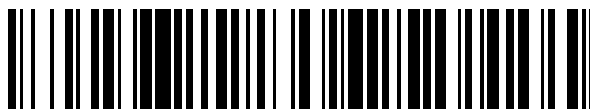


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 564**

51 Int. Cl.:

F24S 10/40 (2008.01)

F24S 80/00 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2015** **E 15192558 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019** **EP 3163212**

54 Título: **Tubo receptor de calor, procedimiento para fabricar el tubo receptor de calor, colector solar con el tubo receptor de calor y procedimiento para producir electricidad usando el colector solar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2020

73 Titular/es:
SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD.
(100.0%)
14 Hamelacha Street
48091 Rosh Ha ayin, IL

72 Inventor/es:
KLAPWALD, SHMULIK

74 Agente/Representante:
LOZANO GANDIA, José

ES 2 761 564 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, procedimiento para fabricar el tubo receptor de calor, colector solar con el tubo receptor de calor y procedimiento para producir electricidad usando el colector solar

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

10 Esta invención se refiere a un tubo receptor de calor, a un procedimiento para fabricar el tubo receptor de calor, a un colector solar con el tubo receptor de calor y a un procedimiento para producir electricidad mediante el uso del colector solar.

15 2. Descripción de la técnica relacionada

Una unidad de recogida de energía solar (colector solar) de una planta de energía solar basada en la técnica de energía solar concentrada es, por ejemplo, un colector solar con un espejo parabólico y un tubo receptor de calor. El tubo receptor de calor está dispuesto en una línea focal de una superficie de reflexión de radiación solar (luz solar) del espejo. Mediante la superficie reflectante de radiación solar, la luz solar es recogida y enfocada al tubo receptor de calor.

20 El tubo receptor de calor comprende un tubo central (tubo interno, por ejemplo, de acero inoxidable) que se llena con un fluido de transferencia de calor, por ejemplo, un aceite térmico o sal fundida. Con la ayuda de un recubrimiento absorbente de radiación solar del tubo central, el tubo receptor de calor absorbe la energía del sol. La energía del sol se acopla eficientemente al fluido de transferencia de calor. La energía solar se convierte en energía térmica.

30 Para minimizar una pérdida de energía térmica, el tubo receptor de calor comprende una encapsulación con un tubo envolvente. El tubo envolvente envuelve el tubo central.

Por ejemplo, el tubo envolvente es un tubo de vidrio. Este tubo envolvente es al menos parcialmente transparente para la radiación solar. Entonces, la radiación solar puede incidir sobre el recubrimiento absorbente de radiación solar del tubo central.

35 El tubo central y el tubo envolvente están dispuestos coaxialmente entre sí, dando como resultado un espacio interior del tubo receptor de calor que está bordeado por una superficie de tubo central del tubo central y por una superficie del tubo envolvente interior de una pared de tubo envolvente del tubo envolvente.

40 El espacio interior del tubo receptor de calor entre el tubo interior y el tubo envolvente se evacua para minimizar la convección y, por lo tanto, para minimizar una pérdida térmica del tubo receptor de calor. El espacio interior del tubo receptor de calor es una cámara de vacío.

45 Un problema es la degradación del fluido de transferencia de calor durante la operación durante años. Por la degradación, se forma hidrógeno (H_2). Este hidrógeno penetra a través de la pared de acero inoxidable del tubo central en el espacio interior evacuado del tubo receptor de calor. El resultado es un colapso del vacío del espacio interior del tubo receptor de calor y, por lo tanto, un aumento de la pérdida térmica del tubo receptor de calor.

50 A partir del documento US 2912/211003 A1 se conoce una solución de este problema: Material desgasificador para hidrógeno se coloca en el espacio interior.

Sumario de la invención

55 Es un objetivo de la invención asegurar una baja pérdida térmica durante el funcionamiento de un tubo receptor de calor.

Otros objetivos de la invención son proporcionar un procedimiento para fabricar el tubo receptor de calor, un colector solar con el tubo receptor de calor y un procedimiento para producir electricidad usando el colector solar.

