

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 227**

51 Int. Cl.:

F24S 20/20 (2008.01)

F24S 10/70 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2015 PCT/EP2015/054638**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15172906**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2015 E 15707681 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018 EP 3143346**

54 Título: **Torre solar de concentración con receptor externo**

30 Prioridad:

14.05.2014 BE 201400358

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

31.07.2018

73 Titular/es:

**COCKERILL MAINTENANCE & INGÉNIÉRIE S.A.
(100.0%)
Avenue Grenier 1
4100 Seraing, BE**

72 Inventor/es:

DETHIER, ALFRED

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 677 227 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

Torre solar de concentración con receptor externo

Objeto de la invención

5 La presente invención se refiere al ámbito técnico de las centrales solares termodinámicas de concentración (en inglés CSP, para *Concentrating Solar Power Plant*) y más particularmente a las centrales solares de torre.

Estado de la técnica

En una central solar de concentración del tipo «de torre», la radiación solar es reflejada por una serie de espejos, llamados helióstatos, a un receptor solar central situado en una torre, que transfiere la energía de la radiación solar a un fluido caloportador que se calentará y que podrá ser utilizado para la producción de electricidad.

10 Los helióstatos están provistos de dos mecanismos de rotación que permiten seguir el sol y reenviar siempre el flujo solar hacia un punto dado, sea cual fuere la hora del día y la estación en curso.

El receptor solar está instalado en la cima de una torre con el fin de recibir la radiación solar de todos los helióstatos sin que un helióstato obstaculice la reflexión del flujo de un helióstato próximo.

15 El fluido caliente generado en el receptor solar puede por ejemplo ser vapor a alta presión y alta temperatura generado a partir de agua de alimentación. El vapor puede entonces ser utilizado directamente en una turbina de vapor que acciona un generador de electricidad.

El fluido caliente puede también ser una mezcla de sales que sirvan de fluido calorífico pudiendo almacenarse en el suelo en gran cantidad y utilizado paralelamente a la producción de vapor y la generación de energía eléctrica. Se puede desacoplar por este motivo la captación de energía solar y la producción de electricidad.

20 El receptor solar instalado en la cima de la torre puede ser del tipo de cavidad o externo. En el primer caso, las cavidades están provistas interiormente de paneles de tubos, que captan las radiaciones solares y el efecto de la cavidad es reducir las pérdidas por radiación. En el caso del tipo externo, los paneles de tubos que captan la radiación solar son instalados por fuera y alrededor de la torre. Las pérdidas son ligeramente superiores con relación al sistema de cavidades, pero es más fácil concentrar la radiación solar, siendo el flujo térmico medio claramente superior y reduciéndose la superficie de los paneles fuertemente para una misma potencia.

25 En la solución externa, los paneles planos están yuxtapuestos para formar un prisma recto de base poligonal regular. Según las potencias instaladas, la base poligonal puede tener un número variable de caras de 4 a 32 por ejemplo.

30 La práctica corriente es fijar cada uno de los paneles a una estructura fija. Cada uno de los paneles puede entonces dilatarse libremente bajo el efecto del aumento de la temperatura consecutiva a la captación de la energía solar.

35 El documento US 2012/312296 describe un calentador de agua solar que comprende un soporte de caldera que define un eje a lo largo de una dirección interior-exterior. Una barra de suspensión o biela vertical está montada de forma rotativa sobre el soporte de caldera. Un estribo está montado de forma rotativa sobre la barra de suspensión y un panel de calentador de agua solar está montado sobre el estribo. El panel de la caldera solar define un eje longitudinal que es sustancialmente perpendicular al eje del soporte de la caldera. La barra de suspensión conecta el soporte de la caldera con el estribo para soportar el peso del panel de la caldera solar a partir del soporte de la caldera. La barra de suspensión y el estribo están configurados y adaptados para mantener una orientación sustancialmente constante del estribo durante el movimiento hacia el interior y el exterior del estribo con relación al soporte de la caldera. En efecto, según una forma de realización representada, existen dos bielas verticales paralelas entre sí que forman con el soporte de caldera y el estribo un acople en forma de paralelogramo. Las bielas tienen una función de soporte del peso del panel. Este se deforma bajo el efecto de la dilatación o de la contracción térmica del panel solar, pero el desplazamiento hacia lo alto del estribo bajo el efecto de la rotación de las bielas es desdéniable. Sucede que el panel solar se desplaza prácticamente de forma paralela al mismo. Los paneles solares no están conectados entre sí. Las fuerzas del viento son contrarrestadas por un amortiguador que conecta el estribo con la estructura. No se menciona que los paneles solares puedan estar conectados entre sí.

