

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 730 893**

51 Int. Cl.:

F24S 80/52 (2008.01)

F24S 10/40 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.05.2016 PCT/JP2016/065583**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2017 WO17002493**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2016 E 16817602 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3318819**

54 Título: **Tubo colector de calor solar y dispositivo de generación de energía térmica solar**

30 Prioridad:

30.06.2015 JP 2015131154

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

13.11.2019

73 Titular/es:

**KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI
(100.0%)
2-1, Toyoda-cho
Kariya-shi, Aichi 448-8671, JP**

72 Inventor/es:

HOMMA, TAKAYUKI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 730 893 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).

DESCRIPCION

Tubo colector de calor solar y dispositivo de generación de energía térmica solar

5 **CAMPO TÉCNICO**

La presente invención se refiere a un tubo colector de calor solar y a un dispositivo de generación de energía térmica solar.

TÉCNICA ANTERIOR

10 Un dispositivo de generación de energía térmica solar convencional genera energía utilizan calor solar. Este dispositivo de generación de energía térmica solar genera energía recogiendo luz solar utilizando medios colectores, calentando un medio calefactor en un tubo colector de calor solar utilizando luz solar recogida, y utilizando la energía térmica del medio calefactor caliente en un generador. El tubo colector de calor solar tiene una estructura de tubo doble formada de un tubo interior metálico, a través del cual puede fluir el medio calefactor, y un tubo exterior de vidrio. Además, para suprimir pérdida de calor causa por radiación térmica, se mantiene típicamente un vacío entre 15 el tubo interior y el tubo exterior, y para absorber una diferencia de coeficientes de expansión térmica entre el tubo interior y el tubo exterior, se conectan típicamente los dos tubos a través de medios de absorción de las diferencias térmicas tal, como un fuelle.

20 El tubo de vidrio (un tubo de vidrio utilizado como un tubo colector de calor solar) que sirve como el tubo exterior del tubo colector de calor solar que tiene esta estructura requiere un alto grado de transparencia óptica con el fin de transmitir la luz solar eficientemente. Típicamente, cuando luz solar entre en el tubo de vidrio, aproximadamente el 4 % de la luz solar (100%) que llega al tubo de vidrio es reflejada por cada una de una superficie exterior y una superficie interior del tubo de vidrio y, por lo tanto, aproximadamente el 92% de la luz solar pasa a través del tubo de 25 vidrio del tubo colector de calor solar. Por consiguiente, se ha propuesto un método de formación de una película anti-reflexión sobre el menos una de la superficie exterior y la superficie interior del tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar con el fin de reducir la reflexión de la luz solar por el tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar (Documento de Patente 1, Por ejemplo)

30 Otra técnica anterior se describe en el documento WO 2013/1899727 A1, que describe un revestimiento de un manguito de vidrio, así como en el documento CN 101 498 517 B, que describe un tubo colector de calor solar en vacío a alta temperatura y asimismo en el documento WO 2013/141180 A1, que describe una película selectiva de absorción de luz, tubo colector de calor, y dispositivo de generación de electricidad por calor solar.

35 Documento de Patente 1: Solicitud de Patente Japonesa abierta a inspección pública Nº 1004-239603.

SUMARIO DE LA INVENCION

PROBLEMAS A RESOLVER POR LA INVENCION

40 Un tubo colector de calor solar está dispuesto normalmente en el exterior en un área desierta o similar, donde la cantidad diaria de radiación solar es grande, de manera que llega luz solar suficiente al tubo colector de calor solar y, por lo tanto, el entorno donde se utiliza el tubo colector de calor solar es extremadamente riguroso. La superficie exterior del tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar, que contacta con el entorno exterior, está particularmente expuesto al viento y lluvia, polvo, etc. y, además, cuando se adhiere suciedad al mismo, la suciedad 45 debe eliminarse por lavado para prevenir una reducción en la transparencia óptica del tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar. Por consiguiente, un tubo colector de calor solar no sólo requiere un alto grado de transparencia óptica, sino también un alto grado de durabilidad (resistencia a la abrasión, resistencia al desgaste, etc., por ejemplo) frente a factores ambientales externos, tales como viento y lluvia, polo, y lavado. En particular, cuando se forma una película anti-reflexión sobre la superficie exterior de un tubo de vidrio utilizado para un tubo 50 colector de calor solar con el fin de mejorar la transparencia óptica del tubo de vidrio, es necesario prevenir que la película anti-reflexión se dañe o se pele fácilmente por el entorno externo.

La presente invención ha sido diseñada para resolver los problemas descritos anteriormente, y un objeto de la misma es proporcionar un tubo colector de calor solar, con el que se consiguen mejoras tanto en transmisión óptica 55 como también en durabilidad frente al entorno exterior.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de generación de energía térmica solar, que es altamente duradero frente al entorno exterior y puede convertir luz solar el calor eficientemente.

