

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 281**

51 Int. Cl.:

F22B 1/00 (2006.01)

F24S 10/00 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2011 PCT/EP2011/059725**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2011 WO11154537**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2011 E 11726390 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.04.2018 EP 2580535**

54 Título: **Receptor solar modular y central solar que consta al menos un receptor de este tipo**

30 Prioridad:

11.06.2010 FR 1054658

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

28.06.2018

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (50.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR y
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**PRA, FRANCK;
COUTURIER, RAPHAËL;
FERRIERE, ALAIN y
TOCHON, PATRICE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 674 281 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

Receptor solar modular y central solar que consta al menos un receptor de este tipo

5 Campo técnico y técnica anterior

La presente invención se refiere a un receptor solar y a una central solar de concentración que consta, al menos, de tal receptor, más particularmente, a una central solar de torre.

10 La tecnología solar térmica de concentración consiste en utilizar la radiación solar para calentar un fluido refrigerante que sirve de fuente caliente en un ciclo termodinámico. La concentración permite alcanzar temperaturas más o menos elevadas y, de este modo, beneficiarse de los rendimientos de conversión termodinámicos más o menos importantes.

15 Normalmente, existen cuatro familias de sistemas solares de concentración (*Concentrating Solar Power* (CSP) en inglés), los colectores cilindroparabólicos de enfoque lineal, los concentradores lineales de Fresnel, los sistemas de torre de receptor central y las parábolas con enfoque móvil.

20 Una central solar de torre consta, en particular, de un receptor solar que recibe la radiación solar transmitida por unos espejos llamados helióstatos. El receptor solar es el sitio de la conversión de la radiación solar en calor sensible. Forma un intercambiador térmico en el que el aporte de calor se efectúa exclusivamente en forma de radiación absorbida por una pared, después difundida por conducción en la estructura interna del intercambiador. El fluido de transferencia o refrigerante circula en la estructura interna y se calienta por intercambio conductor.

25 Un receptor consta, en particular, de un absorbente en el que circula el fluido que se calentará. De manera frecuente, una estructura de absorbente consta de una pluralidad de tubos yuxtapuestos en los que circula el fluido de transferencia, recibiendo una porción de la superficie de estos tubos la radiación solar. Esta técnica está particularmente adaptada en el caso donde el fluido de transferencia es un líquido, tal como agua líquida, aceite o sales fundidas. Por otro lado, en el caso de gases, tales como vapor de agua o aire, el coeficiente de intercambio en las caídas de la pared, la iluminación de una cara de los tubos por los flujos solares elevada conlleva una diferencia de temperatura importante entre la cara iluminada y la cara trasera, de ahí unas deformaciones que pueden conducir a la ruptura de los tubos.

30 Además, el receptor solar se somete a condiciones de funcionamiento muy duras. De hecho, se somete a una temperatura de servicio elevada, a gradientes térmicos a través de la estructura interna ligada a la transferencia conductora de un flujo de calor elevado y, a variaciones rápidas de temperatura de grandes amplitudes, en particular, durante los pasos nublados.

35 En consecuencia, sufre dilataciones. Sin embargo, éstas pueden llegar a ser muy restrictivas en el caso del receptor formado por una única placa de grandes dimensiones.

40 Además, en el caso de un receptor de gran dimensión, éste no conoce una iluminación homogénea en toda su superficie, de hecho, existen zonas con gran flujo que conocen un gran calentamiento y zonas de bajo flujo que conocen un calentamiento reducido. En consecuencia, el fluido que circula en el receptor no sufre un calentamiento homogéneo. Por lo tanto, existe una aparición de dilataciones diferenciales que pueden ser dañinas para la estructura del receptor. Por otra parte, el uso del receptor no es óptimo. El documento JP 2005 195 196 describe un receptor solar de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Como consecuencia de esto, un objetivo de la presente invención es ofrecer un receptor solar relativamente robusto a la dilatación. También es un objetivo adicional ofrecer un receptor solar en el que el calentamiento del fluido se optimiza.