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

65 Con la invención, 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 ubicar dentro de al menos un tubo central del tubo receptor de calor. El tubo central comprende una superficie de tubo central con al menos un recubrimiento absorbente de energía solar para absorber la radiación solar. El tubo central está envuelto por al menos un tubo envolvente. El tubo envolvente comprende al menos una pared de tubo envolvente que es al menos parcialmente transparente para la radiación solar. La pared del tubo envolvente comprende al menos una superficie interna del tubo envolvente. El

tubo central y el tubo envolvente están dispuestos coaxialmente entre sí de manera que se forma un espacio interno del tubo receptor de calor que está limitado por la superficie del tubo central y la superficie interna del tubo envolvente. El tubo receptor de calor comprende al menos un dispositivo de adaptación de presión para adaptar una presión espacial del espacio del tubo receptor de calor interno a una presión de atmósfera ambiental de una atmósfera ambiental del tubo receptor de calor. El tubo receptor de calor comprende un dispositivo de adaptación de dimensión con una pared de dispositivo de adaptación flexible para la compensación de un cambio inducido térmicamente de al menos una dimensión del tubo receptor de calor. El dispositivo de adaptación de dimensiones comprende fuelles y la pared del dispositivo de adaptación flexible comprende una pared de fuelles. El dispositivo de adaptación de presión comprende al menos una abertura para conectar el espacio interior del tubo receptor de calor y el entorno y la pared de fuelles comprende el dispositivo de adaptación de presión.

Con la ayuda del dispositivo de adaptación de presión, es posible la compensación de presión entre la presión espacial y la presión ambiental.

Por ejemplo, el tubo central interior comprende una pared de tubo central que está hecha de acero inoxidable. El tubo envolvente que es transparente para la luz solar (transmisión para longitudes de onda específicas más del 90 %) está dispuesto coaxialmente alrededor del tubo central interior del tubo receptor de calor. El tubo envolvente está hecho preferentemente de vidrio. La pared del tubo envolvente comprende vidrio. Pero también son posibles otros materiales transparentes.

La superficie del tubo central y la superficie interior del tubo envolvente están preferentemente dispuestas de manera opuesta entre sí. El resultado es una cámara de tubo receptor de calor.

En un modo de realización preferente, la presión espacial comprende una presión parcial de hidrógeno. Para la presión espacial, la presión parcial de hidrógeno es decisiva. Como se describió anteriormente, el hidrógeno en el tubo receptor de calor da como resultado un deterioro de las características térmicas del tubo receptor de calor. Con la ayuda de la invención, se reduce la presión parcial de hidrógeno y, por lo tanto, el deterioro inducido por hidrógeno. La pérdida térmica del tubo receptor de calor se reduce.

El dispositivo de adaptación de presión comprende al menos una abertura para conectar el espacio interior del tubo receptor de calor y el entorno. Con la ayuda de la abertura, es posible una compensación de las presiones mediante el intercambio de gases del espacio interior y del entorno. Por ejemplo, el aire del entorno es guiado hacia el espacio interior a través de la abertura. Para eso, es ventajoso que el recubrimiento absorbente de energía solar sea resistente al aire. Preferentemente, la abertura (comprende una dimensión de abertura (ancho de abertura) que se selecciona del rango entre 1 mm y 20 mm y preferentemente se selecciona del rango entre 2 mm y 10 mm. Por ejemplo, la abertura es una abertura de un ancho de abertura de 15 mm.

En un modo de realización preferente, el fuelle está dispuesto preferentemente en un lado frontal del tubo receptor de calor.

En un modo de realización preferente, el tubo envolvente y el dispositivo de adaptación de dimensiones están cubiertos por al menos un faldón de tubo receptor de calor con al menos una pared de faldón de tubo receptor de calor.

En un modo de realización preferente, la pared flexible del dispositivo de adaptación y/o la pared del faldón del tubo receptor de calor comprenden al menos un metal. Preferentemente, estas paredes están hechas de metal, por ejemplo, acero inoxidable. El metal tiene la ventaja de que es resistente a altas temperaturas. Además, el metal es bastante flexible (en comparación con otros materiales tales como la cerámica).

