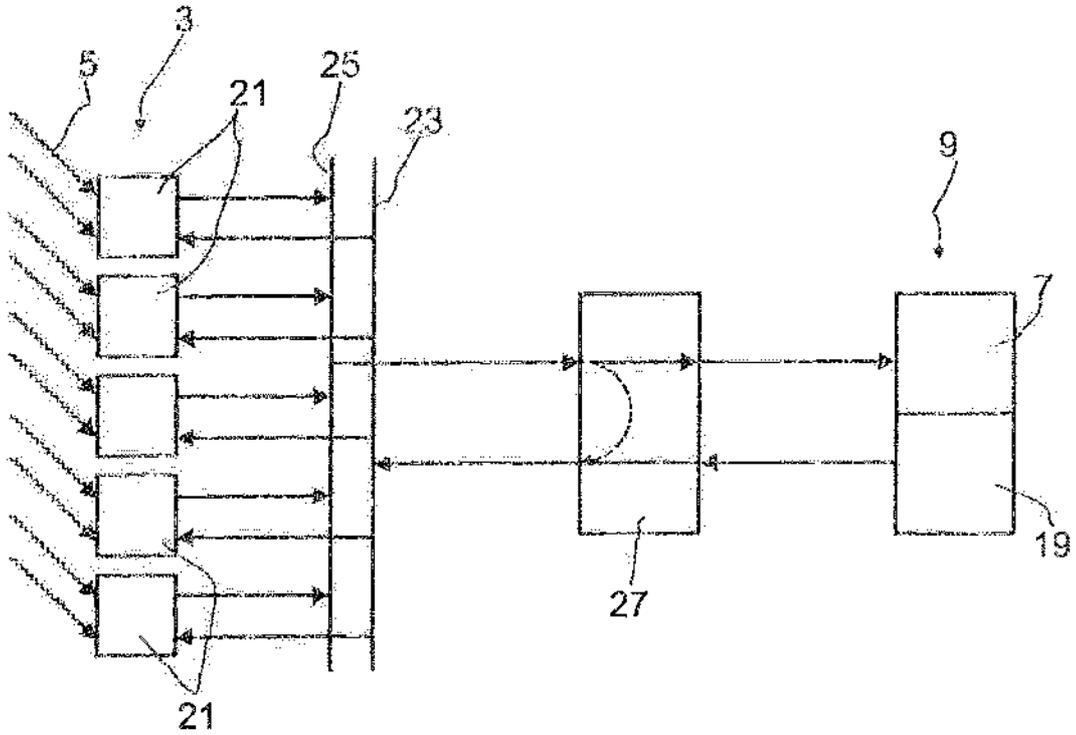


FIG.4

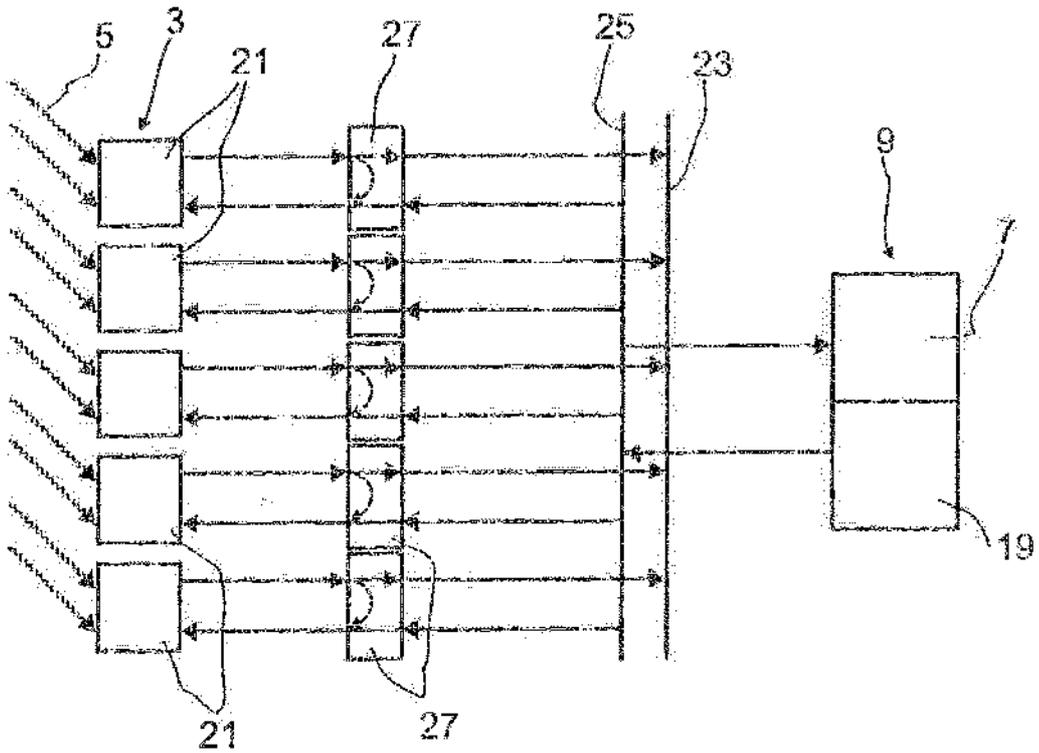


FIG.5