50 Descripción de la invención

El objetivo indicado anteriormente se alcanza mediante un receptor solar compuesto por una pluralidad de módulos absorbentes que consta cada uno de su propio circuito de fluidos. Los módulos forman, entonces, un pavimento que permite una dilatación libre de cada uno de los módulos. Dado que los módulos absorbentes presentan una superficie reducida con respecto a un absorbente de la técnica anterior, la superficie de cada módulo se somete a un flujo más homogéneo. Los circuitos de los módulos e interconectan entre sí.

60 De manera particularmente ventajosa, es posible adaptar la alimentación de fluido de los módulos en función del flujo que reciben. En el caso de un módulo situado en una zona con gran flujo, se podrá alimentar de un fluido frío y, en el caso de un módulo situado en una zona de bajo flujo, se podrá alimentar el módulo con el fluido precalentado en el módulo situado en la zona de gran flujo. La temperatura de todo el receptor, por lo tanto, es homogénea y, las sollicitaciones termomecánicas se reducen.

65 Más generalmente, gracias a la realización modular, cualquier tipo de circuito de fluidos puede contemplarse de acuerdo con las necesidades y/o condiciones de funcionamiento.

Por otra parte, esta concepción modular permite una distribución facilitada, ya que es suficiente con reemplazar el módulo defectuoso y no todo el receptor. El cambio de un módulo es rápido y una detención completa de la central solar puede acortarse. Además, se puede contemplar tener algunos módulos en stock para efectuar las reparaciones, mientras que es inconcebible disponer de un receptor completo de manera previa.

5 De manera ventajosa, las conexiones de fluidos se realizan en la cara posterior de los módulos, es decir, en una zona "fría" del módulo. Además, debido a que las sollicitaciones termomecánicas se reducen, esta conexión permite optimizar la superficie útil de los módulos, evitando una pérdida de superficie por la presencia de conexiones en las zonas expuestas al flujo.

10 Por ejemplo, la pluralidad de elementos absorbentes unitarios del receptor solar según la presente invención se distribuye en varios grupos, por lo tanto, los elementos absorbentes de un grupo se alimentan por un distribuidor de fluido y forman un piso y, los otros grupos que forman cada uno un piso, se alimentan en serie. Entonces, se puede adaptar la superficie de cada piso a la distribución de flujo solar proporcionado por el campo de espejos.

15 Ventajosamente, el receptor solar según la invención puede componerse de varios pisos de módulos absorbentes conectados en serie, constituyéndose cada piso de módulos conectados en paralelos.

La presente invención tiene, por lo tanto, por objeto un receptor solar para central térmica que consta de una pluralidad de módulos absorbentes, constanding cada módulo absorbente al menos de una cara destinada a iluminarse por un flujo solar, en el que los módulos se disponen lado a lado formando un pavimento, proporcionándose un juego suficiente entre los módulos absorbentes adyacentes para evitar un contacto entre los módulos absorbentes en caso de dilatación, constanding cada módulo absorbente, además, de su propio circuito de fluidos en el que se destina a circular un fluido destinado a calentarse por el flujo solar, conectándose los circuitos de fluidos de los módulos absorbentes entre sí. Muy preferentemente, la red de fluidos de cada módulo absorbente

20 consta de tubos sustancialmente paralelos a la cara, constanding cada uno de una entrada de alimentación y de una salida de evacuación del fluido, desembocando dichas entradas y salidas en una cara del módulo absorbente opuesta a la cara destinada a iluminarse y, los circuitos de fluidos de los módulos absorbentes se conectan entre sí de tal manera que el fluido circula al menos entre un primer absorbente y un segundo absorbente.

30 De manera ventajosa, los módulos absorbentes se orientan los unos en relación con los otros para que el gradiente de flujo solar sobre cada módulo absorbente se limite. Por ejemplo, los módulos absorbentes se orientan para delimitar zonas concéntricas partiendo de una zona central del receptor.