En un modo de realización preferente, el dispositivo de adaptación de presión comprende al menos un filtro de partículas para evitar una infiltración de partículas del entorno en el espacio interior del tubo receptor de calor. Por ejemplo, dicho filtro es un filtro de polvo. Las partículas de polvo no pueden moverse hacia el espacio interior.

El filtro de partículas está hecho de material de filtro adecuado. Dicho material de filtro es resistente a altas temperaturas. Por ejemplo, el metal es un material de filtro adecuado.

En un modo de realización preferente, el filtro de partículas comprende al menos un material cerámico. El material del filtro es cerámico.

Además, se proporciona un procedimiento para fabricar un tubo receptor de calor con las siguientes etapas: a) proporcionar al menos un tubo receptor de calor con una pared de fuelle y b) disponer de al menos un dispositivo de adaptación de presión en el tubo receptor de calor para adaptar una presión espacial del espacio interior del tubo receptor de calor y una presión ambiental de un entorno del tubo receptor de calor, en el que la disposición del dispositivo de adaptación de presión comprende una perforación de un orificio en la pared de fuelle. Preferentemente, la perforación comprende una perforación láser.

Además, se proporciona un colector solar que comprende al menos un espejo que tiene una superficie de espejo

reflectante de radiación solar para dirigir la radiación solar a una línea focal de la superficie del espejo reflector de radiación solar y al menos un tubo receptor de calor que está dispuesto en la línea focal de la superficie del espejo reflectante de radiación solar. Preferentemente, el espejo es un espejo parabólico o un espejo de Fresnel. El espejo es un espejo parabólico con una superficie de espejo reflejante de radiación solar de forma parabólica. Alternativamente, el espejo es un espejo de Fresnel. De este modo, no es necesario que el tubo receptor de calor esté exactamente ubicado en la línea focal del espejo. También son posibles aberraciones de una disposición exacta en la línea focal.

Además, un procedimiento para producir electricidad mediante el uso del colector solar en una planta de energía solar térmica para convertir la radiación solar en energía eléctrica, en el que la absorción de la radiación solar se lleva a cabo con la ayuda del colector solar.

Finalmente, se divulga el uso del colector solar en una planta de energía solar térmica para convertir la energía solar en energía eléctrica. De este modo, la absorción de la energía solar se lleva a cabo con la ayuda del colector solar.

La radiación solar se convierte en energía térmica de un fluido de transferencia de calor que se encuentra en el tubo central. El fluido de transferencia de calor es un aceite térmico o una sal fundida. A través de un intercambiador de calor, la energía térmica del fluido de transferencia de calor se utiliza para producir vapor. Este vapor acciona una turbina que está conectada a un generador. El generador produce corriente.

Debe señalarse una ventaja específica de la invención: Con la ayuda de la invención, es posible mantener características térmicas adecuadas del tubo receptor de calor. No es necesario cambiar el tubo receptor de calor después de un par de años de funcionamiento.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras características y ventajas de la invención se producen a partir de la descripción de un modo de realización a modo de ejemplo con referencia a los dibujos. Los dibujos son esquemáticos.

La figura 1 muestra secciones transversales de un tubo receptor de calor.

La figura 2 muestra secciones transversales de un tubo receptor de calor de un primer modo de realización.

La figura 3 muestra secciones transversales de un tubo receptor de calor de un segundo modo de realización.

La figura 4 muestra una sección transversal de un colector pasante parabólico (colector solar) con el tubo receptor de calor.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Se da un tubo receptor de calor 1. El tubo receptor de calor 1 comprende un tubo central 11 de acero inoxidable. El tubo central 11 comprende una superficie de tubo central 112 con al menos un recubrimiento absorbente de energía solar para absorber la radiación solar de la luz solar.

En el tubo central 11 se puede ubicar un fluido de transferencia de calor 111. El fluido de transferencia de calor 111 es un aceite térmico. Alternativamente, el fluido de transferencia de calor 111 es sal fundida.