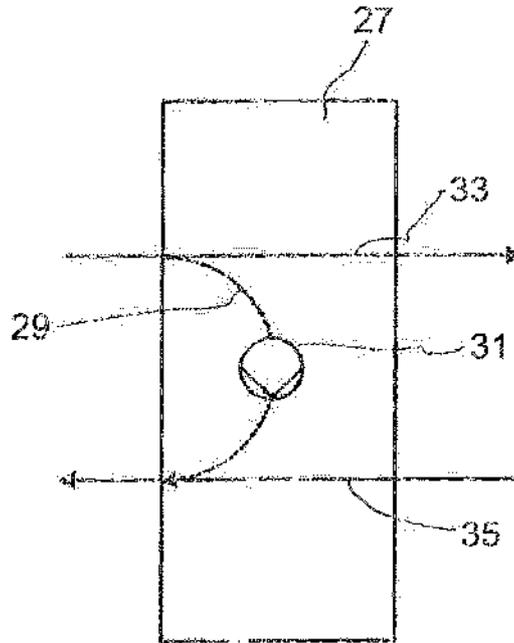


FIG.6

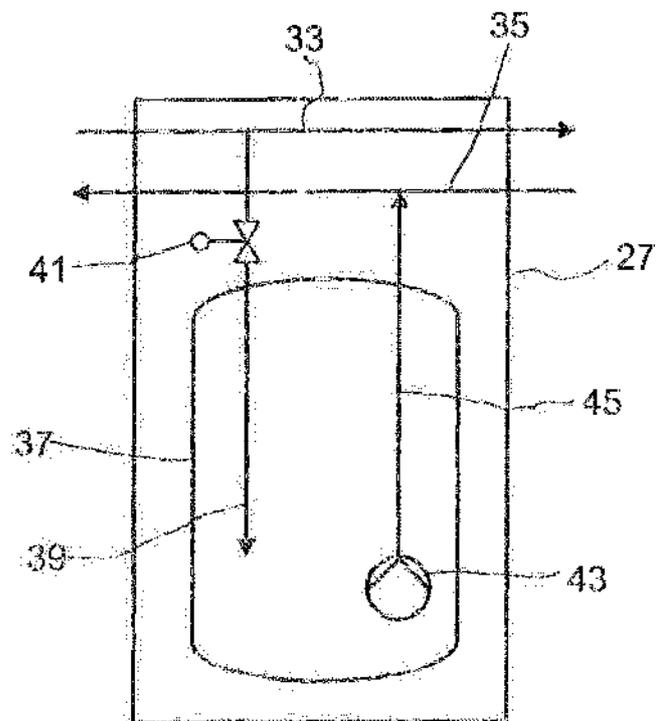


FIG.7