El receptor según la invención puede constar de unos conectores de alimentación y de unos conectores de evacuación conectados a las entradas y salidas de los módulos absorbentes, siendo al menos los conectores de alimentación libres de dilatación.

35

Los tubos se sumergen ventajosamente en una matriz con un coeficiente de conductividad térmica elevado.

40 Preferentemente, los módulos absorbentes se conectan en serie al menos en grupos de dos, conectándose los grupos en paralelo.

Los módulos absorbentes pueden distribuirse al menos en un primer y en un segundo grupo, formando el primer grupo una zona central del receptor y rodeando el segundo grupo el primer grupo y formando una zona periférica del receptor, estando los módulos absorbentes de cada grupo conectados en paralelo y, estando los dos grupos conectados en serie.

45

La presente invención también tiene por objeto una central térmica que consta de al menos un receptor según la presente invención, de una alimentación de fluido y de unos medios de recogida de fluido calentado.

50

En un ejemplo de realización, el primer grupo se conecta a la entrada de una alimentación de fluido frío y el segundo grupo se conecta a la salida de un sistema que utiliza el fluido calentado por el receptor.

55 En otro ejemplo de realización, el segundo grupo se conecta a la entrada de una alimentación de fluido frío y el primer grupo se conecta a la salida de un sistema que utiliza el fluido calentado por el receptor. Los módulos del segundo grupo pueden, entonces, presentar propiedades de retención de temperatura inferiores a las del primer grupo.

La central térmica según la invención puede constar de una torre sobre la que se monta el receptor y al menos un heliostato orientado hacia el receptor.

60

El fluido puede ser un gas, por ejemplo, aire y, el sistema que usa el gas calentado es una turbina de gas.

Breve descripción de los dibujos

65 La presente invención se entenderá mejor con ayuda de la descripción que sigue y de los dibujos adjuntos en los

que:

- la figura 1 es una representación esquemática del mapa de flujo solar en un ejemplo de realización de un receptor modular según la presente invención,
- 5 - la figura 2 es una representación esquemática de otro ejemplo de realización de un receptor modular según la presente invención,
- las figuras 3A y 3B son vistas en perspectiva esquemáticas de la cara frontal y de la cara posterior, respectivamente, de un ejemplo de realización del receptor modular de la figura 2,
- la figura 4 es una representación esquemática de otro ejemplo de realización de un receptor modular según la
10 presente invención,
- la figura 5 es una representación esquemática de un módulo absorbente particularmente adaptado a la realización de un receptor modular según la invención,
- la figura 6 es una vista en perspectiva de una realización práctica de un módulo adaptado a la realización de un receptor modular según la invención,
- 15 - la figura 7 es una representación gráfica de la evolución de la temperatura en °C del fluido y de la pared del módulo destinada a iluminarse en el caso donde el fluido frío alimenta los módulos situados en una zona de gran flujo y, los módulos situados en una zona de bajo flujo se alimentan por el fluido que sale de los módulos situados en la zona de gran flujo,
- la figura 8 es una representación esquemática de una central solar según la presente invención,
- 20 - las figuras 9, 10 y 11 son representaciones esquemáticas de diferentes modos de conexión entre módulos de un receptor según la presente invención.

Exposición detallada de los modos de realización particulares

25 En la figura 1, se puede ver un ejemplo de realización de un receptor modular R1 según la presente invención que consta de una pluralidad de módulos M dispuestos lado a lado para formar un pavimento sustancialmente continuo. Se prevé un juego j entre los bordes de dos módulos adyacentes con el fin de permitir una libre dilatación de cada uno de los módulos sin riesgos de contacto y de deterioro.

30 El juego j depende de los materiales constitutivos de los módulos, más particularmente, de sus coeficientes de dilatación. El juego j no es necesariamente idéntico entre todos los módulos, lo que permite ser, por ejemplo, el caso si todos los módulos no se realizan del mismo material.

El juego puede estar comprendido, por ejemplo, entre 1 y 15 mm, por ejemplo, del orden de 7 mm.

