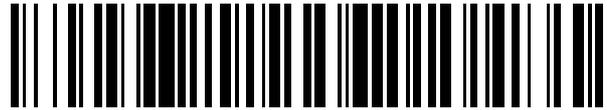


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 529**

51 Int. Cl.:

**F22B 29/08** (2006.01)

**F22B 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10722127 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 2454523**

54 Título: **Procedimiento para la generación de vapor sobrecalentado en una central eléctrica termosolar y central eléctrica termosolar**

30 Prioridad:

**15.06.2009 DE 102009025455**

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

**03.03.2014**

73 Titular/es:

**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND  
RAUMFAHRT E. V. (100.0%)**

**Linder Höhe  
51147 Köln, DE**

72 Inventor/es:

**FELDHOFF, JAN, FABIAN y  
ECK, MARKUS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 445 529 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 la generación de vapor sobrecalentado en una central eléctrica termosolar y central eléctrica termosolar

5 El invento se refiere a un procedimiento para la generación de vapor sobrecalentado en una central eléctrica termosolar, en la cual en una sección continua para el medio portador de calor mediante energía solar se genera vapor en una zona de evaporación y en una zona de sobrecalentamiento se sobrecalienta el vapor mediante energía solar.

El invento se refiere además a una central eléctrica termosolar con una etapa de generación de vapor, comprendiendo la etapa de generación de vapor por lo menos un tramo colector con una sección continua para el medio portador de calor con una zona de evaporación y una zona de sobrecalentamiento.

10 En la transición desde la zona de evaporación a la zona de sobrecalentamiento está situado el punto de final de evaporación. Por principio entradas de energía irregulares por oscilaciones en la radiación solar pueden conducir a una variación del sitio del punto de final de evaporación. Las oscilaciones de este sitio, en el cual la evaporación se convierte en sobrecalentamiento, pueden conducir a altos gradientes de temperatura oscilantes en dirección axial dentro de un correspondiente tubo de conducción. Esto a su vez tiene por consecuencia oscilaciones radiales y tangenciales. Tales gradientes de temperatura causan tensiones térmicas en los correspondientes materiales de un tubo de conducción. Estas tensiones térmicas disminuyen fuertemente la resistencia a la fatiga de los componentes afectados.

15 Por ejemplo por el documento DE 101 52 968 C1 es conocida una central eléctrica termosolar, la cual comprende por lo menos un tramo colector solar con un tramo de evaporación y un tramo de sobrecalentamiento. Está previsto un conducto de recirculación, mediante el cual el medio líquido de transferencia de calor es recirculable fuera del tramo de evaporación. En el concepto de recirculación está previsto un separador, que a partir de la mezcla de dos fases suministrada por el tramo de evaporación separa uno de otro medio de transferencia de calor líquido y vapor, siendo recirculado el medio de transferencia de calor líquido y siendo el vapor alimentado al sobrecalentador. De este modo se puede fijar el punto de final de evaporación.

20 Por el documento EP 2 053 242 A2 es conocido un procedimiento para hacer funcionar una central eléctrica termosolar, en la cual un medio portador de calor es evaporado en una sección de evaporación mediante radiación solar absorbiendo calor, presentando la sección de evaporación una pluralidad de tramos de evaporación, en los cuales es distribuido el medio portador de calor. La distribución de flujo en masa es regulada en la sección de evaporación, siendo los flujos de masa ajustados individualmente en todos o en una mayoría de los tramos de evaporación y siendo una magnitud de regulación una magnitud que caracteriza un aumento espacial de energía en un respectivo tramo de evaporación en una zona del tramo de evaporación en la cual el medio portador de calor todavía no está evaporado.

25 Sirve de base al invento el problema de proporcionar un procedimiento del género mencionado al principio, con el cual con pequeños gastos de construcción se pueda fijar el punto de final de evaporación.

30 Este problema en el procedimiento mencionado al principio es solucionado según el invento porque en un procedimiento de regulación es fijado en su sitio un punto de final de evaporación de la zona de evaporación, determinándose un gradiente espacial de temperatura en la zona de sobrecalentamiento y una temperatura en la zona de evaporación y siendo ajustado el flujo de masa en el medio portador de calor en la sección continua con dependencia del gradiente de temperatura en la zona de sobrecalentamiento y de la temperatura medida en la zona de evaporación.

35 Se ha demostrado que mediante utilización del gradiente de temperatura en la zona de sobrecalentamiento y utilización adicional de una temperatura medida en la zona de evaporación puede realizarse una regulación estable, en la cual la amplitud de oscilación espacial del punto de final de evaporación está situada en un campo estrecho.

40 Puesto que por ejemplo en comparación con el concepto de recirculación no son necesarios un separador y una instalación transportadora para la recirculación de condensado, con pequeños costes de inversión puede realizarse una central eléctrica termosolar en la cual se lleve a la práctica el procedimiento según el invento.

45 El sistema en conjunto presenta además pérdidas de calor menores, puesto que no se necesitan conductos de admisión ni conductos de derivación ninguno hacia un correspondiente separador.

Por ejemplo, también en caso de una fuerte elevación muy rápida de la entrada de energía en un tramo colector, mediante un rápido aumento del flujo de masa puede impedirse el desplazamiento del punto de final de evaporación. En sistemas con separador en un caso semejante es necesario un excedente mayor en medio portador de calor líquido en la zona de evaporación, lo que causa pérdidas de bombeo mayores.

50 La reducción de las cargas de materiales alcanzada por fijación del punto de final de evaporación permite un funcionamiento seguro con un concepto continuo.

El vapor sobrecalentado producido se utiliza por ejemplo para la generación de corriente eléctrica o como vapor de proceso.

En particular para fijar el punto de final de evaporación se regula el flujo de masa del medio portador de calor en la sección continua. El flujo de masa puede ajustarse de manera sencilla mediante válvulas reguladoras.