40 El documento EP 1 243 872 describe un colector solar con una pluralidad de cuerpos absorbentes que absorben la radiación solar. Estos cuerpos absorbentes son porosos y permiten el paso de aire aspirado. La estructura portadora de los receptores solares está formada por módulos que presentan una pared delantera, una pared trasera, paredes laterales así como una cavidad. Los tubos atraviesan cada módulo, conduciendo estos tubos el aire caliente a un colector. El aire fresco circula a contracorriente a través de entradas de aire fresco en la cavidad. El aire fresco circula alrededor de los cuerpos absorbentes. En virtud de su refrigeración, los módulos pueden ser de acero, sin correr el riesgo de sobrecalentamiento. El receptor solar es estable y no necesita dispositivo de tope en el recinto de

aire caliente. Los diferentes módulos están montados de forma adyacente con elementos de conexión con el fin de poder soportar sin tensión la dilatación térmica. También, los lados adyacentes de los módulos no se tocan en la totalidad de su superficie y espacios en forma de ángulo están previstos a este efecto. Además, los diferentes módulos montados verticalmente están conectados por su parte superior a la pared interna por una conexión articulada, lo cual permite la dilatación en la dirección vertical.

El documento WO 2013/019670 describe un receptor solar modular, con múltiples paneles de tubos en una configuración rectangular, cuadrada, poligonal o circular y concebido para una utilización con sal fundida u otro fluido de transferencia de calor. El fluido de transferencia de calor fluye según una trayectoria vertical en serpentín a través de los laterales (caras) del receptor solar. El receptor solar puede ser ensamblado en almacén y puede ser utilizado con una torre de soporte para formar un sistema de alimentación solar.

El documento WO 2010/048578 describe un intercambiador de calor de receptor solar montado en almacén con una disposición de superficies de transferencia de calor y un separador vertical vapor/agua interconectado estructuralmente y a nivel de los fluidos con éste. Una estructura de soporte vertical está prevista para sostener el separador vertical y las superficies de transferencia de calor. La estructura de soporte vertical es sostenida por la parte baja, mientras que el separador vertical vapor/agua y las superficies de transferencia de calor del intercambiador de calor son sostenidas por la parte alta a partir de la estructura de soporte vertical. La estructura de soporte vertical proporciona un soporte estructural y una rigidez para el intercambiador de calor y un medio mediante el cual el intercambiador de calor puede ser cogido y levantado para ser colocado en un lugar deseado.

En estas dos últimas instalaciones, las nervaduras o vigas de refuerzo horizontales están fijadas a los paneles de tubos solares. Todos los paneles están sujetos por la parte alta y suspendidos de la estructura de soporte interna al receptor. Cada panel de tubos comprende dos placas de interconexión. Cada placa está conectada por medio de dos barras pivotantes en sus extremos por medio de pasadores a una pata que está fijada a un soporte de flexión así mismo fijado por medio del acero estructural a las columnas que comprenden la estructura de soporte vertical del receptor. Las barras pivotantes permiten una cierta rotación de los paneles solares y por consiguiente permiten recuperar la dilatación térmica media de los paneles soportados. Este sistema proporciona una estabilidad horizontal a los paneles de tubos permitiendo a los tubos una extensión vertical libre e independiente, con reducción de las tensiones sobre los tubos. Aquí también, los paneles de tubos adyacentes, en cada superficie y en cada nivel (alto/bajo) se separan lateralmente (horizontalmente) los unos de los otros, lo cual permite una dilatación diferencial de los paneles de tubos, sin tensiones.

