

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 390**

51 Int. Cl.:

C03C 17/34	(2006.01)	F24S 10/40	(2008.01)
F22B 1/00	(2006.01)		
F28F 13/18	(2006.01)		
F28F 19/02	(2006.01)		
F24S 70/20	(2008.01)		
F24S 23/70	(2008.01)		
F28F 21/00	(2006.01)		
F28F 21/08	(2006.01)		
F28B 3/02	(2006.01)		
F24S 80/52	(2008.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2011 PCT/EP2011/067120**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.04.2013 WO13044975**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2011 E 11770395 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2020 EP 2739581**

54 Título: **Tubo receptor de calor con un tubo de vidrio con revestimiento reflectante de luz infrarroja, procedimiento para fabricar el tubo de vidrio, colector cilindro parabólico con el tubo receptor de calor y uso del colector cilindro parabólico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.12.2020

73 Titular/es:
**SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD.
(100.0%)
3 Ha-Hac'shara
99107 Beit Shemesh (Industrial Area West), IL**

72 Inventor/es:
BARKAI, MENASHE

74 Agente/Representante:
LOZANO GANDIA, José

ES 2 797 390 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

5 Tubo receptor de calor con un tubo de vidrio con revestimiento reflectante de luz infrarroja, procedimiento para fabricar el tubo de vidrio, colector cilindro parabólico con el tubo receptor de calor y uso del colector cilindro parabólico

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

10 Esta invención se refiere a un tubo receptor de calor con un tubo de vidrio, un procedimiento para fabricar el tubo de vidrio y un colector cilindro parabólico con el tubo receptor de calor.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 Una unidad de recolección de energía solar de una central de energía solar basada en la técnica de energía solar concentrada es, por ejemplo, un colector cilindro parabólico con espejos parabólicos y un tubo receptor de calor. Por ejemplo, dicha unidad de recolección solar se conoce por el documento WO 2010/035064 A1. El tubo receptor de calor está dispuesto en una línea focal de los espejos. Mediante superficies reflectantes de la luz solar de los espejos, la luz solar se concentra en el tubo receptor de calor, que se llena con un fluido de transferencia de calor, por ejemplo, un aceite térmico o una sal fundida. Con la ayuda de un recubrimiento absorbente de radiación solar de un tubo central (tubo interno), el tubo receptor de calor absorbe energía del sol. La energía del sol se acopla eficazmente al fluido de transferencia de calor. La energía solar se convierte en energía térmica.

25 Para minimizar una pérdida de energía térmica, el tubo receptor de calor comprende una encapsulación hecha de vidrio (tubo de vidrio). El tubo de vidrio, que es transparente para la luz solar, está dispuesto coaxialmente alrededor de un tubo inoxidable central interno del tubo receptor de calor. Se evacua el espacio entre el tubo interno y el tubo de vidrio. Dicho tubo receptor de calor se describe en el documento WO 2011/084902 A2.

30 Una solución similar se conoce del documento US 3 981 293 A. Aquí, el tubo central para absorber la radiación de absorción solar de la luz solar está cubierto por una placa de vidrio o por un tubo de vidrio. La placa de vidrio y el tubo de vidrio pueden pasar radiación de luz solar en un intervalo de longitud de onda de aproximadamente 0,3 a 2,1 micrómetros. Además, la placa de vidrio o el tubo de vidrio comprende rasgos característicos reflectantes de luz infrarroja.

35 En el documento US 5 653 222 A se describe un tubo receptor de calor que se localiza en un espacio interior que está formado por una carcasa semicircular de placa plana. El espacio interior se puede evacuar.

40 En el documento US 4 153 041 A se describe un tipo de tubo de calor. La envoltura está cubierta por un recubrimiento absorbente de energía solar para absorber la radiación de absorción solar de la luz solar. La energía absorbida se usa para la evaporación de un fluido de transferencia de calor.