35 Por ejemplo, en el caso donde los módulos se realizan de acero inoxidable o aleación de base de níquel, se puede prever un juego del orden de 7 mm que corresponde a la dilatación. El juego entre los módulos se puede calcular por el experto en la materia con sus conocimientos generales.

40 En el ejemplo representado, el pavimento tiene forma cuadrada.

Además, según la presente invención, cada módulo consta de su propio circuito de fluidos visible en la figura 3B y esquematizado por las flechas 4 en la figura 2 del otro ejemplo de realización, permitiendo una gran libertad en la
45 realización de un circuito de fluidos.

En el ejemplo representado, el receptor R1 consta 18 de los módulos M.

Los módulos M, en el ejemplo representado, son de formas rectangulares y permiten, al menos, una cara plana 6
50 destinada a iluminarse por el flujo solar.

En la figura 1, se superpone de manera esquemática al receptor R1 el mapa del flujo solar concentrado característico de una central de torre. Este mapa consta de las zonas sustancialmente concéntricas, la zona más oscura es la que recibe el flujo solar máximo y, la zona más clara es la que recibe el flujo solar mínimo.

55 La zona que recibe el flujo máximo se sitúa en el centro del mapa y se designa con la letra I y, la zona que recibe el mínimo flujo es la zona situada más al exterior y se designa con VII, las zonas intermedias se designan II a VI.

Los helióstatos de la central solar se orientan para que la zona I recubra una zona central del receptor.

60 Los módulos M, por lo tanto, se orientan preferentemente para que se encuentren el mínimo número de zonas I a VII con el fin de que se sometan a un flujo poco variante. Por ejemplo, los módulos centrales M1 se sitúan principalmente en la zona I y menos en la zona II. Preferentemente, la orientación de los módulos es tal que al menos la mayoría de los módulos no se iluminan por las seis zonas I a VII.

65 De este modo, gracias a la realización modular según la invención, los módulos reciben flujos de intensidad cercanos y no a la vez el flujo máximo y el flujo mínimo.

En una variante, los dos módulos centrales M1 podrían orientarse para que su longitud se extienda en paralelo al eje Y u ofrezca n funcionamiento idéntico a la disposición de la figura 1.

5 En la siguiente descripción distinguiremos las zonas en dos categorías, las zonas de gran flujo y las zonas de bajo flujo.

10 También se entiende que cuando mayor es el número de módulos y, de hecho, cuanto más se reduce su superficie, más se reduce la falta de homogeneidad de flujo en la superficie de cada módulo. Se aumenta entonces la precisión de los límites entre las regiones definidas por los módulos y se puede, de este modo, acercar a la forma de las zonas de flujo diferentes.

También se puede prever tener módulos de formas diferentes en un mismo receptor con el fin de mejorar aún más la precisión.

15 Sin embargo, por razones económicas y de realizaciones prácticas, puesto que cada módulo tiene su propia conexión de fluidos, se selecciona en general limitar el número de módulos y, por lo tanto, tener una cierta falta de homogeneidad del flujo sobre ciertos o todos los módulos. Además, generalmente es más económico disponer de un módulo estándar en lugar de varios módulos e, incluso si el funcionamiento del receptor no es óptimo.

20 Por ejemplo, los módulos se colocan sobre un bastidor de soporte provisto de cantidades transversales para llevar la carga de cada uno de los módulos. Los módulos, preferentemente, no están unidos al soporte para limitar los problemas de diferencia de dilatación térmica entre el material de los módulos y el del bastidor de soporte. Por ejemplo, los módulos se colocan sobre el soporte y, los tubos de alimentación de fluido y de evacuación del fluido aseguran la flexibilidad del sistema.

25 Preferentemente, los tubos se aíslan para reducir las pérdidas térmicas al nivel de las conexiones entre los módulos. El aislamiento es de tipo conocido por el experto en la materia.

Por ejemplo, cada módulo consta de un manto de tubos paralelos a su cara iluminada y paralelos entre sí.