El documento EP 0 106 688 describe un receptor para recibir la energía de radiación solar, caracterizado por una pluralidad de paneles de tubos generadores de vapor aptos para recibir un flujo de líquido a calentar y para producir vapor, y una pluralidad de paneles de tubos de sobrecalentamiento aptos para recibir un flujo de vapor a sobrecalentar, estando los paneles de los tubos generadores de vapor y los paneles de tubos de sobrecalentamiento dispuestos en una relación lado con lado para recibir la energía de radiación solar, e intercalándose los paneles de tubos de sobrecalentamiento con los paneles de los tubos generadores de vapor según una secuencia de al menos doce paneles de tal forma que cada secuencia de cuatro paneles entre al menos doce paneles comprenda al menos un panel de tubos de sobrecalentamiento y al menos un panel de tubos generadores de vapor. El problema proviene aquí del hecho de que los paneles de tubos sobrecalentadores experimentan una dilatación longitudinal mucho más importante que los paneles de tubos generadores de vapor. De forma similar al caso precedente, los paneles de tubos sobrecalentadores están conectados por bielas con nervaduras de refuerzo horizontales. Este sistema permite el movimiento vertical de los paneles de tubos sobrecalentadores con relación a las nervaduras horizontales y por consiguiente con relación a los paneles de tubos generadores de vapor.

El estado de la técnica no resuelve el problema de la dilatación térmica en un receptor solar externo donde los paneles constituyen un prisma de sección poligonal, es decir donde los paneles adyacentes están conectados entre sí lateralmente.

Fines de la invención

La presente invención trata de proporcionar una solución que permita recuperar la dilatación lateral de los paneles en un receptor externo prismático recto de sección poligonal regular, cuando los paneles están conectados entre sí dos a dos por un lado adyacente.

Principales elementos característicos de la invención

Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un receptor solar externo cilíndrico o prismático recto, de sección poligonal regular, para central solar termodinámica de concentración de tipo torre y campo de helióstatos, que comprende una estructura interna y una pluralidad de paneles con tubos intercambiadores de calor que contienen un fluido caloportador apto para la absorción de la energía de la radiación solar, constituyendo, los indicados paneles, una porción de superficie cilíndrica o una superficie prismática vertical de dicho receptor solar según el caso, estando dispuestos verticalmente y conectados dos a dos por una conexión articulada a lo largo de un lado adyacente, caracterizado por que cada panel con tubos intercambiadores de calor está conectado con al

menos un elemento de soporte interior, de eje sustancialmente perpendicular al panel, estando este elemento de soporte interior por otro lado conectado de forma rotativa con un elemento de soporte perteneciente a la estructura interna anteriormente citada por medio de al menos dos bielas paralelas, sustancialmente horizontales, articuladas respectivamente a nivel de un primer extremo sobre el elemento de soporte interior y a nivel de un segundo extremo sobre el elemento de soporte de la estructura interna respectivamente, de forma tal que, bajo el efecto de la dilatación o de la contracción térmica de los paneles con tubos intercambiadores, cada uno de estos últimos se desplaza sustancialmente paralelamente al mismo y sin deformación de su superficie, y de forma tal que la sección poligonal o circular o receptor experimente entonces una transformación homotética.

Según modos de realización preferidos de la invención, el receptor solar externo comprende además al menos una de las características siguientes:

- el elemento de soporte interior comprende un vástago, una placa o un estribo;
- el fluido caloportador comprende agua líquida y/o en forma de vapor;
- el fluido caloportador comprende una mezcla de sales fundidas.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a una central solar termodinámica de concentración, del tipo de torre, que comprende un receptor solar externo como se ha descrito anteriormente.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 representa una vista esquemática en planta de un receptor solar externo de sección hexagonal, montado sobre una torre solar de concentración según la presente invención.