45 Del documento US 2010/205963 A1 se conoce una central de energía solar con colectores cilindro parabólicos. De este modo, en una línea focal de un espejo parabólico se localiza un tubo receptor de calor. La radiación de la luz solar es reflejada por el espejo parabólico y absorbida por el tubo receptor de calor. A

BREVE EXPLICACION DE LA INVENCION

50 Es un objetivo de la invención proporcionar una reducción adicional de la pérdida térmica de un tubo de vidrio que se usa como encapsulación de un tubo receptor de calor.

Otro objetivo de la invención es proporcionar un colector de cilindro parabólico con el tubo receptor de calor que comprende una encapsulación con dicho tubo de vidrio.

55 Estos objetivos se logran mediante la invención especificada en las reivindicaciones.

60 Se proporciona un tubo receptor de calor para absorber energía solar y para transferir energía solar absorbida a un fluido de transferencia de calor, que se puede localizar dentro de un tubo central del tubo receptor de calor. El tubo central comprende una superficie de tubo central con un recubrimiento absorbente de energía solar para absorber la radiación de absorción solar de la luz solar. El tubo central está envuelto por una encapsulación con el tubo de vidrio con el revestimiento reflectante de luz infrarroja. La superficie de tubo central y la encapsulación están dispuestas en una distancia entre la superficie de tubo central y la superficie interna de la pared de encapsulación con la superficie reflectante infrarroja de tal manera que la radiación de absorción solar puede penetrar la encapsulación con el revestimiento reflectante de luz infrarroja y puede impactar en el revestimiento absorbente de energía solar. La superficie de tubo central y la encapsulación están dispuestas en una distancia entre la superficie de tubo central y la superficie interna de la pared del tubo de vidrio con la superficie reflectante

infrarroja de tal manera que la radiación de absorción solar puede penetrar la encapsulación con el revestimiento reflectante de luz infrarroja y puede impactar en el revestimiento absorbente de energía solar. El tubo receptor de calor se caracteriza por que el revestimiento reflectante de luz infrarroja comprende un revestimiento conductor transparente, el revestimiento conductor transparente comprende óxido de estaño y el óxido de estaño comprende indio; y una capa adicional que comprende Al_2O_3 o SiO_2 cubre el revestimiento reflectante de luz infrarroja. El tubo de vidrio del tubo receptor de calor se puede fabricar con las siguientes etapas: El procedimiento comprende las siguientes etapas: a) proporcionar un tubo de vidrio y b) unir el revestimiento reflectante de luz infrarroja a una superficie interna del tubo de vidrio. Además, se proporciona un colector cilindro parabólico que comprende al menos un espejo parabólico que tiene una superficie reflectante de la luz solar para concentrar la luz solar en una línea focal de la superficie reflectante de la luz solar y al menos un tubo receptor de calor, que está dispuesto en la línea focal del espejo parabólico. De forma alternativa, se puede realizar un colector solar con tecnología lineal Fresnel. Así, un colector de espejo Fresnel lineal con al menos un espejo Fresnel que tiene una superficie reflectante de la luz solar para concentrar la luz solar en una línea focal de la superficie reflectante de la luz solar y al menos un tubo receptor de calor, que está dispuesto en la línea focal del espejo Fresnel.

La pared del tubo de vidrio es transparente para un amplio intervalo de longitudes de onda de los rayos del sol. Preferentemente, la pared de tubo de vidrio del tubo de vidrio comprende vidrio (SiO_x). También son posibles otros materiales transparentes. El revestimiento reflectante de luz infrarroja, que está unido a la superficie interna del tubo de vidrio, actúa como un espejo para la luz infrarroja. Con esto, la luz infrarroja, que es irradiada por el tubo central de un tubo receptor de calor, se refleja de regreso al tubo central. La pérdida térmica global del tubo receptor de calor por la radiación de luz infrarroja del tubo central del tubo receptor de calor se reduce.

La superficie interna puede comprender el revestimiento reflectante de infrarrojos en su circunferencia completa. Pero también es posible que la superficie interna de la pared del tubo de vidrio comprenda el revestimiento reflectante de luz infrarroja solo en una parte de la circunferencia de la superficie del tubo de vidrio interna. Por ejemplo, la superficie interna del tubo de vidrio está medio cubierta por el revestimiento reflectante de infrarrojos.

