

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 008**

51 Int. Cl.:

F24J 2/05 (2006.01)

F24J 2/07 (2006.01)

F24J 2/34 (2006.01)

F24J 2/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2009 E 09737140 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015 EP 2331883**

54 Título: **Central eléctrica de concentración de energía solar**

30 Prioridad:

12.09.2008 IT SA20080028

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

30.03.2016

73 Titular/es:

INTERNEW ELECTRONICS S.R.L. (33.3%)

C. da Piancardillo 37/A

85100 Pignola (PZ), IT;

GEODESK.IT DI DE MARTINO PASQUALE (33.3%)

y

GIORDANO MICHELE DI GIORDANO MICHELE

(33.3%)

72 Inventor/es:

DE MARTINO, PASQUALE y

HARABAGLIA, PAOLO

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 565 008 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 eléctrica de concentración de energía solar.

Campo técnico

5 La presente invención versa acerca de un sistema de vector térmico para centrales eléctricas de concentración de energía solar, en particular para centrales eléctricas de espejos cilindro-parabólicos de concentración de energía solar, tanto para uso industrial como para uso doméstico.

10 Se debería hacer notar que la expresión “central eléctrica de concentración de energía solar” quiere decir, de aquí en adelante, cualquier central eléctrica de energía solar en la que se concentre la radiación solar por medio de una o más lentes (por ejemplo, lentes Fresnel), o uno o más espejos con formas convenientes (por ejemplo, espejos parabólicos) o espejos cilindro-parabólicos o cualquier otro medio adecuado conocido en la técnica, en un vector térmico contenido en un contenedor apropiado (por ejemplo, una tubería de recepción) para aprovechar el calor producido de ese modo.

Técnica antecedente

15 El principio de concentrar energía solar para obtener una fuente de calor probablemente puede ser atribuido a Arquímedes. Sin embargo, solo en tiempos modernos las centrales eléctricas de concentración de energía solar se han vuelto viables. En particular, la tecnología más fiable hace uso de espejos cilindro-parabólicos como concentradores de la energía solar térmica. El campo solar tiene una estructura modular, fabricada de colectores parabólicos lineales, unidos en serie, y configurados a lo largo de líneas paralelas con una longitud de varios cientos de metros. Cada colector está fabricado de un reflector de forma parabólica que concentra los rayos del sol sobre
20 una tubería de recepción, colocada en la línea focal. Un fluido termovector bombeado a través de las tuberías de recepción, suministra calor a una central eléctrica colocada en el centro del campo solar. Se utiliza el calor para producir vapor que pone en acción un grupo turbogenerador eléctrico.

25 Las primeras centrales de este tipo fueron construidas en el desierto de Mojave al comienzo de la década de 1980. En Europa las centrales más grandes actualmente, las Andasol, están construidas en España según el mismo esquema básico. Todas estas centrales utilizan un aceite mineral inflamable y tóxico, como fluido térmico de trabajo. Este aceite diatérmico está limitado, en particular, a una temperatura máxima de aproximadamente 400 °C. Por encima de este umbral, existe un riesgo sustancial de iniciar una reacción de combustión. Esto significa que la eficacia de las centrales es necesariamente bastante baja.

30 En Italia, en los laboratorios Enea, se ha desarrollado el proyecto Archimede para superar la limitación del aceite diatérmico. En este caso el fluido de trabajo es una mezcla de sales fundidas utilizadas habitualmente como fertilizantes, en concreto un 60% de NaNO₃ y un 40% de KNO₃. Pueden ser utilizadas de forma segura hasta aproximadamente 550 °C, pero siguen teniendo el problema sustancial de que por debajo de aproximadamente 200 °C se solidifican. Esto significa que el circuito principal también debe ser mantenido operativo durante la noche, utilizando el calor almacenado o, en último término, calentándolo con una fuente externa. Además, dado que las
35 turbinas de vapor eficaces operan a temperaturas de al menos 500 °C, el calor eficaz almacenado es limitado.

Dos componentes importantes de tales centrales de concentración de energía solar son la tubería de recepción (en el colector de energía solar) y el almacenamiento de calor.

40 En la actualidad, la tubería de recepción más avanzada en el mercado es la denominada Angeloantoni, que también ha sido desarrollada en el marco del proyecto Archimede. Está constituida por una tubería metálica, ennegrecida mediante una técnica de súper ennegrecimiento, que se inserta en una tubería de vidrio. Entre la tubería de vidrio y la metálica, se crea un vacío para crear un aislamiento térmico eficaz. En general, esta tubería es sumamente eficaz pero frágil, dado que las dos tuberías concéntricas están fabricadas de distintos materiales, vidrio y metal, con distintos coeficientes de alargamiento. Esta limitación no es particularmente grave si se mantiene el circuito siempre operativo con el fluido de trabajo fluyendo continuamente a una temperatura elevada, pero no es aceptable en
45 ninguna situación en la que deba ser detenido el fluido de trabajo para su enfriamiento.

En cambio, el almacenamiento de calor permite la producción de vapor también en ausencia de radiación solar durante un periodo prolongado de tiempo. Hay casos, tales como las centrales Andasol, en las que se almacena el calor en depósitos de sales fundidas. El proyecto Archimede hace lo mismo. Un proyecto más innovador es el de la central eléctrica Cloncurry australiana, una central de torre, que es un enfoque completamente distinto con respecto
50 a las centrales de espejos cilindro-parabólicos, que almacena el calor encima de la torre en bloques de grafito purificado. Sin embargo, nadie ha intentado almacenar calor durante periodos de tiempo mayores que unas semanas dado que la dispersión térmica es una grave limitación.

También se conocen patentes o solicitudes de patente en relación con centrales eléctricas de concentración de energía solar.