60 **MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS**

Para conseguir los objetivos anteriores, un aspecto de la presente invención proporciona un tubo colector de calor solar de acuerdo con la reivindicación 1 y otro aspecto de la presente invención proporciona un dispositivo de generación de energía térmica solar de acuerdo con la reivindicación 4.

65

EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

De acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un tubo colector de calor solar, con el que se consiguen mejoras tanto en transmisión óptica como también en durabilidad frente al entorno exterior.

- 5 Además, de acuerdo con la presente invención, es posible proporcionar un dispositivo de generación de energía térmica solar, que es altamente duradero frente al entorno exterior y puede convertir luz solar en calor eficientemente.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

10 La figura 1 es una vista en sección tomada perpendicularmente a una dirección longitudinal de un tubo colector de calor solar de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección tomada paralelamente a una dirección longitudinal de un tubo colector de calor solar de acuerdo con la presente invención.

La figura 3 es una vista en sección parcialmente ampliada de un tubo de vidrio utilizado para un tubo colector de calor solar, que se utiliza en el tubo colector de calor solar de acuerdo con la presente invención.

15

DESCRIPCION DE REALIZACIONES

A continuación se describirá una realización preferida de un tubo colector de calor solar y de un dispositivo de generación de energía térmica solar de acuerdo con la presente invención.

20 La figura 1 es una vista en sección tomada perpendicularmente a una dirección longitudinal de un tubo colector de calor solar de acuerdo con la presente invención, y

La figura 2 es una vista en sección tomada paralelamente a una dirección longitudinal de un tubo colector de calor solar de acuerdo con la presente invención.

25

Como se muestra en las figuras 1 y 2, un tubo colector de calor solar 1 de acuerdo con la presente invención tiene una estructura de tubo doble, que incluye un tubo interior 2 y un tubo exterior 3. Una película de sílice mesoporosa 4 se forma sobre una superficie interior del tubo exterior 3 como una primera película anti-reflexión, y una película de sílice hueca 5 se forma sobre una superficie exterior del tubo exterior 3 como una segunda película anti-reflexión. Un medio de calor 6 puede fluir a través del interior del tubo interior 2. Una región de aislamiento térmico 7 está formada entre el tubo interior 2 y el tubo exterior 3 para suprimir pérdida de calor causada por radiación térmica. La región aislante de calor 7 está formada, por ejemplo, creando un vacío en un espacio anular formado entre el tubo interior 2 y el tubo exterior 3, o llenando el espacio anular con un gas inerte. Además, el tubo interior 2 y el tubo exterior 3 están conectados a través de medios de absorción 8 de la diferencia de expansión térmica para absorber una diferencia del coeficiente de expansión térmica entre los dos tubos.

35

En el tubo colector de calor solar 1 de acuerdo con la presente invención, que tiene la estructura descrita anteriormente, el tubo exterior 3, sobre el que se forman la película de sílice mesoporosa 4 y la película de sílice hueca 5, corresponde a un tubo de vidrio utilizado para un tubo colector de calor solar.

40

El tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar está expuesto a viento y lluvia, polvo, etc. y, además, cuando se adhiere suciedad al mismo, la suciedad debe eliminarse mediante lavado para prevenir una reducción en la transparencia óptica del tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar. Por consiguiente, el tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar requiere no sólo un alto grado de transparencia óptica, sino también un alto grado de durabilidad (resistencia a la abrasión, resistencia al desgaste, etc., por ejemplo) frente a factores ambientales externos, tales como viento y lluvia, polvo y lavado. En esta memoria descriptiva, "resistencia a la abrasión" significa que es poco probable que el tubo de vidrio se dañe incluso cuando es arañado, "resistencia al desgaste" significa que es poco probable que el tubo de vidrio se desgaste, incluso cuando se somete a acciones mecánicas, tal como fricción.

45

La figura 3 es una vista en sección parcialmente ampliada de un tubo de vidrio utilizado para un tubo colector de calor solar, que se utiliza en el tubo colector de calor solar de acuerdo con la presente invención.

50

Como se muestra en la figura 3, en el tubo de vidrio 9 utilizado para el tubo colector de calor solar, la película de sílice mesoporosa 4 está formada sobre la superficie interior del tubo exterior 3 como la primera película anti-reflexión, y la película de sílice hueca 5 se forma sobre la superficie exterior del tubo exterior 3 como la segunda película anti-reflexión. Hay que indicar que L designa luz solar.