Usando tecnología cilindro parabólica, el tubo receptor de calor está dispuesto en una línea focal de espejos parabólicos. Dado que el sol incide en la parábola hacia abajo, los rayos de la luz solar se coliman en la mitad inferior de la circunferencia de tubo central. Una mitad superior de la circunferencia de tubo central es golpeada directamente por los rayos del sol (se estima que es de aproximadamente el 1,2% del total de los rayos incidentes) y los rayos extraviados, que provienen de la distorsión del espejo y la aberración estadística (se estima que es de aproximadamente el 0% -2% (esto depende de los dos recubrimientos segmentarios) de los rayos incidentes totales). Así, es preferente dividir la superficie interna de la pared del tubo de vidrio en dos áreas. Un área, que se localiza de frente a la superficie reflectante de la luz solar del espejo, tiene una alta transmisión para la radiación de luz solar completa. Por el contrario, el área, que está de frente al sol y que se desvía a la superficie reflectante de la luz solar del espejo, tiene una alta reflectividad para la luz infrarroja. Existe una pérdida menor con respecto a la radiación infrarroja directa que proviene del sol. Pero la reducción de la pérdida térmica por medio de la emisión de radiación infrarroja del tubo central multiplica, compensa la pérdida menor.

En un modo de realización del tubo de vidrio, el revestimiento reflectante de luz infrarroja comprende una transmisión para radiación solar con una longitud de onda inferior a 1200 nm, que se selecciona del intervalo entre 0,5 y 0,99 y preferentemente se selecciona del intervalo entre 0,8 y 0,95. El revestimiento reflectante de luz infrarroja es más o menos transparente para la radiación de luz solar en esta área de longitud de onda.

El revestimiento reflectante de luz infrarroja comprende un revestimiento conductor (eléctricamente) transparente (revestimiento conductor transparente, TCO). El revestimiento conductor transparente comprende un óxido de estaño (SnO). El óxido de estaño comprende indio. El óxido de estaño es óxido de estaño e indio (InSnO , ITO).

Una capa adicional que comprende Al_2O_3 o SiO_2 se une al revestimiento reflectante de luz infrarroja. La capa adicional cubre al menos parcialmente o completamente el revestimiento reflectante de luz infrarroja. La capa adicional es transparente o casi transparente para la luz infrarroja del sol. Entre la superficie de la pared de tubo de vidrio y el revestimiento reflectante de luz infrarroja puede existir una capa intermedia. Esta capa intermedia puede tener diferentes funciones. Por ejemplo, una capa intermedia de este tipo fortalece la adhesión del revestimiento reflectante de luz infrarroja sobre la superficie interna del tubo de vidrio.

Para la unión del revestimiento reflectante de infrarrojos se pueden aplicar diferentes tecnologías. Preferentemente, la unión del revestimiento reflectante de luz infrarroja se lleva a cabo con la ayuda de al menos una tecnología, que se selecciona del grupo que consiste en revestimiento por inmersión, revestimiento por pulverización y deposición de capa atómica. Mientras que el revestimiento por inmersión o el revestimiento por pulverización se ajustan a una unión parcial del revestimiento reflectante de luz infrarroja a la superficie interna del tubo de vidrio (el revestimiento reflectante de luz infrarroja cubre parcialmente la superficie interna del tubo de vidrio), la deposición de capa atómica (ALD) se ajusta al recubrimiento completo de la superficie interna del tubo de vidrio. Se usan capas adicionales además del TCO (Al_2O_3 o SiO_2) para optimizar las capas antirreflectantes atrapadas en el espectro solar, mientras que la reflectancia en la región IR no se interrumpe (ni cambia). Una capa final con material de índice bajo (por ejemplo SiO_x) será depositado (por ejemplo mediante revestimiento por

inmersión) en ambos lados del tubo de vidrio

Finalmente, se divulga el uso del colector cilindro parabólico en una central de energía para convertir la energía solar en energía eléctrica.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otros rasgos característicos y ventajas de la invención se producen a partir de la descripción de un modo de realización ejemplar con referencia a los dibujos. Los dibujos son esquemáticos.