El documento WO2009/004476 da a conocer un conjunto modular para la producción y la acumulación de energía solar con la tecnología de sales fundidas. El conjunto comprende un depósito para la acumulación de sales fundidas, un cuerpo reflectante para captar los rayos solares, un colector tubular, un cuerpo parabólico, un circuito de suministro y un circuito de retorno.

- 5 El colector tubular está orientado hacia el cuerpo parabólico y los circuitos de suministro y de retorno se comunican en un lado con el depósito y en el otro con el colector para suministrar las sales fundidas a través del colector. El depósito de acumulación está colocado en una posición por debajo del colector y los circuitos de suministro y de retorno están colocados de forma que permitan la descarga por gravedad de las sales fundidas al interior del depósito de acumulación. El documento WO79/01004 describe un sistema de energía solar que comprende un colector, un receptor, un acumulador de energía térmica y un sistema de transferencia de energía térmica. Se utiliza el colector para recoger y concentrar radiación solar, el receptor asociado con el colector se emplea para convertir la radiación concentrada por el colector en energía térmica, y se utiliza el sistema de transferencia de energía térmica para transferir energía térmica del receptor al acumulador de energía térmica. El acumulador de energía térmica comprende una mezcla de sales fusibles.
- 10
- 15 El documento WO01/90660 A1 describe una central de concentración de energía solar que utiliza sustancias caloríferas en forma de partículas, en concreto arena y un ennegrecimiento con negro de carbón. El documento US3.908.632 describe otra central de concentración de energía solar con un almacenamiento de calor, utilizando dicha central solar una corriente de gas que porta partículas, comprendiendo las partículas materiales carbonosos, partículas refractarias de óxido orgánico o incluso perlas de vidrio o plástico de color negro.

20 Divulgación de la invención

El objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de vector térmico para centrales de concentración de energía solar que solucionen algunos de los inconvenientes expuestos anteriormente de una forma sencilla y económicamente ventajosa.

- 25 Según la presente invención, se proporciona una central de concentración de energía solar que comprende un vector térmico de estado sólido como en la reivindicación 1.

En particular, la mayoría de las limitaciones actuales de las centrales de concentración de energía solar son superadas por medio de un sistema de estado sólido basado en un vector térmico de estado sólido empujado, preferentemente, a través de un conjunto de transportadores de tornillo helicoidal.

- 30 Dicho sistema de estado sólido reivindicado, requiere preferentemente una tubería nueva de recepción con forma toroidal, y un acumulador-intercambiador nuevo de calor geotérmico de estado sólido, con un generador de vapor sobrecalentado en su interior y un precalentador de vapor en el exterior que permita trabajar con temperaturas de hasta aproximadamente 800 °C.

De esta manera, se proporcionan mayores seguridad y eficacia generales, comprendiendo el sistema de vector térmico un vector térmico de estado sólido.

- 35 La invención reivindicada, según un aspecto preferente de la misma, permite que el vector térmico en el estado sólido, denominado posteriormente "SSTV" (vector térmico de estado sólido), tenga la forma de una mezcla de granos de tamaño muy pequeño a pequeño, o partículas que deben tener las propiedades de producir una conductividad térmica y una capacidad térmica volumétrica buenas, y cuya composición debe ser tal que pueda ser empujado fácilmente a través de las tuberías por medio de un conjunto de transportadores de tornillo helicoidal, que no experimenta reacciones químicas hasta al menos 900 °C, que mantenga sin cambios las propiedades mecánicas y físicas tanto a la temperatura normal de funcionamiento como, cuando la central se encuentra inoperativa, que no produzca problemas cuando se detenga la central y luego se vuelva a poner en marcha y que no plantee problemas de corrosión sino que actúe en realidad como un lubricante natural. La composición del SSTV (vector térmico de estado sólido) puede variar dependiendo del área geográfica en la que será utilizado y del fin de la central, es decir la producción de electricidad, de agua caliente, de vapor de baja temperatura o todas ellas combinadas. Está compuesto, sin embargo, por una mezcla de materiales inertes en función de la química del clínker, es decir silicatos de calcio y aluminatos de calcio, mezclados posiblemente con uno o más de arcilla expandida que ha experimentado un procesamiento del clínker, ceniza de hornos de alta temperatura, grafito purificado, y estando completamente relleno el espacio libre de atmósfera de helio u otros gases nobles, tales como argón, neón. Todos los componentes
- 40
- 45 sólidos deben experimentar un procedimiento de secado a aproximadamente 900 °C en un horno durante aproximadamente 24 horas para eliminar todos los volátiles y luego deben ser almacenados en un envase sellado, antes de ser cargados en la central. Una vez que está instalada la central y el SSTV cargado, preferentemente se podría introducir helio para sustituir todas las otras fases gaseosas. Cuando la central pase a estar operativa, la presión del helio será de aproximadamente 110 kPa a 0 °C.

- 55 Por lo tanto, se utiliza el vector térmico de estado sólido (SSTV) en una central de concentración de energía solar, y en particular en una central de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, que comprende una pluralidad de uno o más colectores de energía solar (por ejemplo, en forma de colectores parabólicos lineales,

especialmente en forma de espejos cilindro-parabólicos), un intercambiador de calor, un acumulador de calor y un circuito de tuberías de conexión. Se empuja el vector térmico a través de dicho circuito de tuberías de conexión mediante medios mecánicos.

5 En particular, según una realización preferente de la presente invención, dichos medios mecánicos pueden ser transportadores de tornillo helicoidal que empujan el vector térmico de estado sólido de tal forma que la porción de temperatura elevada del recorrido estará descendiendo, de forma que se aproveche la gravedad, mientras que la porción ascendente del recorrido, en la que el SSTV estará más frío, será la porción en la que funcionarán los transportadores de tornillo helicoidal, evitando, de ese modo, cualquier problema debido al calor.