55

La película de sílice mesoporosa 4 es una película de sílice que tiene mesoporos. Aquí, mesoporos son los poros finos que tienen un diámetro entre 2 nm y 50 nm. La película de sílice mesoporosa 4 exhibe un alto grado de transparencia óptica, pero puesto que las paredes de poros finos son amorfas, su resistencia mecánica es baja y, por lo tanto, su durabilidad frente al entorno externo es menor que el de la película de sílice hueca. Por consiguiente, el tubo de vidrio 9 utilizado para el tubo colector de calor solar, la película de sílice mesoporosa 4 es formada sobre la superficie interior del tubo exterior 3, que no tiene que ser duradera frente al entorno exterior.

60

65

5 La película de sílice hueca 5 es una película que tiene partículas de sílice huecas como un cuerpo principal. Aquí, partículas de sílice huecas son partículas de sílice que tienen un espacio en su interior. La película de sílice hueca 5 es ligeramente menos transparente óptica que la película de sílice mesoporosa 4, pero puesto que las partículas de sílice huecas se adhieren regularmente, su resistencia mecánica es alta y, por lo tanto, su durabilidad frente al entorno exterior es más alta que la de la película de sílice mesoporosa. Por consiguiente, en el tubo de vidrio 9 utilizado para el tubo colector de calor solar, la película de sílice hueca 5 está formada sobre la superficie exterior del tubo exterior 3, que tiene que ser duradera frente al entorno exterior.

10 La película de sílice mesoporosa 4 puede estar formada de una manera típica por medio de una reacción de sol-gel, que no existen limitaciones particulares sobre ella. En una solución de sol-gel, se aplica una solución de reacción de sol a la superficie interior del tubo exterior 3, se seca, y entonces se quema, de manera que se forma la película de sílice mesoporosa 4.

15 Una solución de reacción de sol con la que se puede formar la película de sílice mesoporosa 4 está disponible en el mercado y, por lo tanto, la película de sílice mesoporosa 4 se puede formar utilizando una solución de reacción de sol disponible en el mercado.

20 Soluciones de reacción de sol típicas incluyen un material precursor de sílice, un disolvente orgánico, un catalizador, agua, etc.

No existen limitaciones particulares sobre el material precursor de sílice, pero ejemplos de éste incluyen alcoxisilanos, tales como tetrametoxisilano, tetraetoxisilano, y tetrapropoxisilano, etc. These materials may be used singly or in mixtures of two or more materials.

25 No existen limitaciones particulares sobre el disolvente, pero ejemplos de éste incluyen alcoholes, tales como metanol, etanol, 2-propanol, y 1-propanol. Tales disolventes pueden utilizarse individualmente o en mezclas de dos o más disolventes.

30 No existen limitaciones particulares sobre el catalizador, pero ejemplos de éste incluyen un ácido, tal como ácido clorhídrico, ácido acético, o ácido nítrico, o una base tal como sodio, hidróxido o amoníaco. Estos catalizadores pueden utilizarse individualmente o en mezclas de dos o más catalizadores.

35 No existen limitaciones particulares sobre el método de aplicación de la solución de reacción de sol, pero se puede utilizar el método de revestimiento por inmersión o similar.

No existen limitaciones particulares sobre el método de secado al horno de la película aplicada, pero se puede utilizar un horno eléctrico o similar. No existen limitaciones particulares sobre la temperatura, a la que se seca al horno la película aplicada, pero se ajusta la temperatura típicamente a no mayor que 600°C y preferiblemente entre 350°C y 500°C.

40 La porosidad de la película de sílice mesoporosa 4 está preferiblemente entre 30% y 50%. Controlando la porosidad, se puede mejorar la transmisión óptica de la película de sílice mesoporosa 4. En este memoria descriptiva, la "porosidad" designa un valor calculado midiendo el índice refractivo e insertando el valor medido del índice refractivo en la fórmula de Lorentz-Lorentz.

45 El espesor de la película de sílice mesoporosa 4 está preferiblemente entre 80 nm y 200 nm, aunque no existen limitaciones particulares sobre éste. Controlando este espesor, se puede mejorar la transmisión óptica de la película de sílice mesoporosa 4. En la memoria descriptiva, el "espesor" designa un valor medido utilizando un calibrador del espesor de la película disponible en el mercado.

50 La película de sílice hueca 5 se puede formar utilizando un método bien conocido en el campo técnico correspondiente. De manera similar a la película de sílice mesoporosa 4, la película de sílice hueca 5 se puede formar por una reacción de sol-gel, por ejemplo. En la reacción de sol-gel, se puede aplicar una solución de reacción de sol que contiene un sol de sílice hueco, un compuesto de silicio, un compuesto de quelato metálico, etc. a la superficie exterior del tubo exterior 3, se puede secar y entonces se puede secar al horno, de manera que se forma la película de sílice hueca 5. Alternativamente, se puede aplicar una solución dispersa, en la que se dispersan partículas de sílice huecas, a través de un disolvente orgánico, a la superficie exterior del tubo exterior 3, se puede secar y entonces se puede secar al horno, de manera que se forma la película de sílice hueca 5. La solución de reacción de sol y la solución dispersa utilizada para formar la película de sílice hueca 5 están disponibles en el mercado y, por lo tanto, la película de sílice hueca 5 se puede formar utilizando una solución de reacción de sol disponible en el mercado.