- 5 Ventajosamente una magnitud de regulación en el proceso de regulación es la situación espacial del punto de final de evaporación, siendo una magnitud piloto (valor nominal) un sitio definido. A partir del cálculo del gradiente de temperatura y de la temperatura en la zona de evaporación puede determinarse el valor real y a partir de la desviación con respecto al valor nominal puede configurarse una magnitud de ajuste, con la cual a su vez puede ajustarse el flujo de masa.

- 10 En particular una magnitud de ajuste en el procedimiento de regulación influye en el flujo de masa del medio portador de calor en la sección continua. La magnitud de ajuste es por ejemplo una carrera de válvula de una o varias válvulas reguladoras.

- 15 En una forma de realización en el procedimiento de regulación se extrapolan el gradiente de temperatura y la temperatura medida en la zona de evaporación a un punto de intersección espacial y se determinan una o varias magnitudes de ajuste por una desviación del punto de intersección de una situación espacial predeterminada del punto de final de evaporación. Este punto de intersección caracteriza un valor real y la desviación con respecto al valor nominal configura la magnitud de ajuste.

Ventajosamente la temperatura en la zona de evaporación se mide fuera de una zona de precalentamiento. En la zona de precalentamiento el medio portador de calor líquido absorbe todavía sensible calor.

- 20 El gradiente de temperatura en la zona de sobrecalentamiento se determina ventajosamente a partir de las temperaturas medidas en por lo menos dos lugares distanciados en la zona de sobrecalentamiento. De ese modo puede determinarse la elevación de temperatura en la zona de sobrecalentamiento. Esto a su vez posibilita una extrapolación para determinar el valor real para el punto de final de evaporación.

- 25 En una ventajosa forma de realización se inyecta regulado medio portador de calor líquido en la zona de evaporación. De este modo se puede influir en el flujo de masa en la correspondiente sección continua. La calidad de regulación puede así mejorarse. Además puede aumentarse mucho la rapidez de regulación.

En particular la inyección se efectúa entre el punto de medida de temperatura en la zona de evaporación y el punto de final de evaporación. De este modo resulta una regulación optimizada.

- 30 Está previsto además ventajosamente que una temperatura de salida en la zona de sobrecalentamiento sea regulada a un valor constante. De este modo resulta un rendimiento optimizado para una turbina postconectada. Mediante la fijación del punto de final de evaporación la temperatura de salida puede variar sin medidas adicionales. Mediante la correspondiente regulación se puede fijar la temperatura de salida.

En particular para ello se inyecta regulado medio portador de calor líquido en la zona de sobrecalentamiento. La cantidad de inyección determina la temperatura de salida.

- 35 Sirve además de base al invento el problema de proporcionar una central eléctrica termosolar del género mencionado al principio, la cual en alternativa al concepto de recirculación posibilita una fijación del punto de final de evaporación.

- 40 Este problema en la central eléctrica termosolar mencionada al principio es solucionado según el invento porque está previsto un primer sensor de temperatura, que está dispuesto en la zona de evaporación, están previstos un segundo sensor de temperatura y un tercer sensor de temperatura, que están dispuestos distanciados uno de otro en la zona de sobrecalentamiento, está prevista una instalación de regulación del flujo de masa, mediante la cual es ajustable el flujo de masa en el medio portador de calor en la sección continua, y está prevista una instalación de regulación que está conectada con actividad de señales con el primer sensor de temperatura, el segundo sensor de temperatura y el tercer sensor de temperatura, y que a partir de una segunda temperatura y de una tercera temperatura determina un gradiente espacial de temperatura y controla adecuadamente la instalación de regulación del flujo de masa para fijar en su sitio un punto de final de evaporación.

- 45 La central eléctrica termosolar según el invento presenta las ventajas ya expuestas en relación con el procedimiento según el invento.

Otras configuraciones ventajosas de la central eléctrica termosolar según el invento fueron asimismo ya expuestas en relación con el procedimiento según el invento.

- 50 En particular en un principio de la sección continua está dispuesta una válvula reguladora, que está controlada por la instalación de regulación. La válvula reguladora constituye una parte de la instalación de regulación del flujo de masa.

Mediante la válvula reguladora puede regularse de manera sencilla el flujo de masa y de este modo también en caso de condiciones de irradiación variables puede fijarse de manera sencilla el punto de final de evaporación.

5 En una ventajosa forma de realización está prevista una instalación de inyección para inyectar medio portador de calor líquido con por lo menos un punto de inyección en la zona de evaporación. La instalación de inyección es parte de la instalación de regulación del flujo de masa. Mediante ella puede ajustarse el flujo de masa. Puede así aumentarse la calidad de regulación y puede aumentarse la velocidad de regulación.

En particular la instalación de inyección está controlada por la instalación de regulación. De este modo el punto de final de evaporación puede fijarse de manera optimizada.

10 En una forma de realización de construcción ventajosa la instalación de inyección comprende una válvula reguladora. De este modo se puede influir de manera sencilla en el flujo de masa.

Ventajosamente el por lo menos un punto de inyección de la instalación de inyección está situado entre un punto de medida de temperatura del primer sensor de temperatura y el punto de final de evaporación. De este modo resulta un proceso de regulación optimizado.

15 Es además ventajoso que esté prevista una instalación de inyección para inyectar medio portador de calor líquido con por lo menos un punto de inyección en la zona de sobrecalentamiento. De este modo la temperatura de salida del medio portador de calor sobrecalentado puede regularse en particular a un valor constante.

Ventajosamente está prevista una instalación colectora solar, en la cual está dispuesta la sección continua. La instalación colectora solar puede estar configurada de diferente manera. Puede por ejemplo comprender uno o varios colectores de canales. Por principio también es posible por ejemplo la realización mediante un receptor de torre.

20 La etapa de generación de vapor está conectada en particular con actividad de fluido con por lo menos una turbina. De este modo de manera sencilla se puede generar corriente eléctrica.

En la central eléctrica termosolar según el invento es realizable en particular el procedimiento según el invento.