10 Esenciales para el funcionamiento eficaz de dicha central y para aprovechar las potencialidades generales del sistema de vector térmico de estado sólido, las características relacionadas importantes son la tubería de recepción y el acumulador de calor.

15 En una central de concentración de energía solar que comprende un vector térmico de estado sólido según la invención, se puede utilizar una tubería de recepción de forma toroidal de vidrio o cuarzo fundido de bajo alargamiento resistente a la temperatura. Dicha tubería toroidal se obtiene soldando dos cilindros de distintos diámetros, siendo oscurecido el interno en el exterior con un procedimiento de cuerpo negro que debe tener una eficacia de al menos 99,5%, y creando luego un vacío en el interior del toroide, para obtener así una tubería de recepción que resulte ser más resistente a cambios bruscos de temperatura que las que existen actualmente en el mercado, manteniendo, sin embargo, una eficacia casi equivalente en términos de aislamiento térmico a las de las tuberías de recepción disponibles actualmente.

20 Otra característica importante en la central de concentración de energía solar mencionada anteriormente que comprende un vector térmico de estado sólido según la invención, es un acumulador geotérmico de estado sólido para almacenar el calor, enterrado en el suelo.

25 Preferentemente, dicho acumulador de calor está compuesto de una envuelta externa metálica exterior, un núcleo interno de un material que no experimenta reacciones químicas hasta al menos 900 °C, utilizado para almacenar calor, y que se encuentra en contacto con la envuelta externa únicamente por medio de piezas de separación y una base de material aislado térmicamente, y la porción restante del espacio vacío está rellena de argón despresurizado para actuar como un aislante térmico eficaz y para evitar cualquier riesgo de reacción química debido al oxígeno libre.

30 El núcleo del acumulador de calor estará compuesto de un material con una buena efusividad térmica, tal como grafito, en el caso de su uso en centrales eléctricas, en las que es importante intercambiar calor de forma rápida y eficaz.

35 Además, el núcleo del acumulador de calor estará compuesto de un material con una conductividad térmica reducida y una capacidad térmica volumétrica elevada, tal como clínker, en el caso de su uso en centrales dedicadas a la producción de agua caliente o vapor de baja temperatura, en las que es importante un almacenamiento a largo plazo, del orden de semanas o meses, pero es necesario extraer únicamente una pequeña fracción del calor contenido en cualquier momento dado. A lo largo de la tubería del acumulador de SSTV saliente, podría haber instalado un precalentador, en el que se producirá agua caliente y finalmente vapor de baja temperatura, dependiendo de la longitud del precalentador, moviéndose el agua/vapor en la dirección contraria con respecto a la del SSTV saliente, que, mientras tanto, será enfriado, siempre que la central se encuentre en una fase de captación de energía solar, de lo contrario se podría cerrar el circuito de agua/vapor por medio de electroválvulas.

40 También en el interior del acumulador, en el espacio vacío entre la envuelta metálica externa y el núcleo interno, se podría instalar un precalentador, en el que se producirá agua caliente y finalmente vapor de baja temperatura, dependiendo de la longitud del precalentador, siempre que la central no se encuentre en una fase de captación de energía solar, de lo contrario se podría cerrar el circuito de agua/vapor por medio de electroválvulas.

45 Dichos precalentadores, internos y externos, son los elementos de la central en los que, si se requiere, se producirá vapor de baja temperatura, evitando la incrustación en otras porciones de la central y simplificando la desincrustación.

50 Además, en el núcleo interno del acumulador, se instalará un sobrecalentador con una forma de serpentín adecuadamente larga, siempre que se requiera vapor para producir electricidad, de forma que se tenga vapor sobrecalentado a una temperatura de trabajo de aproximadamente 550 °C y una presión de aproximadamente 5 MPa.

Ni que decir tiene que el sistema general será adecuado para ser implementado en centrales eléctricas existentes de concentración de energía solar, al igual que en nuevas.

Breve descripción de los dibujos

Se describirá la invención con referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran un ejemplo no limitante de una realización de la misma y en los que:

Las Figuras 1(a) y 1(b) son vistas frontal y lateral esquemáticas, respectivamente, de una central eléctrica industrial de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, según un aspecto particular de la presente invención;

las Figuras 2(a) y 2(b) ilustran vistas frontal y lateral esquemáticas, respectivamente, de una central eléctrica doméstica de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, según otro aspecto de la presente invención;

las Figuras 3(a)-(f) son vistas esquemáticas de una tubería de recepción adecuada para ser implementada en una central eléctrica de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, según una realización preferente de la invención, en las que la figura 3(a) es una vista frontal de la tubería de recepción montada en una central eléctrica, la figura 3(b) es una vista frontal de la tubería de recepción por sí sola, las figuras 3(c) y (d) son vistas en corte longitudinal de la tubería de recepción tomadas a lo largo de la línea B-B1, la figura (e) es una vista en planta de la tubería de recepción por sí sola, y la figura 3(f) es una vista en corte transversal de la tubería de recepción tomada a lo largo de la línea A-A1;

las Figuras 4(a) y 4(b) son vistas frontal y en planta, respectivamente, de un acumulador de calor adecuado para ser implantado en una central eléctrica industrial de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, según otra realización de la presente invención; y

las Figuras 5(a) y 5(b) son vistas frontal y en planta, respectivamente, de un acumulador de calor adecuado para ser implementado en una central eléctrica doméstica de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, según una realización adicional de la presente invención.