55 Un material conocido descrito en la Publicación de Solicitud de Patente Japonesa N° 2001-233611, por ejemplo, se puede emplear como el sol de sílice hueca utilizado en la solución de reacción de sol.

65

Ejemplos del compuesto de silicio utilizado en la solución de reacción de sol incluyen agentes de acoplamiento de silano, tales como tetrametoxisilano, tetraetoxisilano, y tetrapropoxisilano. Estos compuestos se pueden utilizar individualmente, o en mezclas de dos o más compuestos.

5 Ejemplos del compuesto de quelato metálico utilizado en la solución de reacción de sol incluyen titanio, zirconio, aluminio, estaño, niobio, tantalio, y compuestos de plomo que contienen un ligando bidentado, tal como acetilacetato. Estos compuestos se pueden utilizar individualmente, o en mezclas de dos o más compuestos.

10 Ejemplos del disolvente orgánico utilizado en la solución de reacción de sol incluyen alcoholes, tales como metanol, etanol, 2-propanol, y 1-propanol. Tales disolventes pueden utilizarse individualmente o en mezclas de dos o más disolventes.

15 No existen limitaciones particulares sobre los métodos de aplicación y de secado al horno de la solución de reacción de sol o la solución dispersa, pero se pueden emplear condiciones similares a las aplicadas cuando se forma la película de sílice mesoporosa 4.

20 Un diámetro medio de las partículas de sílice hueca que forman la película de sílice hueca 5 está preferiblemente entre 10 nm y 100 nm, aunque no existen limitaciones particulares sobre éste. Controlando este diámetro medio de las partículas, se puede mejorar la transmisión óptica de la película de sílice hueca 5. En esta memoria descriptiva, el "diámetro medio de las partículas" designa un valor medido por observación utilizando un método de dispersión dinámica de la luz o un método TEM de la sección transversal.

25 La porosidad de la película de sílice hueca 5 está preferiblemente entre 15% y 30%, aunque no existen limitaciones particulares sobre ésta. Controlando esta porosidad, se puede mejorar la transmisión óptica del tubo exterior 3.

El espesor de la película de sílice hueca 5 está preferiblemente entre 80 nm y 200 nm, aunque no existen limitaciones particulares sobre éste. Controlando este espesor, se puede mejorar la transmisión óptica del tubo exterior 3.

30 El tubo exterior 3, sobre el que se forman la película de sílice mesoporosa 4 y la película de sílice hueca 5 es un tubo de vidrio. No existen limitaciones particulares sobre el material del tubo de vidrio, y se puede utilizar vidrio transparente típico, resistente al calor. Se puede utilizar un tubo de vidrio de borosilicato o similar, por ejemplo, como un vidrio transparente, resistente al calor.

35 En el tubo de vidrio 9 utilizado para el tubo colector de calor solar configurado como se ha descrito anteriormente, la película de sílice hueca 5, que exhibe un alto grado de durabilidad frente al entorno exterior, se forma sobre la superficie exterior del tubo exterior 3, mientras que la película de sílice mesoporosa 4, que exhibe un alto grado de transparencia óptica, se forma sobre la superficie interior del tubo exterior 3 y, por lo tanto, con el tubo colector de calor solar 1 se pueden conseguir mejoras tanto en transmisión óptica como también en durabilidad frente al entorno exterior.

45 Hay que indicar que en la descripción anterior se ha descrito un ejemplo, en el que la película de sílice mesoporosa 4 se utiliza como la primera película anti-reflexión y la película de sílice hueca 5 se utiliza como la segunda película anti-reflexión, pero con tal de que se cumpla la condición de que la segunda película anti-reflexión sea más duradera frente al entorno exterior que la primera película anti-reflexión y la primera película anti-reflexión tenga una transmisión óptica más alta que la segunda película anti-reflexión, no existen limitaciones particulares sobre los materiales de la primera película anti-reflexión y la segunda película anti-reflexión. Más específicamente, se pueden utilizar varias películas de bajo índice refractivo, tal como película de SiO_2 , película de SiN , o película de TiO_2 , como la primera película anti-reflexión y la segunda película anti-reflexión.