La siguiente descripción de formas de realización preferidas sirve en relación con los dibujos para la explicación detallada del invento. Muestran:

- 25 La Figura 1(a) una representación esquemática del concepto continuo para la generación solar de vapor sobrecalentado (estado de la técnica);
- la Figura 1(b) una representación esquemática del concepto de recirculación para la generación solar de vapor sobrecalentado (estado de la técnica);
- 30 la Figura 1(c) esquemáticamente el desarrollo de la temperatura en una sección continua en la generación de vapor sobrecalentado;
- la Figura 2 una representación esquemática del diagrama de bloques de un primer ejemplo de realización de una central eléctrica termosolar según el invento;
- la Figura 3 una representación esquemática del diagrama de conexión de bloques de un segundo ejemplo de realización de una central eléctrica termosolar según el invento; y
- 35 la Figura 4 esquemáticamente el desarrollo de la temperatura a través de la longitud en una sección continua en relación con el ejemplo de realización de un procedimiento según el invento.

En una central eléctrica termosolar se calienta medio portador de calor por energía solar. El medio portador de calor calentado acciona una turbina, por lo que en un generador se genera una corriente eléctrica.

40 En un proceso continuo (Figura 1(a)), que es conocido por el estado de la técnica, está prevista una sección continua 10, en la cual está dispuesta una instalación colectora solar 12. La instalación colectora solar 12 está formada por ejemplo por una pluralidad de colectores de canales 14, que están dispuestos en serie. Al fluir el medio portador de calor a través de estos colectores de canales 14 es dirigida radiación solar concentrada a correspondientes tubos absorbedores y en los tubos absorbedores se calienta el medio portador de calor que fluye.

45 En el concepto continuo la sección continua 10 comprende una zona de evaporación 16, en la cual tras un correspondiente precalentamiento el medio portador de calor líquido se evapora por acción solar. A la zona de evaporación 16 se une una zona de sobrecalentamiento 18, en la cual se sobrecalienta el vapor generado en la zona de evaporación 16. El medio portador de calor sobrecalentado que sale de la zona de sobrecalentamiento 18 es alimentado a una turbina 20.

En la Figura 1(c) está mostrado esquemáticamente el desarrollo de la temperatura a través de la longitud  $l$  a lo largo de la sección continua 10. Un principio de la sección continua 10 está designado con 21. En un modo de funcionamiento con irradiación solar se conecta en primer lugar en el principio 21 una zona de precalentamiento 22, en la cual tiene lugar una elevación de temperatura y en particular por lo menos aproximadamente una elevación de temperatura lineal. A ella se conecta la zona de evaporación 16, en la cual se efectúa la evaporación. En la zona de evaporación 16 la temperatura por lo menos aproximadamente es independiente del sitio. La zona de evaporación 16 termina con un punto de final de evaporación 24. En la zona de precalentamiento 22 el medio portador de calor absorbe calor sensible. En la zona de evaporación 16 absorbe calor latente.

Al punto de final de evaporación 24 sigue la zona de sobrecalentamiento 18. En la zona de sobrecalentamiento 18 el medio portador de calor en forma de vapor absorbe calor sensible. La temperatura se eleva en la zona de sobrecalentamiento a lo largo de la sección continua 10. La elevación por lo menos aproximadamente es lineal.

En la sección continua 10 tiene lugar una evaporación directa. El medio portador de calor líquido introducido en la sección continua 10 es precalentado, evaporado y sobrecalentado por acción solar a lo largo de la sección continua 10. El vapor sobrecalentado es proporcionado a la turbina 20. En una central eléctrica termosolar oscila la entrada de energía solar. Así en el concepto continuo varía el sitio del punto de final de evaporación 24, como está explicado mediante la Figura 1(a). Esto está indicado en la Figura 1(a) por la doble flecha con el signo de referencia 26. Estas oscilaciones en el sitio del punto de final de evaporación 24 conducen a altos gradientes de temperatura oscilantes dentro de un tubo 28 de la sección continua 10. La oscilación se produce en primer lugar en dirección axial (en una dirección paralela a la dirección longitudinal de la sección continua 10) y a consecuencia de ello se producen también gradientes de temperatura oscilantes en dirección radial y tangencial. Estos gradientes de temperatura provocan a su vez tensiones térmicas en el material del tubo 28. De ese modo se reduce la resistencia a la fatiga de los componentes afectados.

Cuando en comparación con el caso ideal la radiación es demasiado grande o el flujo de masa en el medio portador de calor es demasiado pequeño el punto de final de evaporación 24 se desplaza en dirección hacia el principio 21. Esto está indicado en la Figura 1(c) por la curva 18'. Cuando la radiación es demasiado pequeña o el flujo de masa es demasiado grande, el punto de final de evaporación 24 se desplaza alejándose del principio 21. Esto está indicado en la Figura 1(c) por la curva con el signo de referencia 18". Una oscilación del flujo de masa y/o una oscilación de las condiciones de irradiación conducen a una fluctuación constante del punto de final de evaporación 24.

En el concepto de recirculación (que en la Figura 1(b) está representado esquemáticamente) una sección continua 30 está dividida en un tramo de evaporación 32 y un tramo de sobrecalentamiento 34. Entre el tramo de evaporación 32 y el tramo de sobrecalentamiento 34 está dispuesto un separador 36. Una salida del tramo de evaporación 32 lleva al separador 36. Desde el separador 36 es llevado el tramo de sobrecalentamiento 34. Otra salida del separador 36 está conectada con actividad de fluido con un conducto 38. Este conducto 38 a su vez está conectado con actividad de fluido con un principio 40 del tramo de evaporación 32. En el conducto 38 está dispuesta preferentemente una bomba 42. El conducto 38 constituye un conducto de recirculación, a través del cual es recirculado medio portador de calor líquido desde una salida del tramo de evaporación 32 al principio 40.

Mediante la posición del separador 36 el punto de final de evaporación es definido en cierto modo según el hardware.