El tubo envolvente 10 comprende una pared 101 del tubo envolvente de vidrio. Esta pared del tubo envolvente es transparente para la radiación solar. La pared 101 del tubo envolvente comprende una superficie interior 102 del tubo envolvente, la superficie exterior está recubierta por una capa AR (recubrimiento antirreflectante).

El tubo central 11 y el tubo envolvente 10 están dispuestos coaxialmente entre sí. La superficie 112 del tubo central y la superficie interior 102 del tubo envolvente están dispuestas cara a cara. Con esto resulta un espacio interior (3) de tubo receptor de calor que está limitado por la superficie 112 del tubo central y la superficie interior 102 del tubo envolvente.

El tubo central y el tubo envolvente están dispuestos coaxialmente entre sí de manera que se forma un espacio interno del tubo receptor de calor que está limitado por la superficie del tubo central y la superficie interna del tubo envolvente.

El tubo receptor de calor comprende al menos un dispositivo de adaptación de presión para adaptar una presión espacial del espacio interior del tubo receptor de calor y una presión ambiental de un entorno del tubo receptor de calor.

Primer modo de realización: El dispositivo de adaptación de presión comprende una abertura (orificio) que se perfora en la pared de fuelle (figura 2). La abertura comprende una dimensión de abertura 401 de aproximadamente 15 mm. La abertura está cubierta por un filtro de partículas 41. El filtro de partículas es un filtro de partículas cerámicas. En un

modo de realización alternativo, el filtro de partículas es un filtro de metal.

5 Segundo modo de realización: El dispositivo de adaptación de presión comprende una abertura que se perfora en un faldón que cubre (en parte) el fuelle y el tubo de vidrio envolvente (figura 3). Nuevamente, la abertura está cubierta por un filtro cerámico. Alternativamente, el filtro de partículas es un filtro de metal.

10 El colector solar se utiliza en una planta de energía solar térmica para convertir la energía solar en energía eléctrica. El fluido de transferencia de calor calentado se usa para producir vapor a través de un intercambiador de calor. El vapor acciona una turbina, que está conectada a un generador. El generador produce corriente.

15 El tubo receptor de calor 1 es parte de un colector solar (colector pasante parabólico) 1000. El colector solar 1000 comprende al menos un espejo parabólico 7 con una superficie reflectante de la luz solar 70. Por la superficie reflectante de radiación solar 70, la luz solar 2 se dirige a la línea focal 71 del espejo parabólico 7. La luz solar concentrada es absorbida por el tubo receptor de calor 1 (figura 4).

El tubo receptor de calor 1 está dispuesto en el lado de la radiación solar directa entrante 2.

20 El colector solar 1000 se utiliza en una planta de energía solar térmica para convertir la energía solar en energía eléctrica. El fluido de transferencia de calor calentado se usa para producir vapor a través de un intercambiador de calor. El vapor acciona una turbina, que está conectada a un generador. El generador produce corriente (energía eléctrica).

REIVINDICACIONES

1. Tubo receptor de calor (1) para absorber energía solar y para transferir energía solar absorbida a un fluido de transferencia de calor (111) que puede ubicarse dentro de al menos un tubo central (11) del tubo receptor de calor (1), en el que

- el tubo central (11) comprende una superficie de tubo central (112) con al menos un recubrimiento absorbente de energía solar (1121) para absorber radiación solar (2);

- el tubo central (11) está envuelto por al menos un tubo envolvente (10);

- el tubo envolvente (10) comprende al menos una pared del tubo envolvente (101) que es al menos parcialmente transparente para la radiación solar (2);

- la pared del tubo envolvente (101) comprende al menos una superficie interior (102) del tubo envolvente;

- el tubo central (11) y el tubo envolvente (10) están dispuestos coaxialmente entre sí de manera que se forma un espacio interior (3) del tubo receptor de calor que está limitado por la superficie del tubo central (112) y la superficie interior (102) del tubo envolvente;

- el tubo receptor de calor (1) comprende al menos un dispositivo de adaptación de dimensión (6) con una pared flexible (60) de dispositivo de adaptación para la compensación de un cambio inducido térmicamente de al menos una dimensión del tubo receptor de calor (1); y