La figura 2 representa una vista en perspectiva de un ejemplo de torre solar de concentración que comprende un receptor solar externo de 16 caras según la presente invención.

La figura 3 representa una vista de detalle de la torre solar de la figura 2, que muestra las características de la invención.

Descripción de una forma de realización preferida de la invención

La solución propuesta en el marco de la presente invención consiste en:

- conectar todos los paneles entre sí y
- obligar a cada panel a desplazarse paralelamente al mismo, gracias a un sistema de bielas, es decir de vástagos articulados en cada uno de sus dos extremos.

El prisma de sección poligonal puede así dilatarse de forma completamente libre bajo el efecto del aumento de la temperatura y a la inversa contraerse libremente si la temperatura disminuye. Las bielas permiten recuperar las fuerzas del viento o de seísmo eventual, manteniendo la forma del prisma.

La figura 1 representa esquemáticamente un receptor externo 1 para central solar de torre 8, en forma de un prisma recto regular de seis caras 2 que hacen las veces de paneles absorbentes, o de sección hexagonal, en el caso que nos ocupa para las necesidades de la ilustración, sin que el número de caras sea limitativo. Los paneles 2 están conectados entre sí dos a dos mediante una conexión articulada 3 y cada panel 2 puede moverse paralelamente al mismo gracias a un elemento de fijación 4 perpendicular al panel 2. El elemento de fijación 4, que se presenta por ejemplo en forma de vástago, de placa o de estribo, es solidario de dos bielas 5, 6 paralelas entre sí y articuladas por una parte con una estructura de soporte fija o armazón 7, interno a la torre 8 y por otra parte al elemento de fijación 4.

Las bielas 5, 6 sustancialmente horizontales y paralelas entre sí están conectadas con un panel 2 y obligan a éste a desplazarse casi paralelamente al mismo, sobre un círculo de radio igual a la longitud de la biela. Pero los desplazamientos debidos a la dilatación térmica de los paneles son pequeños, respecto a la anchura de los paneles, del orden del 1 al 1,5%. Se puede así decir que cada panel se desplaza paralelamente así mismo en una dirección normal al mismo. Las bielas 5, 6, por su posición horizontal, no tienen función de soporte del peso del panel solar como en el documento US 2012/312296.

La fuerza del viento que actúa sobre uno o varios paneles 2 se distribuye por el conjunto de bielas 5, 6, según una distribución matemática definida.

La figura 2 muestra un ejemplo realista de un receptor con sales fundidas para central solar de torre, en forma de un prisma poligonal regular de 16 caras, de diámetro igual a 18 m. La altura de los paneles es de 18,4 m. Un conjunto de bielas y conexiones está instalado en la parte baja de los paneles y en la parte alta, recuperando el conjunto de paneles. La potencia captada es de 700 MW.

Símbolos de referencia

- 1 receptor externo
- 2 panel absorbente
- 3 conexión articulada
- 5 4 fijación de panel
- 5 5 biela
- 6 6 biela
- 7 7 armazón
- 8 8 torre solar