Un primer ejemplo de realización de una central eléctrica termosolar según el invento, que está mostrada en la Figura 2 y está designada con 44, comprende una etapa de generación de vapor 45 con una pluralidad de secciones continuas 46 (46a, 46b, etc.). Sigue una zona de evaporación 50 con una instalación colectora solar 52. La instalación colectora solar 52 comprende por ejemplo una pluralidad de colectores de canales.

A la zona de evaporación 50 sigue en la sección continua 46 una zona de sobrecalentamiento 54. Ésta asimismo está dispuesta en la instalación colectora solar 52. Entre la zona de evaporación 50 y la zona de sobrecalentamiento 54 está situado el punto de final de evaporación 56. Éste puede estar situado dentro de un colector de canales. Como más adelante aún es explicado en detalle, el objeto en el procedimiento de regulación según el invento es fijar el punto de final de evaporación 56 espacialmente, es decir, a lo largo de la sección continua 10, y de este modo definir en su sitio el punto de final de evaporación 56.

A la zona de sobrecalentamiento 54 de las secciones continuas 46 se conecta una instalación acumuladora 58. En ésta se acumula el vapor sobrecalentado de los tramos colectores de las secciones continuas paralelas 46.

La instalación acumuladora 58, que presenta entradas en correspondencia a la pluralidad de las secciones continuas 46, está acoplada con actividad de fluido con una salida 60 a un bloque de potencia 62. El bloque de potencia 62 comprende (por lo menos) una turbina y un generador para corriente eléctrica.

Desde el bloque de potencia 62 un conducto de retorno 64 conduce hasta una instalación de distribución designada como conjunto con 66, mediante la cual el flujo de medio portador de calor líquido es distribuido en las secciones continuas individuales 46.

- A la zona de sobrecalentamiento 54 está asignada una instalación de inyección designada como conjunto con 68. Mediante ésta se puede inyectar medio portador de calor líquido en la zona de sobrecalentamiento 54, para poder ajustar una temperatura de salida en el vapor sobrecalentado desde la zona de sobrecalentamiento 54. Esto más adelante aún es explicado en detalle. De este modo puede fijarse la temperatura de entrada de vapor sobrecalentado en el bloque de potencia 62.
- 5 La instalación de inyección 68 comprende por ejemplo en cada caso una válvula reguladora 70 asignada a la correspondiente sección continua 46. Mediante una válvula reguladora 70 semejante es ajustable la cantidad del medio portador de calor líquido inyectado (incluyendo la posibilidad de ajuste que no sea inyectado medio portador de calor líquido ninguno).
- 10 La instalación de inyección 68 presenta en la respectiva sección continua 46 un punto de inyección 72, el cual, como más adelante aún es explicado en detalle, está subordinado a sensores de temperatura, que proporcionan valores de medida de temperatura para realizar el procedimiento de regulación según el invento.
- En el conducto 64 está dispuesta una derivación 73, desde la cual se deriva un conducto 74, con el cual a su vez están conectadas con actividad de fluido las válvulas reguladoras 70 de las respectivas secciones continuas 46. A través de la derivación 73 se puede sacar medio portador de calor líquido y emplearse para la inyección en la zona de sobrecalentamiento 54 de las secciones continuas 46.
- 15 En el conducto de retorno 64 está dispuesta una bomba 76 para el transporte del medio portador de calor.
- La central eléctrica termosolar 44 comprende una instalación de regulación 78. Mediante ésta se efectúa una regulación tal que el punto de final de evaporación 56 es fijado en su sitio.
- 20 En la zona de evaporación 50 está dispuesto un primer sensor de temperatura 80. Éste mide la temperatura en el medio portador de calor en forma de vapor. El primer sensor de temperatura 80 está dispuesto fuera de una zona de precalentamiento.
- En la zona de sobrecalentamiento están dispuestos distanciados uno de otro un segundo sensor de temperatura 82 y un tercer sensor de temperatura 84. La correspondiente distancia está designada con L en la Figura 2. Esta distancia puede ser mayor, igual o menor que la longitud por ejemplo de un colector de canales. El segundo sensor de temperatura 82 y el tercer sensor de temperatura 84 están dispuestos, referido a la dirección de flujo de medio portador de calor en una sección continua 46, delante del punto de inyección 72. El primer sensor de temperatura 80, el segundo sensor de temperatura 82 y el tercer sensor de temperatura 84 están conectados con actividad de señales con la instalación de regulación 78. Los correspondientes valores de medida de temperatura ( $T_1$ ,  $T_2$  y  $T_3$ ) de estos sensores de temperatura son transmitidos a la instalación de regulación 78 para ulterior evaluación y procesamiento.
- 25 30 Las válvulas reguladoras 48 de la sección continua 46 constituyen una instalación 86 de regulación del flujo de masa. Estas válvulas reguladoras 48 permiten una capacidad de ajuste del flujo de masa en las respectivas secciones continuas 46. Las válvulas reguladoras 48 están controladas por la instalación de regulación 78, de manera que mediante la instalación de regulación 78 es ajustable el flujo de masa en el medio portador de calor.
- 35 La instalación de regulación 78 está conectada por ejemplo con actividad de señales con la instalación de inyección 68 y en particular con sus válvulas reguladoras 70. La instalación de regulación 78 controla las válvulas reguladoras 70. Para la regulación de la inyección sobrecalentada puede estar prevista también una instalación separada de la instalación de regulación 78.
- 40 En la Figura 2 están mostradas las conexiones entre la instalación de regulación 78 y elementos de las secciones continuas 46 tan sólo para la sección continua 46a. Las mismas conexiones existen para las otras secciones continuas.
- Según el invento se genera vapor sobrecalentado como sigue:
- Medio portador de calor líquido (en particular agua de alimentación) se distribuye en la secciones continuas individuales paralelas 46. En las respectivas secciones continuas 46 el medio portador de calor es precalentado en una zona de precalentamiento 88 (Figura 4). En esta zona el medio portador de calor absorbe en esencia calor sensible.
- 45 A la zona de precalentamiento 88 se une la zona de evaporación 50. En esta zona el medio portador de calor absorbe en esencia calor latente. Se efectúa una evaporación. En la zona de sobrecalentamiento 54 se efectúa el sobrecalentamiento.
- La temperatura  $T_1$  es medida por el primer sensor de temperatura 80 antes del punto de final de evaporación 56. El segundo sensor de temperatura 82 mide la correspondiente temperatura  $T_2$  y el tercer sensor de temperatura 84 la temperatura  $T_3$  en la zona de sobrecalentamiento 54 después del punto de final de evaporación 56.
- 50 La instalación de regulación 78 determina el gradiente  $\Delta T/L = (T_3 - T_2)/L$  en la zona de sobrecalentamiento 54. El valor de temperatura  $T_1$  es extrapolado en dirección a la longitud mayor l y el gradiente en dirección a la longitud menor. Se