- el dispositivo de adaptación de dimensión (6) comprende fuelles (61) y la pared flexible (60) del dispositivo de adaptación comprende una pared de fuelle (611);

caracterizado por que

- el tubo receptor de calor (1) comprende al menos un dispositivo de adaptación de presión (4) para adaptar una presión espacial del espacio interior (3) del tubo receptor de calor a una presión de atmósfera ambiental de una atmósfera ambiental (8) del tubo receptor de calor (1);

- el dispositivo de adaptación de presión (4) comprende al menos una abertura (40) para conectar el espacio interior del tubo receptor de calor (3) y el entorno (8) y

- la pared de fuelle (611) comprende el dispositivo de adaptación de presión (4).

2. Tubo receptor de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la presión espacial comprende una presión parcial de hidrógeno

3. Tubo receptor de calor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la abertura (40) comprende una dimensión de abertura (401) que se selecciona del intervalo entre 1 mm y 20 mm y preferentemente se selecciona del intervalo entre 2 mm y 10 mm.

4. Tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la pared del tubo envolvente (101) comprende vidrio.

5. Tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los fuelles (61) están dispuestos en un lado frontal (13) del tubo receptor de calor (1).

6. Tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el tubo envolvente (10) y el dispositivo de adaptación de dimensión (6) están cubiertos por al menos un faldón (103) del tubo receptor de calor con al menos una pared de faldón (1031) del tubo receptor de calor.

7. Tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la pared flexible (61) del dispositivo de adaptación y/o la pared de faldón (1031) del tubo receptor de calor comprenden al menos un metal.

8. Tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el dispositivo de adaptación de presión (4) comprende al menos un filtro de partículas (41) para evitar una infiltración de partículas del entorno (8) en el espacio interior (3) del tubo receptor de calor.

9. Tubo receptor de calor de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el filtro de partículas comprende al menos un material cerámico.

10. Procedimiento para fabricar un tubo receptor de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, con las

siguientes etapas:

- a) Proporcionar de al menos un tubo receptor de calor (1) con una pared de fuelle y
- 5 b) Disponer al menos un dispositivo de adaptación de presión (4) en el tubo receptor de calor (1) para adaptar una presión espacial del espacio interior del tubo receptor de calor (3) y una presión ambiental de un entorno (8) del tubo receptor de calor (1), en el que la disposición del dispositivo de adaptación de presión comprende una perforación de un orificio en la pared de fuelle.
- 10 **11.** Colector solar (1000) que comprende
 - al menos un espejo (7) que tiene una superficie de espejo reflectante de luz del sol (70) para dirigir la luz del sol a una línea focal (71) de la superficie del espejo reflectante de luz del sol (70); y
 - 15 - al menos un tubo receptor de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9 que está dispuesto en la línea focal (71) de la superficie de espejo reflectante de luz solar (70).
- 20 **12.** Colector solar de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el espejo (7) es un espejo parabólico o un espejo de Fresnel.
- 13.** Procedimiento para producir electricidad mediante el uso del colector solar de acuerdo con la reivindicación 11 o 12 en una planta de energía solar térmica para convertir energía solar en energía eléctrica, en el que se lleva a cabo una absorción de la energía solar con la ayuda del colector solar.