10

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Receptor solar externo cilíndrico o prismático recto, de sección poligonal regular (1), para central solar termodinámica de concentración de tipo torre (8) y campo de helióstatos, que comprende una estructura interna y una pluralidad de paneles (2) con tubos intercambiadores de calor que contienen un fluido caloportador apto para la absorción de la energía de la radiación solar, constituyendo los indicados paneles (2), una porción de superficie cilíndrica o una superficie prismática vertical de dicho receptor solar según el caso, estando dispuestos verticalmente, donde cada panel (2) de tubos intercambiadores de calor está conectado con al menos un elemento de soporte interior (4), de eje sustancialmente perpendicular al panel (2), estando este elemento de soporte interior (4) por otro lado conectado de forma rotativa con un elemento de soporte (7) perteneciente a la estructura interna
- 10 anteriormente citada por medio de al menos dos bielas paralelas (5, 6) articuladas respectivamente a nivel de un primer extremo sobre el elemento de soporte interior (4) y a nivel de un segundo extremo sobre el elemento de soporte (7) de la estructura interna respectivamente, caracterizado por que los indicados paneles (2) están conectados dos a dos mediante una conexión articulada a lo largo de un lado vertical adyacente y las bielas (5, 6)
- 15 son sustancialmente horizontales, de forma tal que, bajo el efecto de la dilatación o de la contracción térmica de los paneles (2) con tubos intercambiadores, cada uno de estos últimos se desplace sustancialmente paralelamente al mismo y sin deformación de su superficie, y de forma tal que la sección poligonal o circular del receptor (1) experimente entonces una transformación homotética.
- 20 **2.** Receptor solar externo según la reivindicación 1, caracterizado por que el elemento de soporte interior (4) comprende un vástago, una placa o un estribo.
- 25 **3.** Receptor solar externo según la reivindicación 1, caracterizado por que el fluido caloportador comprende agua líquida y/o en forma de vapor.
- 4.** Receptor solar externo según la reivindicación 1, caracterizado por que el fluido caloportador comprende una mezcla de sus sales fundidas.
- 5.** Central solar termodinámica de concentración, del tipo de torre (8), que comprende un receptor solar externo (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