Descripción detallada de algunas realizaciones preferentes de la presente invención

Con referencia a las Figuras 1(a)-(b), se muestra una central eléctrica industrial de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, cuyo fin será la producción de electricidad. Dicha central eléctrica industrial, según un aspecto preferente de la invención, comprende una serie de espejos cilindro-parabólicos horizontales (1), en particular con una tubería (32) de recepción con forma toroidal, un acumulador (2) de calor, con un sobrecalentador (3) en su interior, un precalentador interno (4) y un precalentador externo (5), al igual que un circuito de tuberías de conexión, siendo parte dichos espejos cilindro-parabólicos horizontales (1) con la tubería relevante (32) de recepción con forma toroidal de un colector parabólico lineal de energía solar. Según la invención, se utiliza un material de estado sólido como un vector térmico en el interior de la central eléctrica de concentración de energía solar ilustrada.

Se debería hacer notar que, aunque en la presente descripción solo se mencionan las centrales eléctricas de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, la invención reivindicada, es decir, dicho SSTV, puede implementarse fácilmente en cualquier otra central eléctrica de concentración de energía solar conocida en la técnica.

Se empuja el SSTV (vector térmico de estado sólido) en el circuito de tuberías de conexión por medio de un conjunto de transportadores (6) de tornillo helicoidal, operados por medio de un motor eléctrico (7), a través de un engranaje reductor (8).

Según la presente invención, el SSTV comprende un material de estado sólido en forma de granos y/o partículas basado en la química del clínker, es decir silicato cálcico y aluminatos de calcio, en partículas que varían desde 100 µm hasta 0,5 cm, posiblemente relleno de helio u otros gases nobles.

En cualquier caso, como puede comprender el experto, se puede utilizar en su lugar un material de estado sólido sin fase gaseosa.

Según la presente invención, como ya se ha citado, el SSTV comprende al menos una mezcla de material de clínker en forma de granos o partículas, posiblemente relleno de helio. Dicha mezcla de material de clínker también puede ser mezclada con uno o más de los siguientes materiales (también en forma de granos o partículas): arcilla clínker expandida procesada y/o ceniza de hornos de alta temperatura y/o grafito.

La presión de atmósfera de helio en la tubería (9) se controla mediante un vaso (10) de expansión. El circuito del precalentador interior/externo está controlado mediante electroválvulas (11) (12). Se monitorizan la temperatura y la presión en el interior del circuito de tuberías de conexión con SSTV por medio de una serie de sensores (13), mientras amperímetros (14) monitorizan el estado de los transportadores de tornillo helicoidal. También se monitorizan la temperatura y la presión en el interior de los precalentadores y del sobrecalentador por medio de sensores (15), al igual que el acumulador (16) de calor.

Con referencia ahora a las Figuras 2(a)-(b), la central eléctrica doméstica ilustrada de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, cuyo fin será la calefacción de un edificio, según otra realización de la presente invención, incluye un espejo cilindro-parabólico (17) de dos ejes, dotado, en particular, de una tubería de recepción con forma toroidal (que constituye, por lo tanto, al menos parte de un colector de energía solar), un acumulador (2) de calor, un difusor (47) de calor, un precalentador interno (4) y un precalentador externo (5), al igual que un circuito de tuberías de conexión en el que se utiliza —según la presente invención— un SSTV.

El SSTV, que comprende el material de estado sólido mencionado anteriormente en forma de granos relleno preferentemente de una fase gaseosa como helio, es empujado por medio de un conjunto de transportadores (6) de tornillo helicoidal, operados por medio de un motor eléctrico (7), por medio de un engranaje reductor (8). La presión de la atmósfera de helio en la tubería (9) está controlada por medio de un vaso (10) de expansión. El circuito del precalentador interno/externo está controlado mediante electroválvulas (11) (12). La temperatura y la presión en el interior del circuito de tuberías de SSTV son monitorizadas por medio de una serie de sensores (13), mientras amperímetros (14) monitorizan el estado de los transportadores de tornillo helicoidal. También se monitorizan la temperatura y la presión en el interior de los precalentadores por medio de sensores (15), como lo está el acumulador (16) de calor.

Con referencia a las Figuras 3(a)-(f), se ilustra una tubería (32) de vidrio o cuarzo fundido de bajo alargamiento resistente térmicamente de forma toroidal que actúa como una tubería de recepción en un colector de energía solar, según otro aspecto de la presente invención. Esta tubería (32) está montada sobre espejos cilindro-parabólicos (véanse las Figuras 1(a)-(b) y 2(a)-(b)). Está compuesta por dos cilindros (33) (34). La cara externa del cilindro interno (35) está ennegrecida mediante un procedimiento de súper ennegrecimiento; los dos cilindros (33) (34) están soldados entre sí y se crea un vacío en el interior. La tubería (32) de recepción está conectada a otras tuberías por medio de dos conectores (36) aislados térmicamente, cada uno de ellos con fuelles (37) para acomodar posibles deformaciones.

Considerando ahora la Fig. 4(a)-(b), se muestra un acumulador (2) de calor para una central eléctrica industrial de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos, dedicada preferentemente a la producción de energía eléctrica (véanse las Figuras 1(a)-(b)). Tal acumulador (2) de calor está compuesto por una envuelta metálica externa (38) y un núcleo interno fabricado de grafito purificado (42), mantenido en su lugar por medio de bandas metálicas (39), que hace contacto con la envuelta externa a través de una base y piezas de separación de material aislado térmicamente (40). El espacio vacío (41) entre el núcleo y la envuelta externa se llena de argón despresurizado u otros gases nobles.