FIG 1

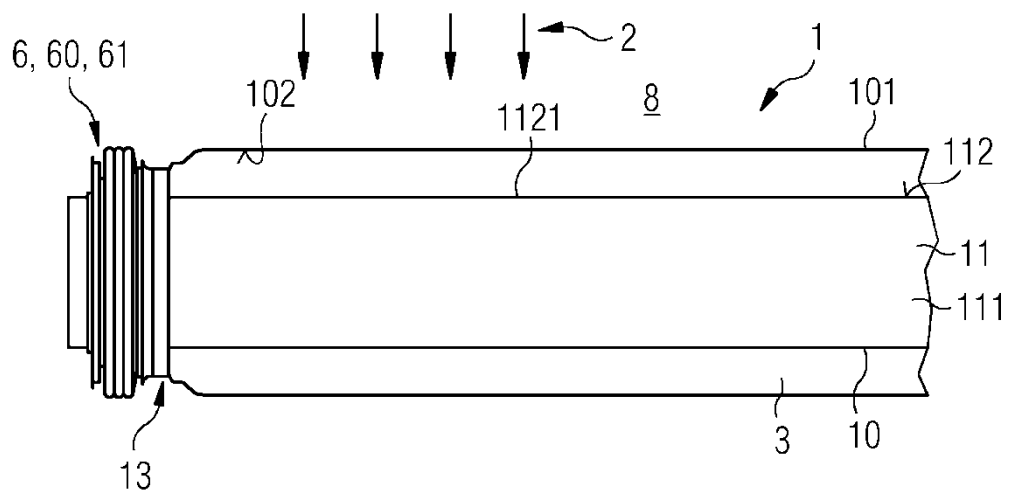


FIG 2

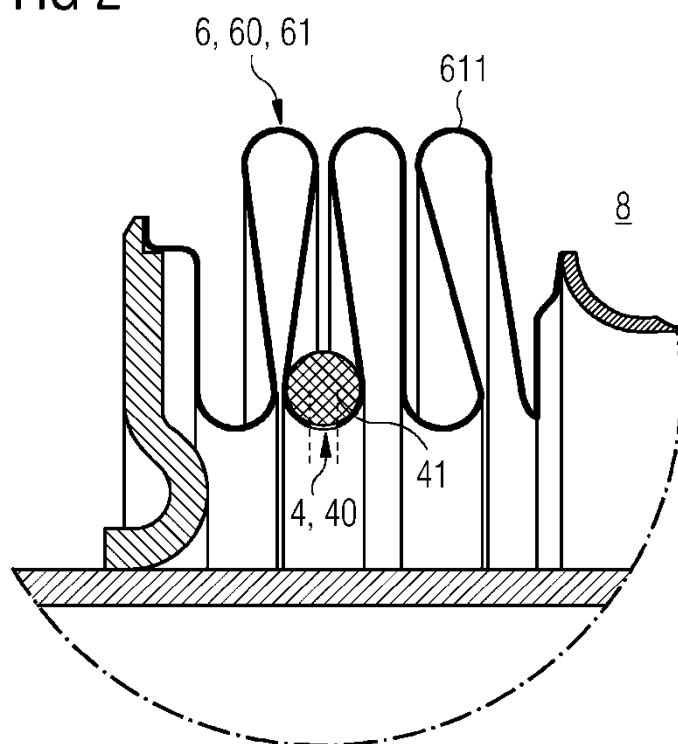


FIG 3

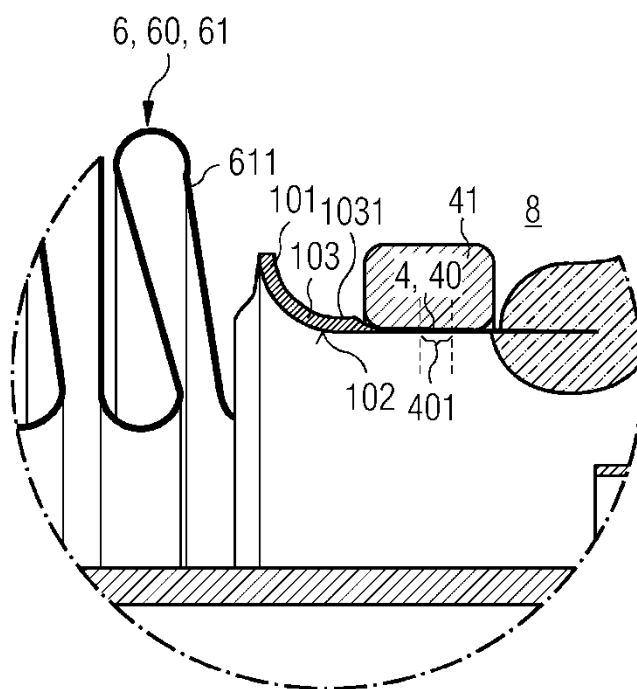


FIG 4