50 En el tubo colector de calor solar 1 de acuerdo con la presente invención, no existen limitaciones particulares sobre el tubo interior 2, a través de cuyo interior puede fluir el medio calefactor 6, y se puede utilizar un miembro que es bien conocido en el campo técnico correspondiente. Típicamente, se puede utilizar un metal resistente al calor, tal como un material a base de hierro (por ejemplo, acero inoxidable, acero resistente al calor, acero aleado, o acero al carbono) o un material a base de aluminio, como el material del tubo interior 9. Entre estos materiales, se utiliza preferiblemente acero inoxidable o acero resistente al calor para el tubo interior 2 en consideración del entorno de uso (por ejemplo, una temperatura de calentamiento del tubo interior 2).

60 Además, se puede formar una película ópticamente selectiva sobre una superficie exterior del tubo interior 2 para mejorar su eficiencia colectora de calor. Aquí, una película ópticamente selectiva es una película que adsorbe rayos visibles y rayos infrarrojos cercanos de la luz solar L, mientras refleja rayos infrarrojos lejanos irradiador desde el medio calefactor. Proporcionando una película ópticamente selectiva, la luz solar L puede ser adsorbida eficientemente, y se puede suprimir la radiación de calor desde el medio calefactor 6. No existen limitaciones particulares sobre la película ópticamente selectiva y se puede utilizar una película que es bien conocida en el campo técnico correspondiente. Ejemplos de películas ópticamente selectivas incluyen película cromada negra, película niquelada negra, película de óxido de níquel negro no electrolítico, película de tetróxido de tri-hierro, etc.

No existen limitaciones particulares sobre el medio calefactor 6 que fluye a través del interior del tubo interior 2, y se puede utilizar un medio calefactor bien conocido en el campo técnico correspondiente. Ejemplos del medio calefactor 6 incluyen agua, aceite, sal fundida (sodio fundido, por ejemplo), etc.

Los medios de absorción de la diferencia de expansión térmica 8 están previstos para absorber la diferencia del coeficiente de expansión térmica entre el tubo interior 2 y el tubo exterior 3. No existen limitaciones particulares sobre los medios de absorción de la diferencia de expansión térmica 8 y se pueden utilizar medios que son bien conocidos en el campo técnico correspondiente. Ejemplos de medios de absorción de la diferencia de expansión térmica 8 incluyen un fuelle, un diafragma, etc. No existen limitaciones particulares sobre el material los medios de absorción de la diferencia de expansión térmica 8, y se puede utilizar un metal resistente al calor, como un material a base de hierro (por ejemplo, acero inoxidable, acero resistente al calor, acero aleado, o acero al carbono) o un material a base de aluminio, por ejemplo.

No existen limitaciones particulares sobre un método de unión de los medios de absorción de la diferencia de expansión térmica 8 al tubo interior 2 y al tubo exterior 3, y se puede utilizar un método de unión tal como soldadura, estañado, o soldadura fuerte.

La región de aislamiento térmico 7 está formada entre el tubo interior 2 y el tubo exterior 3 y, por lo tanto, se puede suprimir la pérdida de calor debida a radiación térmica.

Con el tubo colector de calor solar 1 de acuerdo con la presente invención, configurado como se ha descrito anteriormente, se pueden conseguir mejorar tanto en transmisión óptica como también en durabilidad frente al entorno exterior.

El tubo colector de calor solar 1 de acuerdo con la presente invención se utiliza en combinación con medios colectores. No existen limitaciones particulares sobre los medios colectores, con tal que los medios colectores sean capaces de recoger la luz solar L en el tubo colector de calor solar 1, y se pueden utilizar medios que son bien conocidos en el campo técnico correspondiente. Un espejo curvado utilizado típicamente en un llamado dispositivo colector de calor solar del tipo de cubeta se puede citar como un ejemplo de medio colector. El medio colector está formado típicamente para tener una sección transversal en forma de paraboloide en su dirección longitudinal. Además, una superficie interior del medio colector (la superficie en el lado del tubo colector de calor solar) es una superficie de espejo, y el tubo colector de calor solar 1 está soportado en la dirección longitudinal en una posición focal de éste. Hay que indicar que el medio colector no está limitado a un medio colector del tipo de cubeta, y se puede utiliza en su lugar un medio colector del tipo de Fresnel, etc.

El tubo colector de calor solar 1 de acuerdo con la presente invención se utiliza en un dispositivo de generación de energía térmica solar. En el dispositivo de generación de energía térmica solar, la luz solar L es recogida en el tubo colector de calor solar 1 por el medio colector, el medio calefactor 6 en el tubo interior 2 del tubo colector de calor solar 1 es calentado por la luz solar L recogida y la energía térmica del medio calefactor caliente 6 es utilizada por el generador para generar energía. El dispositivo de generación de energía térmica solar incluye el tubo colector de calor solar 1 con el que se consiguen mejoras tanto en la transmisión óptica como también en la durabilidad frente al entorno externo y, por lo tanto, la luz solar L puede ser convertida en calor eficientemente, conduciendo a una mejora en eficiencia de generación.