- determina el punto de intersección. Este punto de intersección corresponde a un valor real para la situación del punto de final de evaporación 56. Se determina la distancia con respecto al valor nominal (magnitud piloto), es decir, a la situación predeterminada del punto de final de evaporación 56. Esta distancia a su vez determina una magnitud de ajuste para la influencia del flujo de masa en la correspondiente sección continua 46. La magnitud de ajuste es por ejemplo una carrera de válvula de la correspondiente válvula reguladora 48. En correspondencia a la desviación el flujo de masa es disminuido o aumentado en un proceso de regulación continuo, para igualar el valor real al valor nominal. El flujo de masa en cada sección continua 46 se ajusta partiendo del gradiente de temperatura  $\Delta T/L$  calculado y de la temperatura  $T_1$  medida, para fijar en su sitio el punto de final de evaporación 56. Esta fijación en su sitio es en cierto modo una "fijación por software".
- En la Figura 4 está mostrado esquemáticamente con el signo de referencia 90a un primer caso con radiación más alta y con el signo de referencia 90b un segundo caso con radiación más baja en el desarrollo de temperatura a través de la longitud  $l$ . El caso con radiación más baja (90b) presenta una zona de precalentamiento más larga. El gradiente en la zona de sobrecalentamiento 54 es menor que para el caso 90a. Esto requiere para el caso 90b en comparación con el caso 90a disminuir el flujo de masa en la respectiva sección continua 46.
- La instalación de regulación 78 controla también la instalación de inyección 68. El objeto es, en una salida 92 de la sección continua 46 y con ello en la salida de la zona de sobrecalentamiento 54, ajustar y también fijar una temperatura determinada (adaptada a la turbina del bloque de potencia 62). Esto puede efectuarse mediante inyección regulada de una cantidad determinada de medio portador de calor líquido.
- Un segundo ejemplo de realización de una central eléctrica termosolar según el invento, que está mostrada esquemáticamente en la Figura 3 y está designada allí con 94, está construido por principio igual que la central eléctrica termosolar 44. Para elementos iguales se emplean signos de referencia iguales. Está prevista una instalación de inyección adicional 96, mediante la cual puede ser inyectado medio portador de calor líquido en la zona de evaporación 50. En las respectivas secciones continuas 46 a continuación del primer sensor de temperatura 80 está dispuesto en la zona de evaporación 50 un punto de inyección 98, es decir, el respectivo punto de inyección 98 está situado entre el primer sensor de temperatura 80 y el punto de final de evaporación 56.
- La instalación de inyección presenta por ejemplo una válvula reguladora 100 asignada a cada sección continua 46. Las válvulas reguladoras 100 están conectadas con actividad de fluido con el conducto de retorno 64. Por ejemplo un conducto 104 conduce desde una derivación 102 hasta las válvulas reguladoras 100 de las secciones continuas 46. La derivación 102 a su vez está dispuesta por ejemplo en el conducto de retorno 64 o en el conducto 74.
- La instalación de regulación 78 controla la instalación de inyección 96 con las válvulas reguladoras 100.
- La instalación de inyección 96 constituye una instalación de regulación del flujo de masa. Mediante ella puede ser influido el flujo de masa del medio portador de calor en la sección continua 46. Las válvulas reguladoras 48 constituyen entonces una primera instalación 86 de regulación del flujo de masa y la instalación de inyección 96 constituye una segunda instalación 106 de regulación del flujo de masa.
- Mediante la instalación de inyección 96, es decir, mediante previsión de la segunda instalación 106 de regulación del flujo de masa, puede mejorarse la calidad de regulación y aumentarse la rapidez de regulación.
- En la solución según el invento mediante un procedimiento de regulación puede ser fijado en su sitio el punto de final de evaporación 56, para minimizar oscilaciones del punto de final de evaporación 56 en caso de entrada de energía solar variable. Las secciones continuas dispuestas en paralelo son tramos colectores. Para cada tramo colector (para cada sección continua 46) es fijado el punto de final de evaporación 56.
- Por extrapolación del gradiente de temperatura calculado en la zona de evaporación 54 en dirección de la entrada del tramo colector se calcula un valor real para el punto de final de evaporación, para regular al valor nominal (magnitud piloto). Se regula el flujo de masa en el medio portador de calor en el respectivo tramo colector, es decir, en la respectiva sección continua 60. El flujo de masa se alcanza mediante ajuste de la cantidad de medio portador de calor líquido inyectado en la respectiva sección continua 60. Esto se efectúa primero mediante la primera instalación 46 de regulación del flujo de masa con las válvulas reguladoras 48. Adicionalmente puede aún estar prevista una segunda instalación 106 de regulación del flujo de masa con las válvulas reguladoras 100.
- En la solución según el invento se averigua aún adicionalmente la temperatura medida  $T_1$  para determinar el valor real para el punto de final de evaporación. Resulta así una regulación estable y en el funcionamiento real puede ser limitada la amplitud de oscilación del punto de final de evaporación 56 a un campo muy pequeño.
- Mediante una inyección adicionalmente prevista en correspondientes puntos de inyección 98 puede mejorarse la calidad de regulación y aumentarse mucho la rapidez de regulación.
- Por la fijación del punto de final de evaporación 56 es necesaria una regulación de la temperatura de salida de los respectivos tramos colectores. Se regula en particular a una temperatura de salida constante.