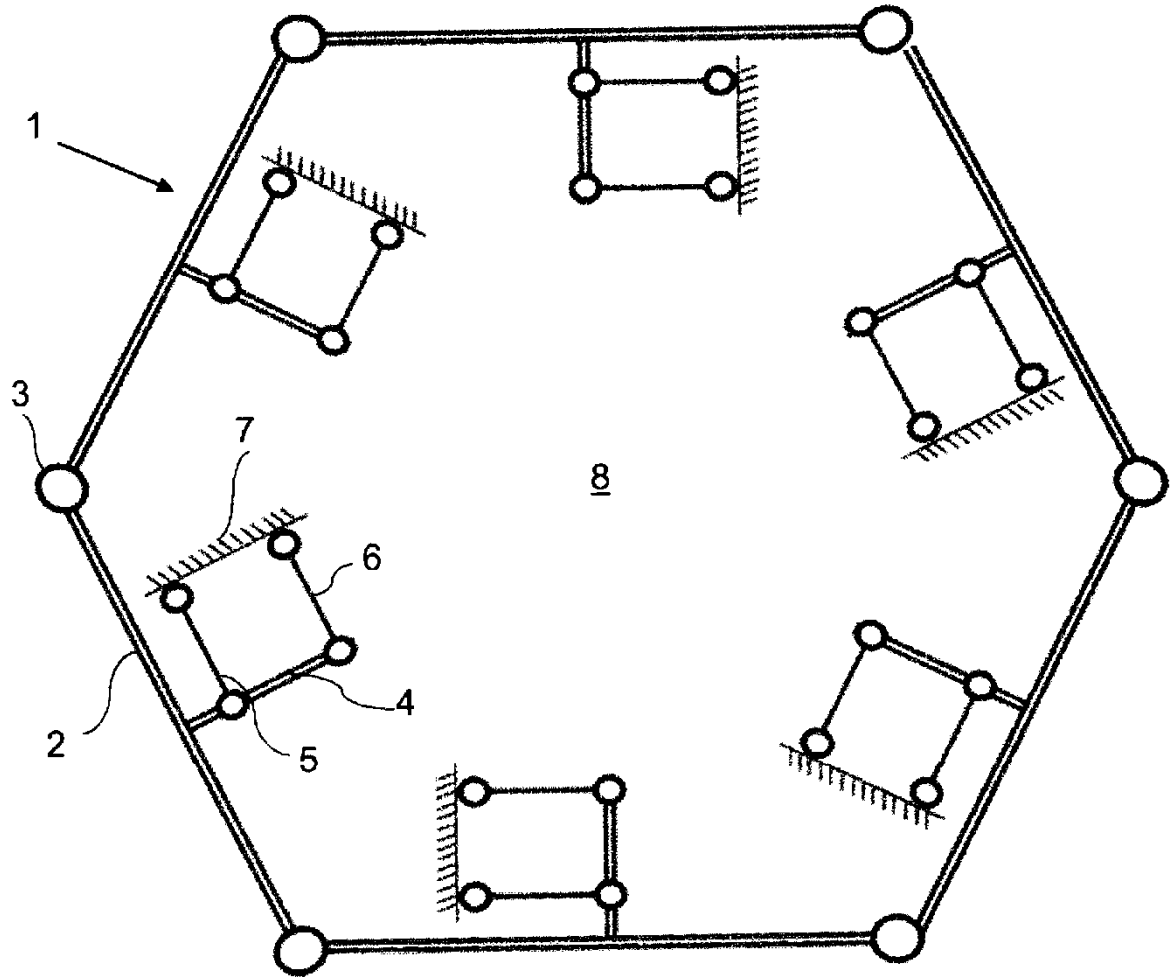


FIG. 1

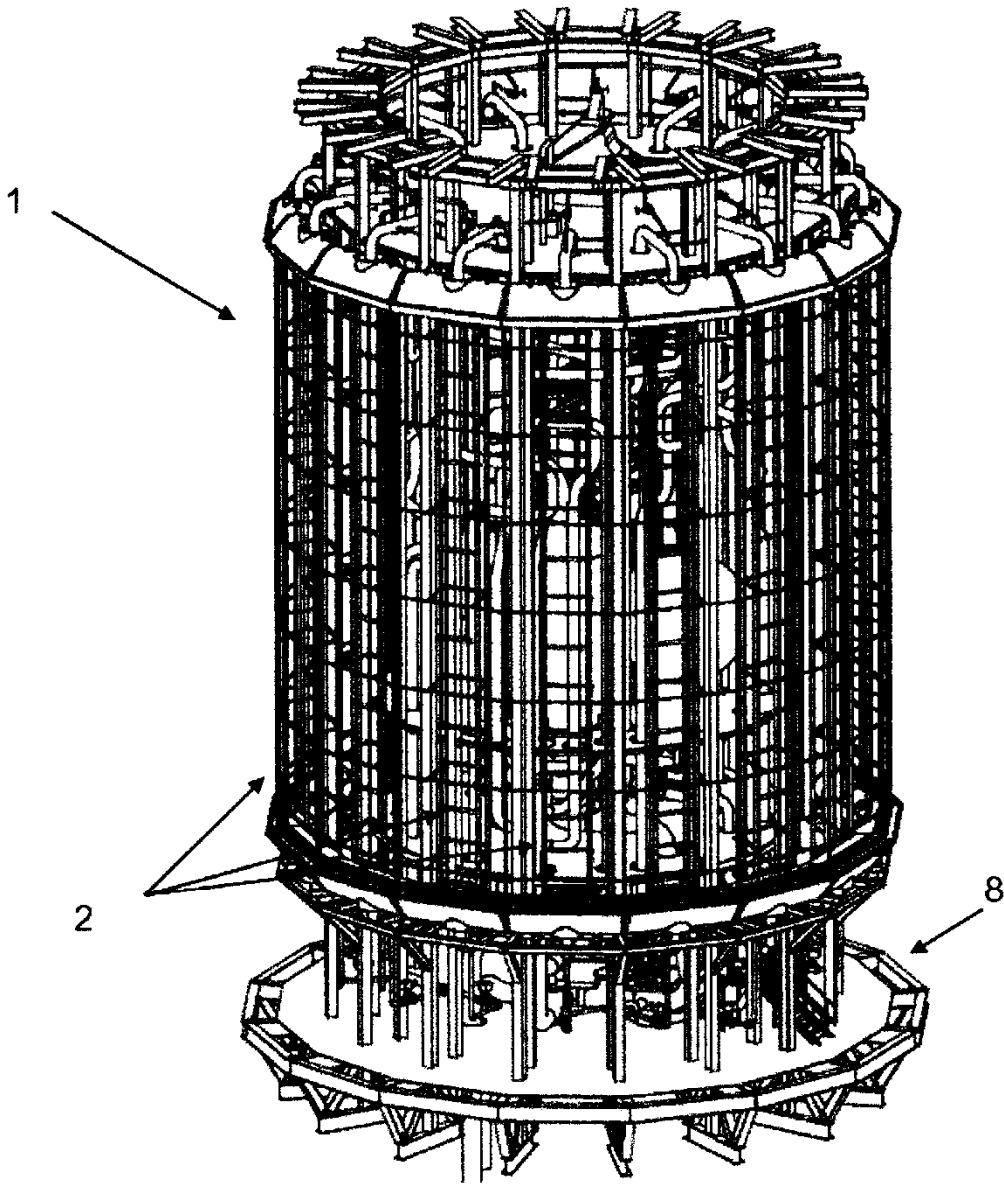