No existen limitaciones particulares sobre el generador utilizado en el dispositivo de generación de energía térmica solar con tal que el generador sea capaz de convertir calor en electricidad. Un generador que genera energía mediante evaporación de un medio de evaporación, tal como agua o amoníaco utilizando el medio calefactor caliente 6 y haciendo girar una turbina de vapor utilizando el vapor resultante se puede citar como un ejemplo del generador.

EJEMPLOS

La presente invención se describirá en detalle a continuación utilizando un ejemplo y ejemplos comparativos, aunque la presente invención no está limitada a ellos.

(Ejemplo 1)
 Utilizando vidrio de borosilicato en la forma de una placa plana de 14 cm² (espesor 1 mm) como un sustrato, se limpió el sustrato ultrasónicamente utilizando un detergente alcalino, se aclaró utilizando agua desionizada y se secó. A continuación, se aplicó una solución dispersa disponible en el comercio dispersando partículas de sílice huecas que tienen un diámetro medio de las partículas de 50 nm a través de un disolvente de alcohol a una superficie delantera del sustrato utilizando un dispositivo de revestimiento por inmersión, y entonces se secó a temperatura ambiente. Además, se aplicó una solución de reacción de sol disponible en el mercado, que contiene alcoxisilano como un material precursor de sílice, a una superficie trasera del sustrato utilizando un dispositivo de revestimiento por inmersión, y entonces se secó a temperatura ambiente. A continuación, el sustrato con las películas aplicadas formadas encima se calentó durante una hora a 400°C, de manera que se obtuvo un sustrato formado con la película de sílice hueca 5 sobre la superficie delantera y la película de sílice mesoporosa 4 sobre la

superficie trasera. Aquí, espesores respectivos de la película de sílice hueca 5 formada sobre la superficie delantera del sustrato y de la película de sílice mesoporosa 4 formada sobre la superficie trasera del sustrato eran 111 nm y 119 nm. Además, las porosidades respectivas de la película de sílice hueca 5 y de la película de sílice mesoporosa 4 formadas sobre el sustrato se determinaron midiendo sus índices refractivos respectivos utilizando elipsómetro espectroscópico fabricado por Semilab Inc., e insertando los valores medidos de los índices refractivos en la fórmula de Lorentz-Lorentz. Como resultado, la porosidad de la película de sílice hueca 5 era 21%, y el índice refractivo de la película de sílice mesoporosa 4 era 40%. Hay que indicar que la porosidad se midió utilizando un método similar en los ejemplos comparativos descritos a continuación.

(Ejemplo Comparativo 1)

Un sustrato que tiene la película de sílice hueca 5 sobre su superficie delantera y su superficie trasera fue fabricado de una manera similar al Ejemplo 1, excepto que la solución dispersa disponible en el mercado formada dispersando partículas de sílice hueca que tienen un diámetro medio de las partículas de 50 nm a través de un disolvente de alcohol se aplicó a la superficie delantera y a la superficie trasera del sustrato utilizando un dispositivo de revestimiento por inmersión, y entonces se secó a temperatura ambiente. Aquí, el espesor de las películas de sílice hueca formadas sobre la superficie delantera y la superficie trasera del sustrato era 117 nm. Además, la porosidad de las películas de sílice hueca 5 formadas sobre el sustrato era 21%.

(Ejemplo Comparativo 2)

Un sustrato que tiene la película de sílice mesoporosa 4 sobre su superficie delantera y su superficie trasera fue fabricado de una manera similar al Ejemplo 1, excepto que la solución de reacción de sol disponible en el mercado que contiene alcoxisilano como un material precursor de sílice se aplicó a la superficie delantera y a la superficie trasera del sustrato utilizando un dispositivo de revestimiento por inmersión, y entonces se secó a temperatura ambiente. Aquí, el espesor de las películas de sílice mesoporosa 4 formadas sobre la superficie delantera y la superficie trasera del sustrato era 121 nm. Además, la porosidad de las películas de sílice mesoporosa 4 formadas sobre el sustrato era 40%.

La transmisión óptica y la durabilidad del entorno exteriores se evaluaron entonces en relación a los sustratos obtenidos en el ejemplo y en los ejemplos comparativos descritos anteriormente. Hay que indicar que la siguientes evaluaciones de realizaron en el supuesto de que la superficie delantera del sustrato sirve como la superficie exterior del tubo de vidrio (el tubo exterior 3) y la superficie trasera del sustrato sirve como la superficie interior del tubo de vidrio (el tubo exterior 3).