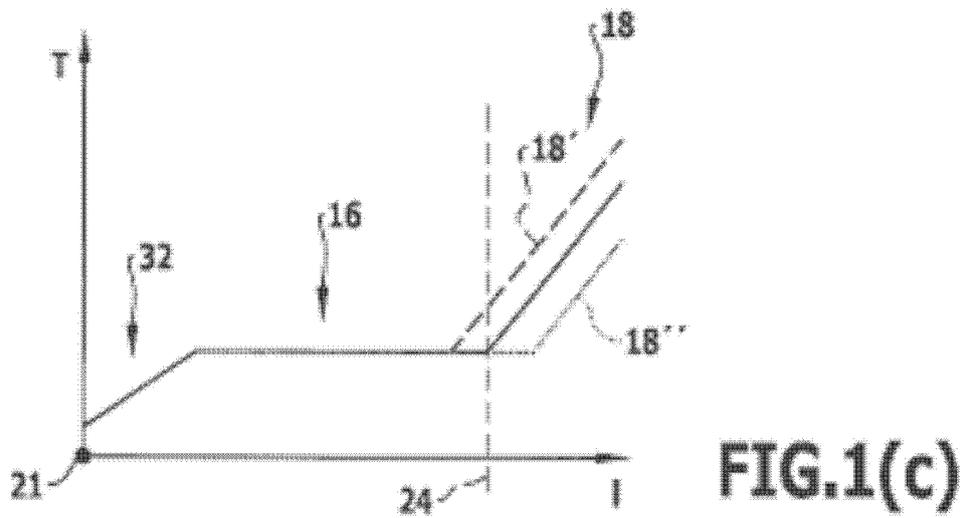
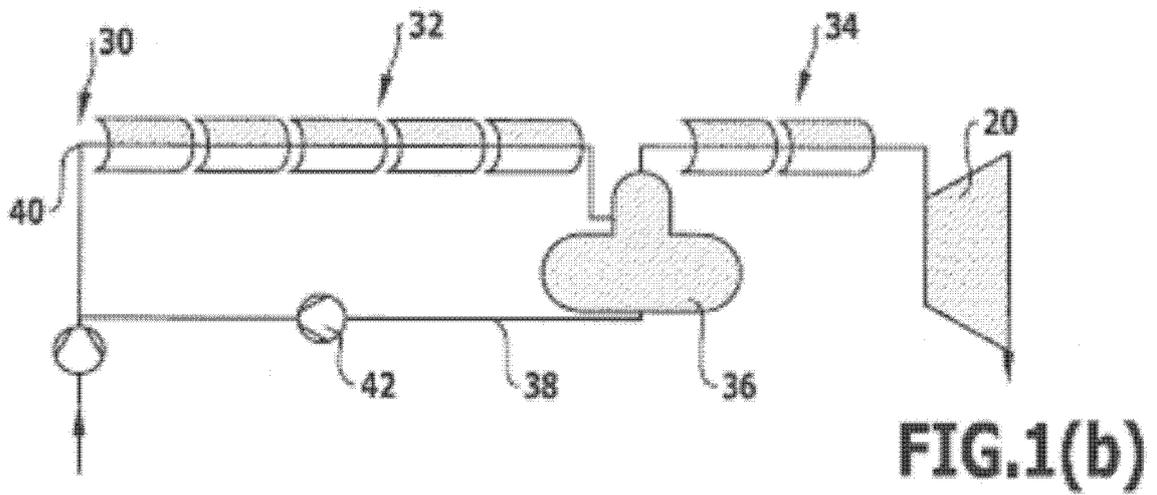
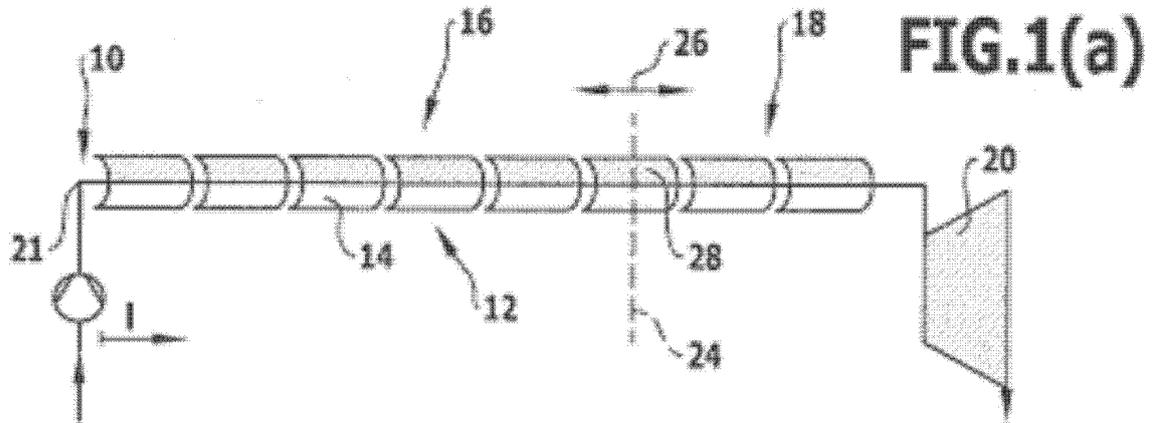
La solución según el invento puede realizarse más económicamente que una solución según el concepto de recirculación. Además de esto se producen menores pérdidas de calor del sistema en conjunto. Es por principio posible ajustar en su sitio la situación del punto de final de evaporación 56 "según el software" y por ejemplo también desplazarlo más próximo al principio de un tramo colector. Resultan pequeñas cargas de materiales y con ello también un funcionamiento más largo de la instalación con capacidad de regulación mejorada.