FIG. 2

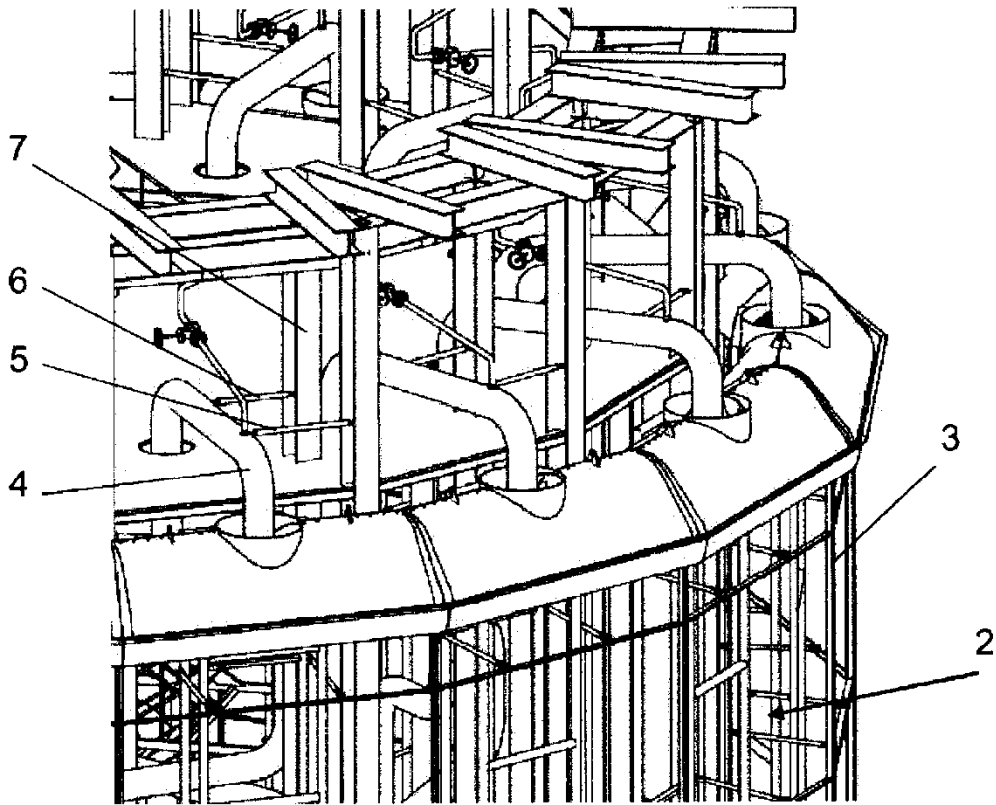


FIG. 3