La transmisión óptica se evaluó midiendo la transmisión óptica a una longitud de onda de 600 nm utilizando un espectrofotómetro U-4100 fabricado por Hitachi High-Technologies Corporation. Un valor medio de valores medidos en tres puntos arbitrarios se utilizó como el resultado de la medición de la transmisión óptica. Hay que indicar que la transmisión óptica del sustrato era 91,6 %.

La durabilidad frente al entorno exterior fue evaluada friccionando la película de sílice hueca 5 o la película de sílice mesoporosa 4 formadas sobre la superficie delantera del sustrato diez veces en cada dirección con una carga de fricción de 200 g/cm² y una velocidad de movimiento de 40 mm/segundo utilizando #0000 steel wool, y entonces determinando visualmente si la película de sílice hueca 5 o la película de sílice mesoporosa 4 se había pelado o no. Esta evaluación se realizó incrementando al mismo tiempo la carga de fricción en incrementos de 200 g/cm² con el fin de determinar la carga de fricción, a la que se pelaron completamente la película de sílice hueca 5 o la película de sílice mesoporosa 4.

Los resultados se muestran en la Tabla 1

Tabla 1

	Transmisión óptica (%)	Resistencia al desgaste (kg/cm ²)
Ejemplo 1	98,7	1,4
Ejemplo Comparativo 1	97,8	1,4
Ejemplo Comparativo 2	99,7	0,4

Como es evidente a partir de los resultados de la Tabla 1, con el sustrato de acuerdo con el Ejemplo 1, en el que la película de sílice hueca 5 se formó sobre la superficie delantera y la película de sílice mesoporosa 4 se formó sobre la superficie trasera, la transmisión óptica y la durabilidad frente al entorno exterior eran ambas altas. Con el sustrato de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 1, por otra parte, en el que la película de sílice hueca 5 se formó sobre la superficie delantera y la superficie trasera, la durabilidad frente al entorno exterior era alta, pero la transmisión óptica era baja. Además, sustrato de acuerdo con el Ejemplo Comparativo 2, en el que la película de sílice mesoporosa 4 se formó sobre la superficie delantera y la superficie trasera, la transmisión óptica era alta, pero la durabilidad frente al entorno exterior era baja.

De acuerdo con la presente invención, como es evidente a partir de los resultados anteriores, en el tubo colector de calor solar 1 que tiene el tubo interior 2 a través de cuyo interior puede fluir el medio calefactor, el tubo exterior 3 que cubre la periferia exterior del tubo interior 2, de tal manera que se forma un espacio aislante térmico anular entre el tubo exterior 3 y el tubo interior 2, y el medio de absorción de la diferencia de expansión térmica 8 para absorber la diferencia de expansión térmica entre el tubo interior 2 y el tubo exterior 3, el tubo exterior 3 está formado de un tubo de vidrio, la primera película anti-reflexión está formada sobre la superficie interior del tubo de vidrio, la segunda película anti-reflexión está formada sobre la superficie exterior del tubo de vidrio, la segunda película anti-reflexión está formada para ser más duradera frente al entorno exterior que la primera película anti-reflexión, y la primera película anti-reflexión está formada para tener una transmisión óptica más alta que la segunda película anti-reflexión, y, por lo tanto, con el tubo colector de calor solar 1, se pueden conseguir mejoras tanto en la transmisión óptica como en la durabilidad frente al entorno exterior.

En el tubo colector de calor solar 1, la primera película anti-reflexión es preferiblemente la película de sílice mesoporosa 4 que tiene una porosidad de 30% a 50%, y la segunda película anti-reflexión es preferiblemente la película de sílice hueca 5 que tiene una porosidad de 15% a 30%. Además, los espesores respectivos de la primera película anti-reflexión y de la segunda película anti-reflexión están preferiblemente entre 80 nm y 200 nm. Adicionalmente, el tubo interior 2 es preferiblemente un tubo metálico, y una película ópticamente selectiva que absorbe rayos visibles y rayos infrarrojos próximos desde luz solar, reflejando al mismo tiempo rayos infrarrojos lejanos irradiados desde el medio calefactor se forma preferiblemente sobre la superficie delantera del tubo metálico.

Además, de acuerdo con la presente invención, incluyendo el tubo colector de calor solar 1 descrito anteriormente, es posible proporcionar un dispositivo de generación de energía térmica solar que es altamente duradero frente al entorno exterior y puede convertir luz solar en calor eficientemente

La presente solicitud internacional reivindica el derecho de prioridad basado en la Solicitud de Patente Japonesa N° 2015-131154, presentada el 30 de Junio de 2015, cuyo contenido íntegro se incorpora aquí por referencia.