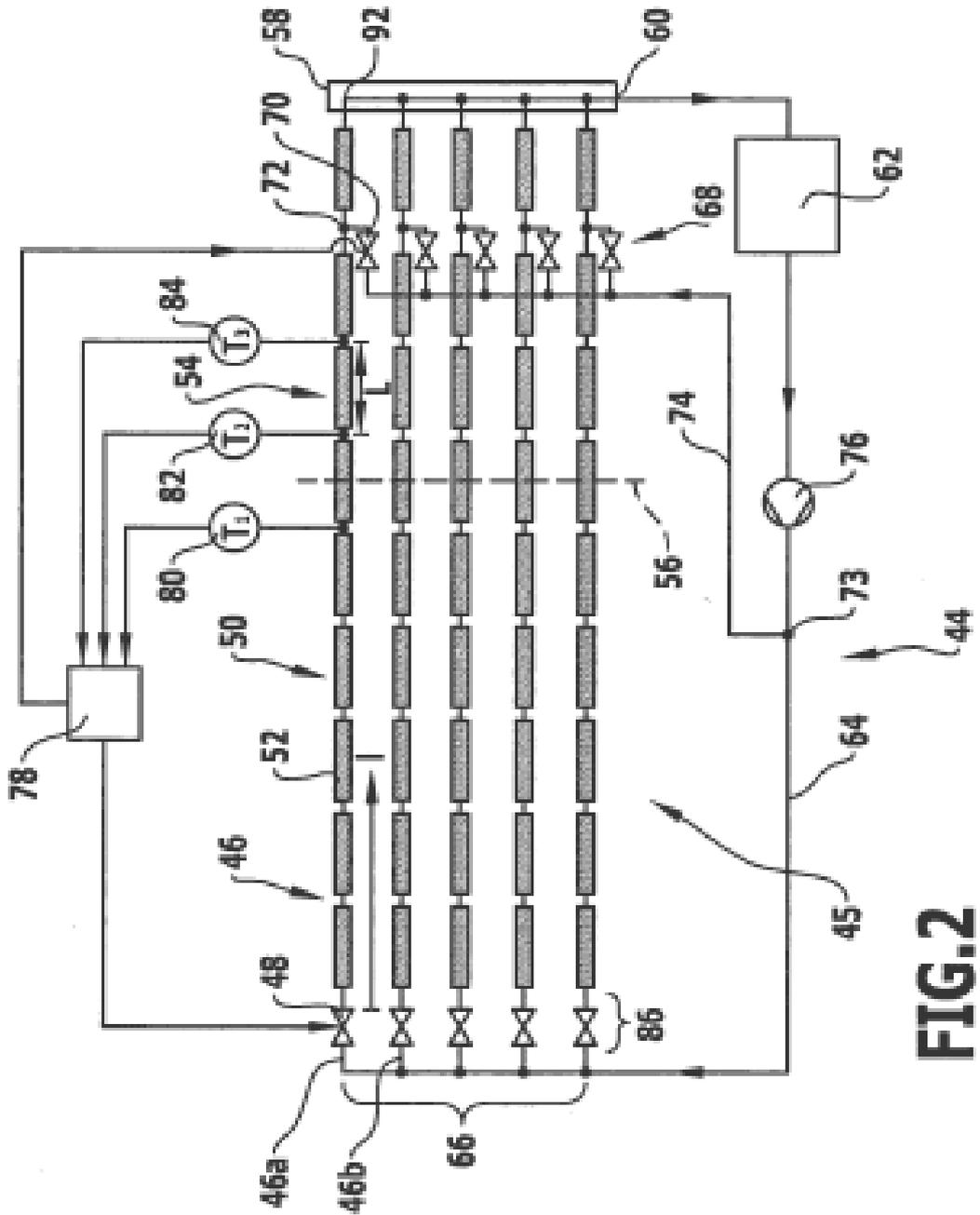
5

REIVINDICACIONES

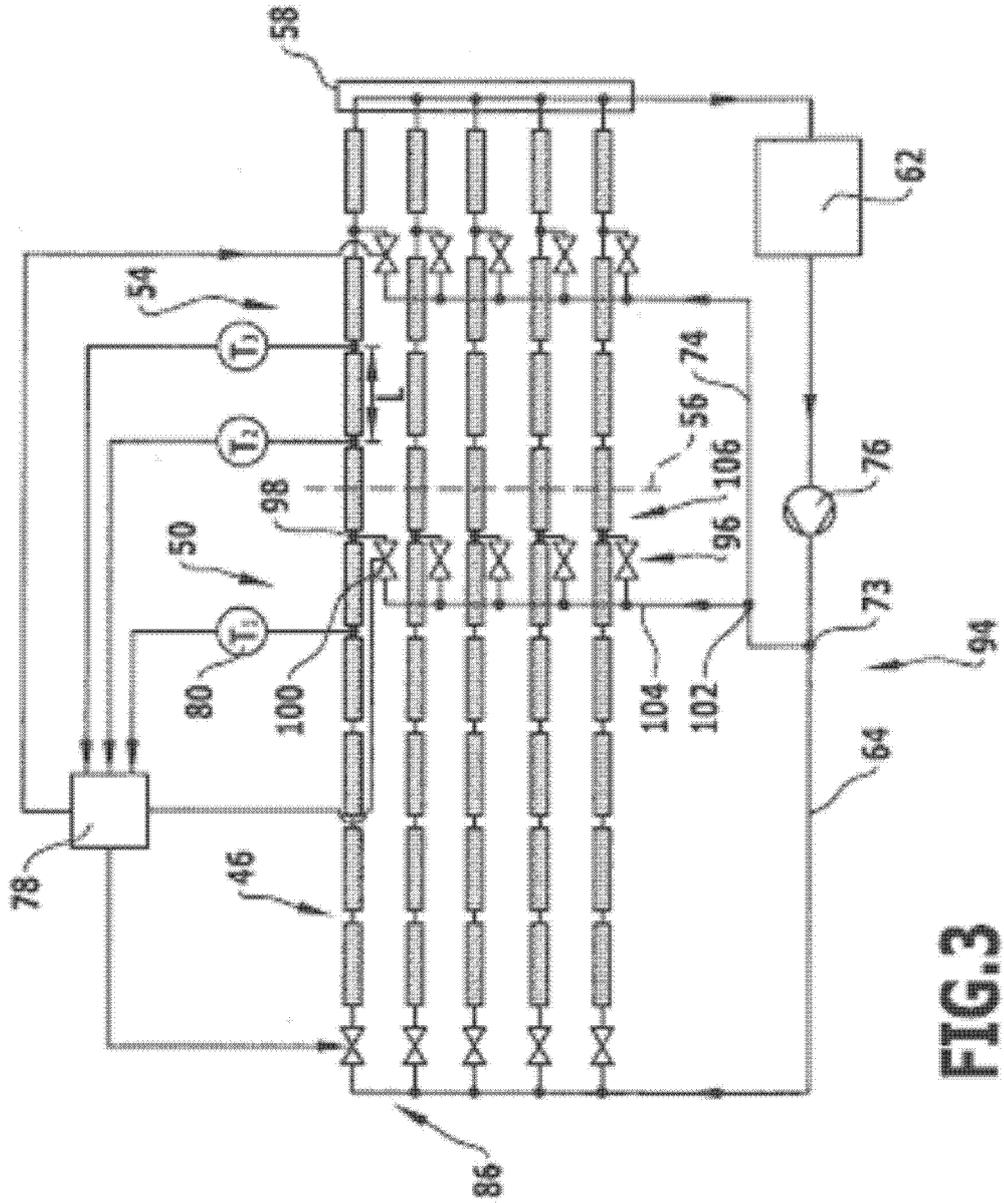
1. Procedimiento para la generación de vapor sobrecalentado en una central eléctrica termosolar, en la cual en una sección continua para el medio portador de calor mediante energía solar se genera vapor en una zona de evaporación y en una zona de sobrecalentamiento se sobrecalienta el vapor mediante energía solar, siendo fijado en su sitio un punto de final de evaporación de la zona de evaporación en un procedimiento de regulación, en el cual se determinan un gradiente espacial de temperatura en la zona de sobrecalentamiento y una temperatura en la zona de evaporación, y el flujo de masa en el medio portador de calor en la sección continua se ajusta con dependencia del gradiente de temperatura en la zona de sobrecalentamiento y de la temperatura medida en la zona de evaporación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** para fijar el punto de final de evaporación se regula el flujo de masa del medio portador de calor.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** una magnitud de regulación en el procedimiento de regulación es la situación espacial del punto de final de evaporación, siendo una magnitud piloto un sitio definido.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** una magnitud de ajuste en el procedimiento de regulación determina el flujo de masa del medio portador de calor en la sección continua.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** en el procedimiento de regulación se extrapolan a un punto de intersección espacial el gradiente de temperatura y la temperatura medida en la zona de evaporación, y por una desviación del punto de intersección de una situación espacial predeterminada del punto de final de evaporación se determinan una o varias magnitudes de regulación.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la temperatura en la zona de evaporación se mide fuera de una zona de precalentamiento.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el gradiente de temperatura se calcula a partir de las temperaturas medidas en al menos dos sitios distanciados en la zona de sobrecalentamiento.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el medio portador de calor líquido se inyecta regulado en la zona de evaporación, y en particular, porque la inyección se efectúa entre el punto de medida de temperatura y el punto de final de evaporación.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** una temperatura de salida en la zona de sobrecalentamiento se regula a un valor constante, y en particular, porque en la zona de sobrecalentamiento se inyecta regulado medio portador de calor líquido.