10

La figura 1 muestra una sección transversal de un tubo de vidrio desde el lado.

La figura 2 muestra una sección transversal de un colector cilindro parabólico con el tubo receptor de calor que comprende una encapsulación con el tubo de vidrio.

15

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Se proporciona un tubo de vidrio 1 con una pared de tubo de vidrio 10. La superficie interna 11 de la pared de tubo de vidrio 10 comprende al menos parcialmente al menos un revestimiento reflectante de luz infrarroja 12. El tubo de vidrio 1 es una encapsulación 20 de un tubo receptor de calor 2.

20

El revestimiento reflectante de luz infrarroja 12 comprende óxido de indio y estaño. El grosor del revestimiento reflectante de luz infrarroja 12 es de aproximadamente 135 nm.

25

El revestimiento reflectante de luz infrarroja 12 está cubierto por una capa adicional 13. Esta capa adicional 13 comprende óxido de silicio. En un ejemplo alternativo, la capa adicional 13 comprende óxido de aluminio. El grosor de esta capa adicional 13 es de aproximadamente 120 nm.

30

Se implementa una secuencia que sigue de forma alternativa: Lado interno del tubo de vidrio/ Al_2O_3 (30nm)/TCO (150nm)/ Al_2O_3 (50nm)/ SiO_x (capa de inmersión de 120nm).

Entre el revestimiento reflectante de luz infrarroja 12 y la superficie interna 11 de la pared de tubo de vidrio 10 existe una capa intermedia 14. Esta capa intermedia comprende óxido de aluminio. El grosor de esta capa intermedia es de aproximadamente 85 nm.

35

El tubo central 21 del tubo receptor de calor 2, que está envuelto por el tubo de vidrio 1, está hecho de acero. Adicionalmente, la superficie de tubo central del tubo central comprende un recubrimiento absorbente para absorber la luz solar (no se muestra).

40

Ejemplo 1:

Usando medio recubrimiento de la superficie interna del tubo de vidrio (recubrimiento por inmersión y pulverización), se reducirá α (absorción de la luz solar) solo en una pequeña fracción (0,2%) debido a la reducción de la transmisividad del vidrio en el segmento superior del tubo de vidrio. Las pérdidas de calor debido a la radiación se reducirán en un 20% -10% (de 1000 vatios/tubo a 800-900 vatios/tubo)

45

Ejemplo 2:

La superficie interna 11 completa de la pared de tubo de vidrio 10 está cubierta por el revestimiento reflectante de luz infrarroja 12. Para la fabricación, se lleva a cabo un proceso ALD. Con esto, se reducirá α en 1% -1,5% debido a la disminución de la transmisividad solar a través del tubo de vidrio. Pero, por otro lado, las pérdidas de calor debido a la radiación se reducirán en un 40% -60% (de 1000 vatios/tubo a 600-400 vatios/tubo). El tubo receptor de calor 2 es parte de un colector cilindro parabólico 1000. El colector cilindro parabólico 1000 comprende al menos un espejo parabólico 3 con una superficie reflectante de luz solar 31. Mediante la superficie reflectante 31, la luz solar se concentra en la línea focal 32 del espejo parabólico 3. La luz solar concentrada es absorbida por el tubo receptor de calor 2.

50

55

El colector cilindro parabólico (y el colector de espejo Fresnel, respectivamente) se usa en una central de energía solar para convertir la energía solar en energía eléctrica. El fluido de transferencia de calor calentado se usa para producir vapor por medio de un intercambiador de calor. El vapor está impulsando una turbina, que está conectada a un generador. El generador produce corriente.