EXPLICACIÓN DE LOS NÚMEROS

- 1 Tubo colector de calor solar
- 2 Tubo interior
- 3 Tubo exterior
- 4 Película de sílice mesoporosa
- 5 Película de sílice hueca
- 6 Medio calefactor
- 7 Región de aislamiento térmico
- 8 Medio de absorción de la diferencia de la expansión térmica
- 9 Tubo de vidrio utilizado para el tubo colector de calor solar
- L Luz solar

REIVINDICACIONES

1. Un tubo colector de calor solar, que comprende:

5 un tubo interior, través de cuyo interior puede fluir un medio calefactor;
un tubo exterior que cubre una periferia exterior del tubo interior, de tal manera que se forma un espacio de
aislamiento térmico anular entre el tubo exterior y el tubo interior; y
un medio de absorción de la diferencia de la expansión térmica para absorber una diferencia de la expansión
10 térmica entre el tubo interior y el tubo exterior,
en donde el tubo exterior es un tubo de vidrio,
una primera película anti-reflexión está formada sobre una superficie interior del tubo de vidrio,
una segunda película anti-reflexión está formada sobre una superficie exterior del tubo de vidrio,
caracterizado por que
15 la primera película anti-reflexión es una película de sílice mesoporosa que tiene una porosidad de 30% a
50%, y
la segunda película anti-reflexión es una película de sílice hueca que tiene una porosidad de 15% a 30%, de
manera que la segunda película anti-reflexión es más duradera al entorno exterior que la primera película
anti-reflexión, y la primera película anti-reflexión tiene una transmisión óptica más alta que la segunda película
anti-reflexión.

20 2. El tubo colector de calor solar de acuerdo con la reivindicación 1, en donde espesores respectivos de la primera
película anti-reflexión y la segunda película anti-reflexión están entre 80 nm y 200 nm.

25 3. El tubo colector de calor solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde el tubo
interior es un tubo metálico, y
una película ópticamente selectiva que absorbe rayos visibles y rayos infrarrojos próximos de luz solar mientras
refleja rayos infrarrojos lejanos irradiados desde el medio de calor está formada sobre una superficie delantera del
tubo metálico.

30 4. Un dispositivo de generación de energía térmica solar, que comprende el tubo colector de calor solar de acuerdo
con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.

FIG. 1

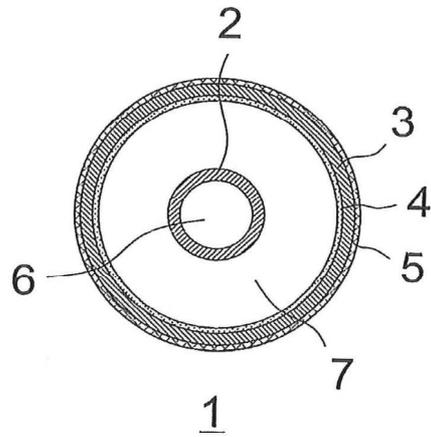


FIG. 2

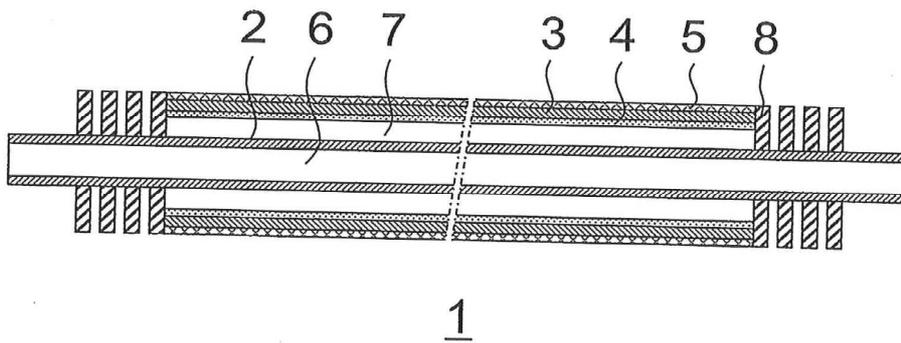
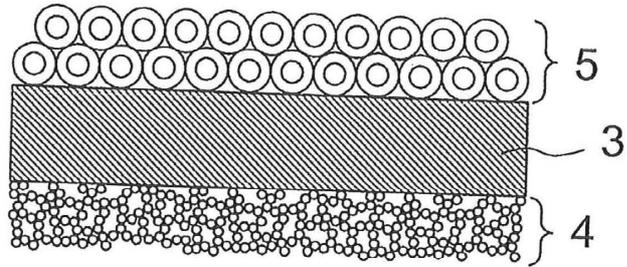


FIG. 3

L



9