10. Central eléctrica termosolar con una etapa de generación de vapor (45), que comprende por lo menos un tramo colector con una sección continua (46) para medio portador de calor con una zona de evaporación (50) y una zona de sobrecalentamiento (54), un primer sensor de temperatura (80), que está dispuesto en la zona de evaporación (50), un segundo sensor de temperatura (82) y un tercer sensor de temperatura (84), que están dispuestos distanciados uno de otro en la zona de sobrecalentamiento (54), una instalación (86; 106) de regulación del flujo de masa, mediante la cual es ajustable el flujo de masa en el medio portador de calor en la sección continua (46), y una instalación de regulación (78), que está conectada con actividad de señales con el primer sensor de temperatura (80), el segundo sensor de temperatura (82) y el tercer sensor de temperatura (84), y que a partir de una segunda temperatura ( $T_2$ ) y de una tercera temperatura ( $T_3$ ) determina un gradiente espacial de temperatura ( $\Delta T/L$ ) y controla la instalación (86; 106) de regulación del flujo de masa para la fijar un punto de final de evaporación (56).
11. Central eléctrica termosolar según la reivindicación 10, **caracterizada porque** en un principio de la sección continua (46) está dispuesta una válvula reguladora (48), que está controlada por la instalación de regulación (78).
12. Central eléctrica termosolar según la reivindicación 10 u 11, **caracterizada por** una instalación de inyección (96) para inyectar medio portador de calor líquido con por lo menos un punto de inyección (98) en la zona de evaporación (50), y en particular, porque la instalación de inyección (96) está controlada por la instalación de regulación (78), y en particular, porque la instalación de inyección (96) comprende una válvula reguladora (100), y en particular, porque el por lo menos un punto de inyección (98) de la instalación de inyección (96) está situado entre un punto de medida de temperatura del primer sensor de temperatura (80) y el punto de final de evaporación (56).

13. Central eléctrica termosolar según una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizada por** una instalación de inyección (68) para inyectar medio portador de calor líquido con por lo menos un punto de inyección (72) en la zona de sobrecalentamiento (54).
- 5 14. Central eléctrica termosolar según una de las reivindicaciones 10 a 13, **caracterizada por** una instalación colectora solar (52), en la cual está dispuesta la sección continua (46).
15. Central eléctrica termosolar según una de las reivindicaciones 10 a 14, **caracterizada porque** la etapa de generación de vapor (45) está conectada con actividad de fluido con por lo menos una turbina.





**FIG.2**



**FIG.3**