La tubería (43) de SSTV cruza el acumulador (2) de calor. Se inserta un sobrecalentador (3) de vapor, conformado como un serpentín metálico adecuadamente largo, en el núcleo del acumulador de calor. Se inserta un precalentador interno (4) en el espacio vacío (41), conformado como un serpentín metálico adecuadamente largo, mientras que un precalentador externo (5), también conformado como un serpentín metálico adecuadamente largo, hace contacto con la tubería (43) de SSTV. Ambos están envueltos con un material aislado térmicamente (48). Los precalentadores interno (4) y externo (5) están conectados con el sobrecalentador (3) con electroválvulas (11) (12). La selección de los precalentadores interno o externo también se lleva a cabo por medio de electroválvulas (11) (12). La presión y la temperatura en el precalentador interno son monitorizadas por medio de sensores (15). La temperatura y la presión en el acumulador de calor también se monitorizan por medio de sensores (16).

Con respecto a las Figuras 5(a)-(b), se ilustra un acumulador (2) de calor para una central eléctrica doméstica de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos dedicada a la producción de agua caliente (véanse las figuras 2(a)-(b)), que está compuesto por una envuelta metálica externa (38) y un núcleo interno fabricado de clínker (49), mantenido en su lugar por medio de bandas metálicas (39), que se encuentra en contacto con la envuelta externa por medio de una base y piezas de separación de material aislado térmicamente (40). El espacio vacío (41) entre el núcleo y la envuelta externa está relleno de argón despresurizado u otros gases nobles. Para facilitar la distribución de calor en el núcleo, se insertan placas (47) de un material conductor metálico de gran conductividad térmica, tal como cobre. El circuito (43) de SSTV cruza el acumulador de calor. Se inserta un precalentador interno (4) en el espacio vacío (41), conformado como un serpentín metálico adecuadamente largo, mientras que un precalentador externo (5), también conformado como un serpentín metálico adecuadamente largo, se encuentra en contacto con el circuito (43) de SSTV. Ambos están envueltos con un material aislado térmicamente (48). Los precalentadores interno (4) y externo (5) salientes están conectados entre ellos por medio de derivaciones controlados por medio de electroválvulas (11) (12). Además, la selección de los precalentadores interno o externo se lleva a cabo por medio de las electroválvulas (11) (12). La presión y la temperatura en los precalentadores y en el sobrecalentador se monitorizan por medio de una serie de sensores (15). Además, la temperatura y la presión en el acumulador de calor se monitorizan por medio de una serie de sensores (16).

Se debería hacer notar que es sumamente ventajoso el uso de un vector térmico en el estado sólido, en forma de una mezcla de granos y/o partículas de tamaño muy pequeño a pequeño que tiene las propiedades de producir una efusividad térmica y capacidad térmica volumétrica buenas, y cuya composición (material de clínker basado en la química del clínker, es decir silicato cálcico y aluminatos de calcio, posiblemente mezclados con arcilla expandida clínker procesada y/o ceniza de hornos de alta temperatura y/o grafito) es tal que puede ser empujado fácilmente a

5 través del circuito de tuberías de conexión por medio de un conjunto de transportadores de tornillo helicoidal, que no experimenta reacciones químicas hasta al menos 900 °C, al igual que mantiene inalteradas las propiedades mecánicas y físicas tanto a la temperatura normal de funcionamiento, como cuando la central eléctrica se encuentra inoperativa, que no produce problemas cuando se detiene la central eléctrica y luego es puesta en marcha nuevamente, que no plantea problemas de corrosión, sino que actúa en realidad como un lubricante natural.

La presente invención, con las características descritas anteriormente, muestra varias ventajas:

- 10 a) el uso de un SSTV según la invención proporciona más eficacia a las centrales eléctricas de concentración de energía solar, en particular en centrales eléctricas de concentración de energía solar dotadas de uno o más espejos cilindro-parabólicos, dado que pueden funcionar con temperaturas de hasta 800 °C, pudiéndose detener el circuito de calentamiento en ausencia de radiación solar, y, además, es más seguro, debido a su estado sólido y, por lo tanto, puede ser utilizado para calentar edificios;
- 15 b) la tubería de recepción, con una forma toroidal como se ha descrito anteriormente, implementada en el colector de energía solar (por ejemplo, en el espejo cilindro-parabólico descrito anteriormente), según un aspecto particular de la presente invención, resulta ser más resistente a cambios bruscos de temperatura que los que se encuentran actualmente en el mercado, manteniendo sin embargo una eficacia casi equivalente en términos de aislamiento térmico a la de las tuberías de recepción disponibles en la actualidad;
- 20 c) el calor almacenado en un acumulador geotérmico de estado sólido, enterrado en el suelo, según la anterior descripción y los dibujos adjuntos, permite una dispersión térmica sumamente pequeña. Dependiendo del material utilizado en el núcleo acumulador de dicho acumulador de calor, es posible bien almacenar el calor durante periodos muy prolongados de tiempo, del orden de meses, para producir agua caliente, o bien modular de forma eficaz una producción de vapor que ha de ser utilizado para generar energía eléctrica.
- 25 d) El precalentador externo permite refrigerar el SSTV, recuperando la mayoría del calor y reduciendo adicionalmente la dispersión térmica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una central eléctrica de concentración de energía solar que comprende uno o más colectores (1) de energía solar, un intercambiador de calor, un acumulador (2) de calor y un circuito (32) de tuberías de conexión, en la que dicha central eléctrica comprende un sistema de vector térmico de estado sólido en granos y/o partículas que es empujado a través de dicho circuito mediante medios mecánicos (6), caracterizada porque dicho vector térmico de estado sólido comprende al menos material de clínker, basado en la química del clínker, es decir silicato cálcico y aluminatos de calcio, y en la que dichos granos y/o partículas varían desde 100 μm hasta 0,5 cm.
- 10 2. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho vector térmico de estado sólido comprende un material de estado sólido en forma de granos y/o partículas relleno de una fase gaseosa.
3. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 1, caracterizada porque dichos medios mecánicos son transportadores de tornillo helicoidal.
4. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 1, caracterizada porque dichos colectores comprenden una tubería de recepción de forma toroidal.
- 15 5. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho acumulador de calor está enterrado en el suelo.
6. Una central eléctrica de concentración de energía solar según las reivindicaciones 1 y 5, caracterizada porque dicho acumulador de calor comprende una envuelta externa exterior, un aislante térmico y un núcleo interno por el que atraviesa el circuito de tuberías de conexión.
- 20 7. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 6, caracterizada porque dicha envuelta externa exterior es metálica y dicho núcleo interno comprende clínker y/o grafito y/o cobre.
8. Una central eléctrica de concentración de energía solar según las reivindicaciones 1 a 7, en la que dicha central eléctrica es una central eléctrica de concentración de energía solar de espejos cilindro-parabólicos.
- 25 9. Una central eléctrica de concentración de energía solar según las reivindicaciones 1 a 7, en la que dicho colector comprende al menos una lente.
10. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho sistema de vector térmico de estado sólido en forma de granos y/o partículas también comprende arcilla clínker expandida procesada y/o ceniza de hornos de alta temperatura y/o grafito.
- 30 11. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 2, caracterizada porque se escoge dicha fase gaseosa entre gases nobles.
12. Una central eléctrica de concentración de energía solar según la reivindicación 2 u 11, caracterizada porque dicha fase gaseosa es helio.