60

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Tubo receptor de calor (2) para absorber energía solar y para transferir energía solar absorbida a un fluido de transferencia de calor, que se puede localizar dentro de un tubo central (21) del tubo receptor de calor (2), en el que
- el tubo central comprende una superficie de tubo central con un recubrimiento absorbente de energía solar para absorber la radiación de absorción solar de la luz solar;
 - 10 - el tubo central está envuelto por una encapsulación con un tubo de vidrio con una pared de tubo de vidrio;
 - una superficie interna de la pared de tubo de vidrio comprende al menos parcialmente al menos un revestimiento reflectante de luz infrarroja;
 - 15 - el revestimiento reflectante de luz infrarroja comprende un revestimiento conductor transparente;
 - la superficie de tubo central y la encapsulación están dispuestas en una distancia entre la superficie de tubo central y la superficie interna de la pared del tubo de vidrio con la superficie reflectante infrarroja de tal manera que la radiación de absorción solar puede penetrar la encapsulación con el revestimiento reflectante de luz infrarroja y puede impactar en el revestimiento absorbente de energía solar;
 - 20
- caracterizado por que**
- el revestimiento reflectante de luz infrarroja comprende un revestimiento conductor transparente;
 - 25 - el revestimiento conductor transparente comprende óxido de estaño;
 - el óxido de estaño comprende indio; y
 - 30 - una capa adicional que comprende Al_2O_3 o SiO_2 cubre el revestimiento reflectante de luz infrarroja.
- 2.** Tubo receptor de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el revestimiento reflectante de luz infrarroja comprende una transmisión para radiación solar con una longitud de onda inferior a 1200 nm, que se selecciona del intervalo entre 0,5 y 0,99 y preferentemente se selecciona del intervalo entre 0,8 y 0,95.
- 35 **3.** Tubo receptor de calor de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la superficie interna de la pared de tubo de vidrio comprende el revestimiento reflectante de luz infrarroja en una parte de su circunferencia.
- 4.** Tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una capa intermedia está dispuesta entre la superficie interna de la pared de tubo de vidrio y el revestimiento reflectante de luz infrarroja.
- 40 **5.** Colector cilindro parabólico (1000) que comprende
- al menos un espejo parabólico (3) que tiene una superficie reflectante de luz solar (31) para concentrar la luz solar en una línea focal (32) de la superficie reflectante de luz solar (31); y
 - 45 - al menos un tubo receptor de calor (2) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, que está dispuesto en la línea focal (32) del espejo parabólico (3).
- 50 **6.** Procedimiento para fabricar un tubo de vidrio de un tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- a) proporcionar un tubo de vidrio; y
 - 55 b) unir el revestimiento reflectante de luz infrarroja a una superficie interna del tubo de vidrio.
- 7.** Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la unión del revestimiento reflectante de luz infrarroja se lleva a cabo con la ayuda de al menos una tecnología, que se selecciona del grupo que consiste en revestimiento por inmersión, revestimiento por pulverización y deposición de capa atómica.
- 60 **8.** Uso del colector cilindro parabólico (1000) de acuerdo con la reivindicación 5 en una central de energía para convertir la energía solar en energía eléctrica.

FIG 1

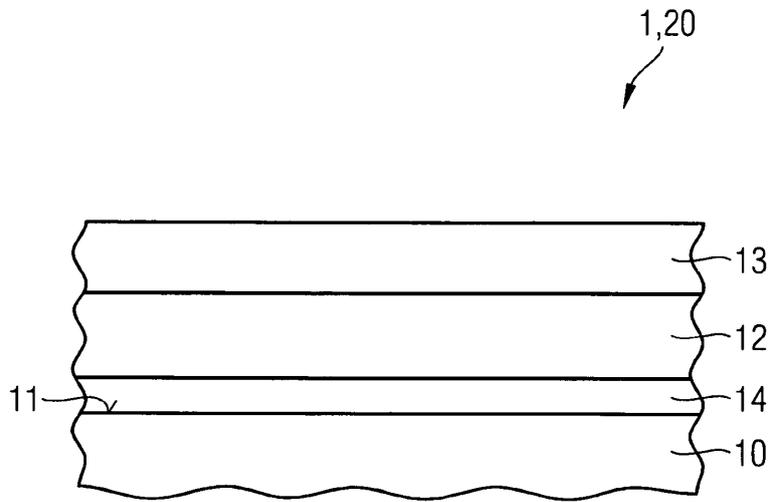


FIG 2