fig. 1

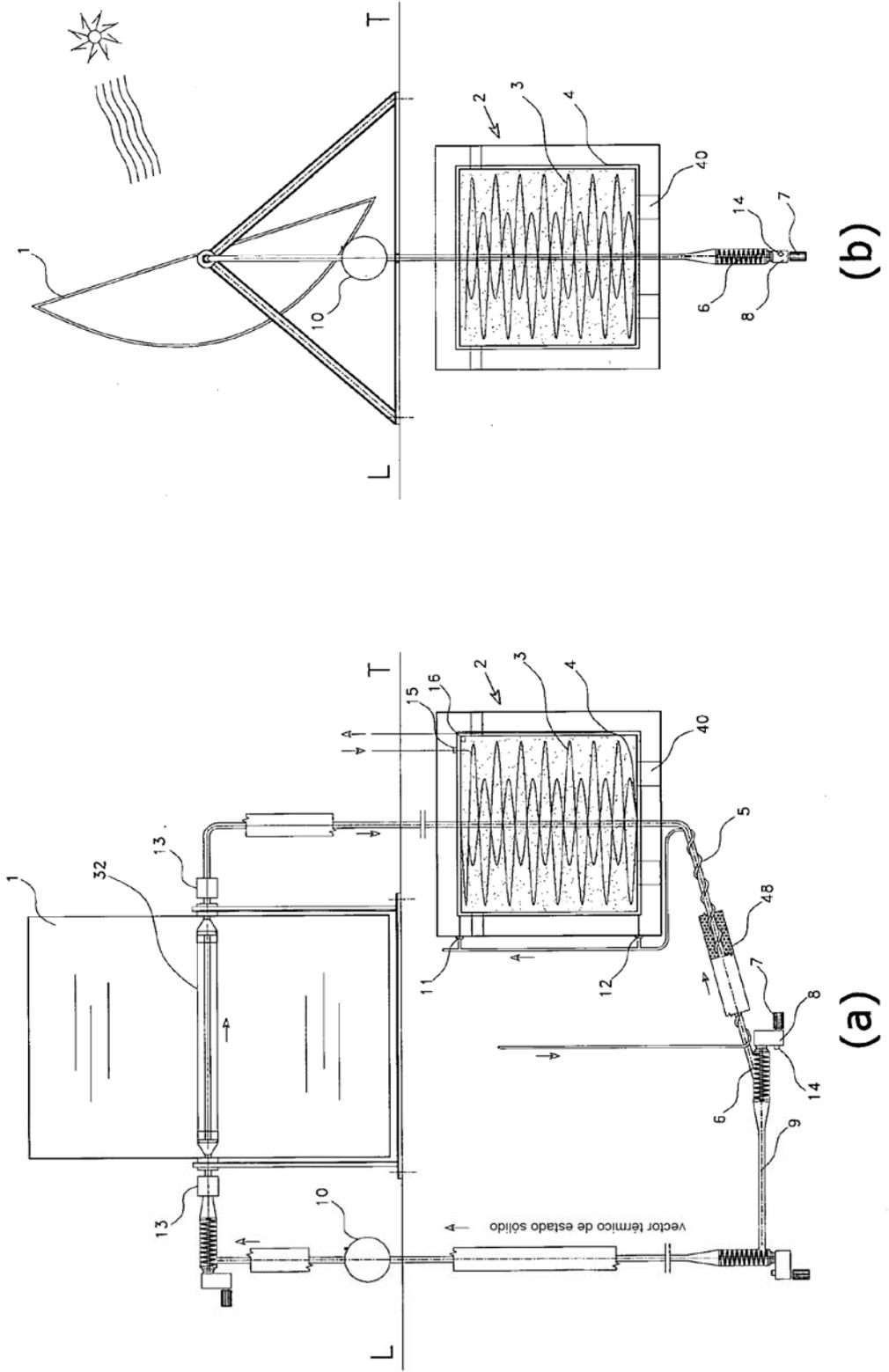


fig. 2

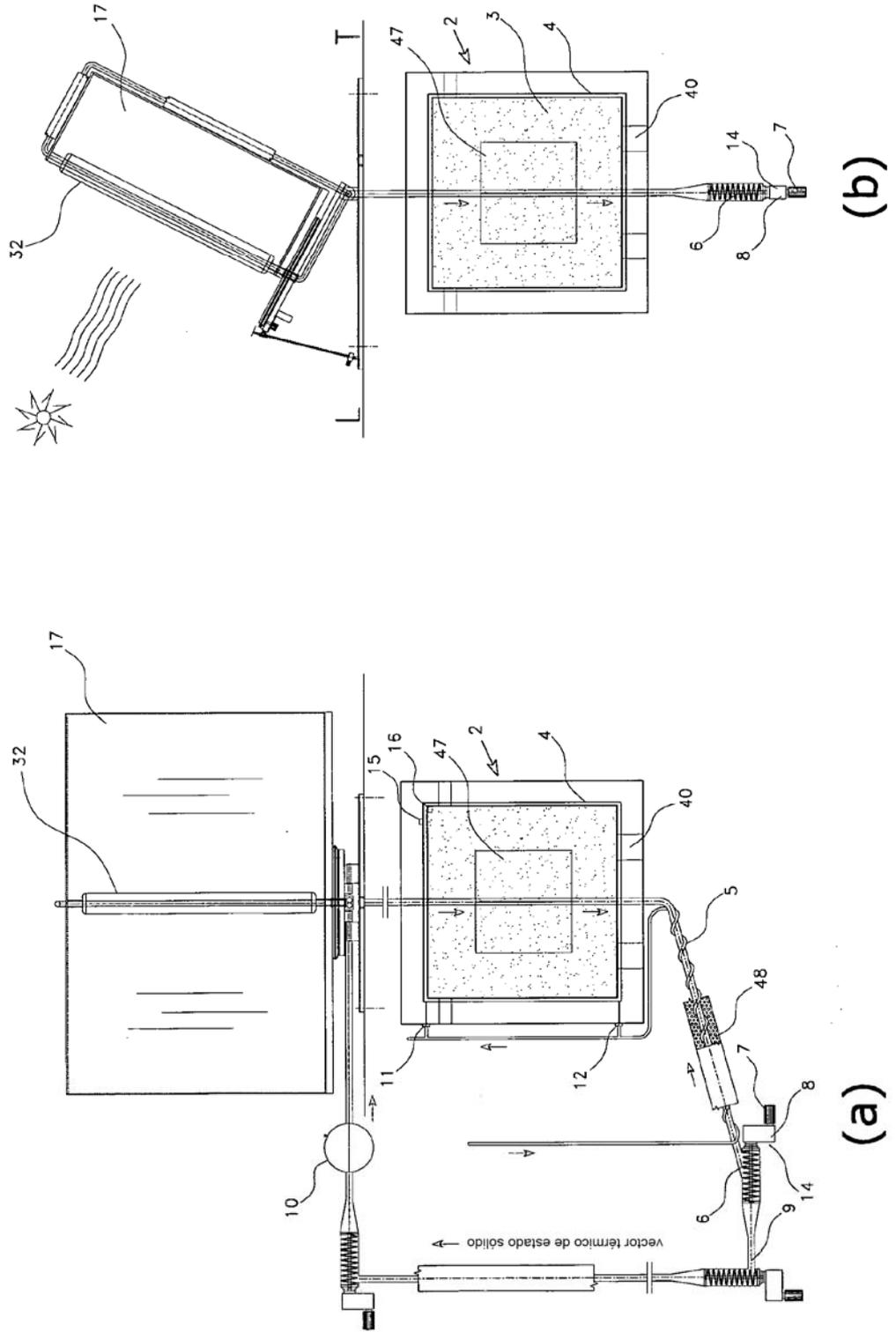


fig. 3

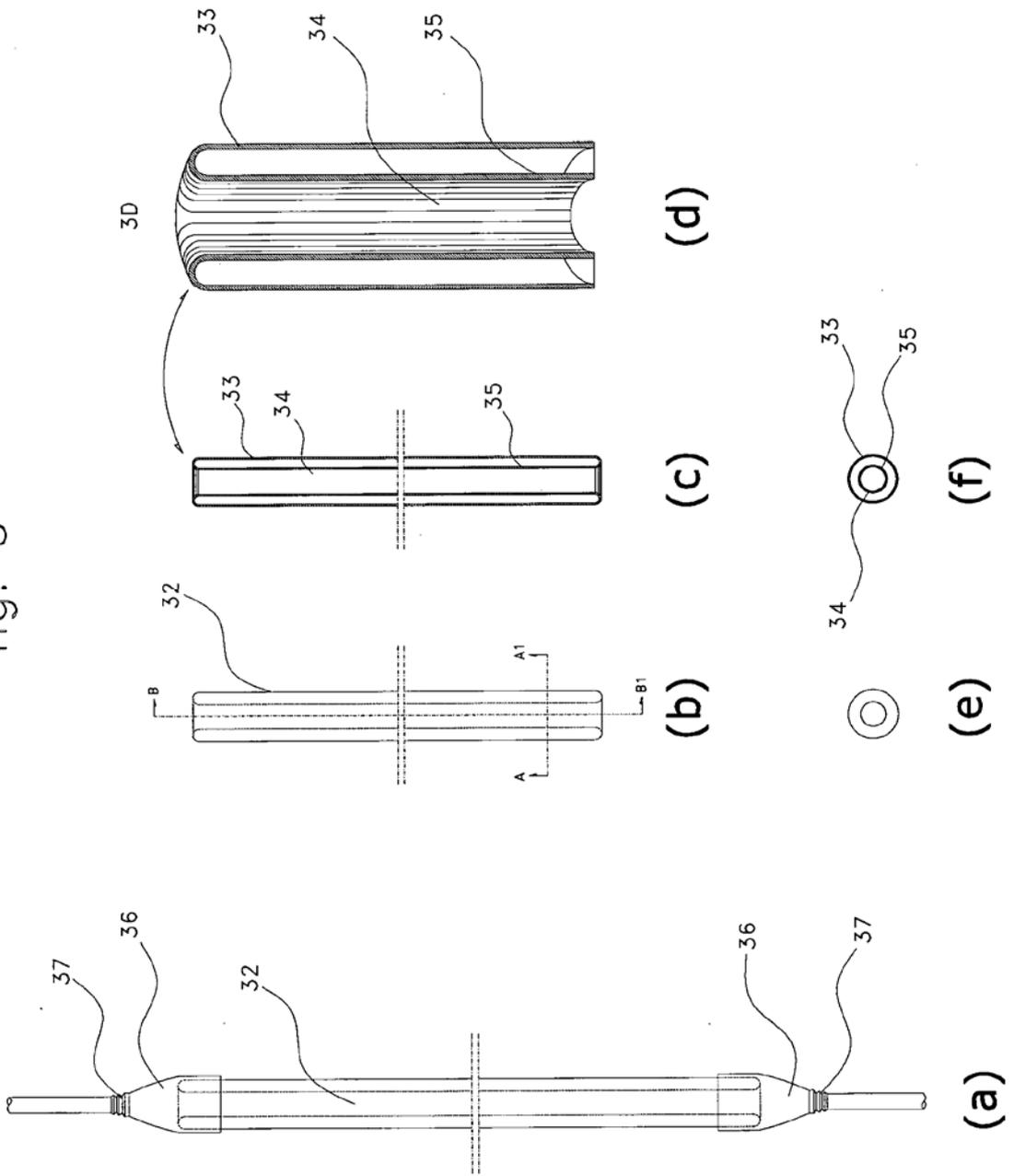


fig. 4

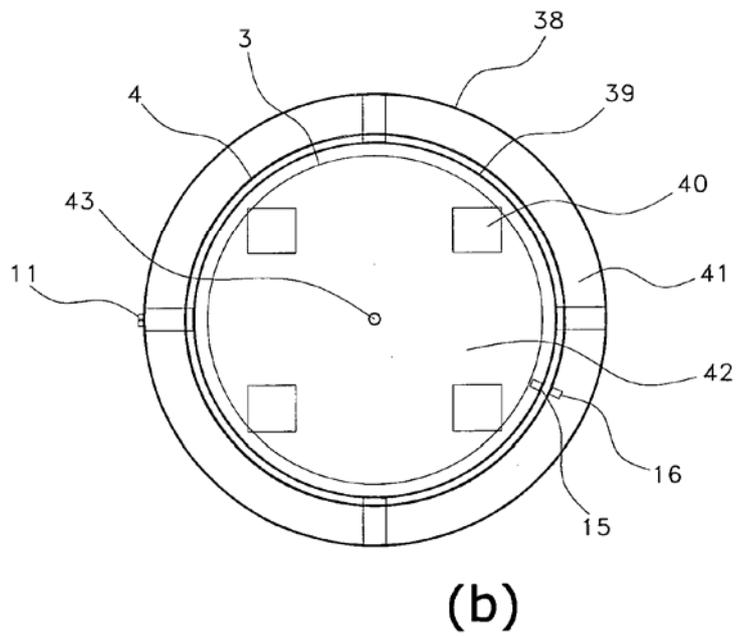
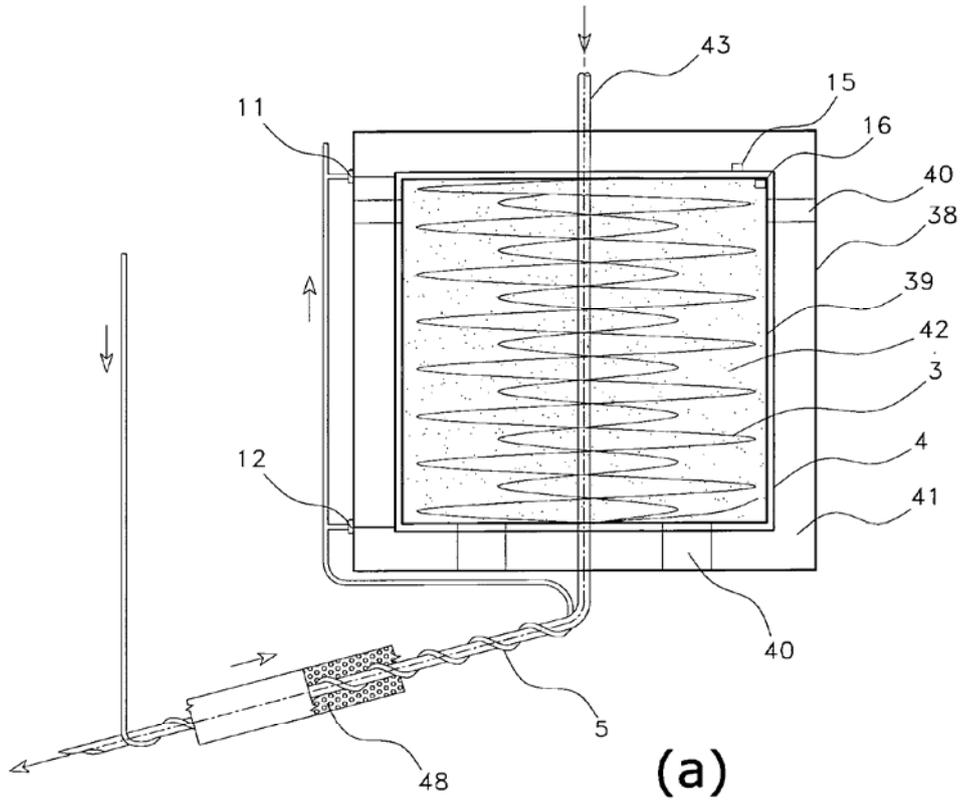


fig. 5