30 Por lo tanto, se puede prever alimentar de manera específica cada módulo en función del flujo solar que lo ilumine.

35 El fluido que circula en los módulos y entra en los módulos es un fluido a presión, por ejemplo, al menos superior a 500 kPa (5 bar), permitiendo esta circulación a presión controlar la distribución de fluidos a través de su curso contenido en los tubos interconectados.

Por ejemplo, se puede prever alimentar de fluido frío los módulos situados en las zonas de gran flujo y, alimentar los módulos situados en las zonas de bajo flujo con el fluido que sale de las zonas de gran flujo.

40 De este modo, por ejemplo, los módulos situados en las zonas de gran flujo se conectan en paralelo a una fuente de fluido frío y, se conectan en serie con los módulos situados en las zonas de bajo flujo.

En las figuras 2, 3A y 3B, se puede ver otro ejemplo de realización de un receptor modular R2 según la presente invención.

45 En la figura 3A, se puede ver el receptor en el lado de su cara destinada a recibir el flujo solar y, en la figura 3B, se puede ver el receptor en el lado de las conexiones de fluidos entre los módulos del receptor en la cara posterior del receptor.

50 Como se constata en la figura 1 que representa el mapa de los flujos que se aplica también al receptor R2, la zona de gran flujo se sitúa en el centro y la zona de bajo flujo se sitúa en el exterior. El receptor R2 presenta una distribución simplificada en relación con la del receptor de la figura 1.

55 El receptor R2 consta en total de 18 módulos, ocho módulos M1 se sitúan en el centro de la zona de gran flujo y diez módulos M2 se sitúan en el exterior que rodea los módulos M1 en la zona de bajo flujo. Se puede, entonces, prever que los ocho módulos M1 se conecten en paralelo y se conecten en serie con los diez módulos M2. En el ejemplo representado, la alimentación de los módulos M1 se hace en el centro del receptor.

60 La distribución de los módulos del receptor R2 permite reproducir la distribución del flujo solar sobre el receptor. Esta distribución permite mejorar de manera sustancial el funcionamiento del receptor en relación con el de los receptores de la técnica anterior.

En la figura 3B, se puede ver un ejemplo de circuito de fluidos de conexión entre los módulos del receptor R2.

65 El circuito de fluidos consta de un conducto de alimentación 16 de los módulos M1, alimentándose estos en paralelo, saliendo dos conductos de recogida 18.1 y 18.2 del fluido calentado de los módulos M1. Cada conducto de recogida

18.1, 18.2 recoge el fluido calentado de cuatro módulos M1 y lo redistribuye en cuatro módulos M2 en paralelo por subconductos 20.

5 El fluido a la salida de los módulos M2 se recoge por dos conductos 22.1, 22.2, conectados en ellos por un conducto principal 24 que reagrupa todo el fluido calentado que sale del receptor. Este conducto principal 24 se conecta, por ejemplo, a una zona de almacenamiento del fluido calentado en vista de su uso.

10 En las figuras 9, 10 y 11, se pueden ver ejemplos de conexión entre los módulos M1 situados en una zona de gran flujo y los módulos M2 situados en la zona de bajo flujo.

15 En la figura 9, los módulos M1 se alimentan todos en paralelo. A la salida de los módulos M1, el fluido calentado en cada módulo M1 se recoge en paralelo y se mezcla con el fin de homogeneizar la temperatura del fluido antes de alimentar de nuevo en paralelo cada uno de los módulos M2. La recogida del fluido calentado en los módulos M2 se efectúa también en paralelo. Este modo de conexión presenta la ventaja de asegurar una homogeneización de la temperatura del fluido entre cada zona de flujo.

En la figura 10, se puede ver otro ejemplo de conexión de los módulos M1 y M2.

20 En este ejemplo, se crean subgrupos de módulos, en particular, cada zona de flujo consta de ocho módulos, dos subgrupos G1, G1' de cuatro módulos M1 se realizan en la zona de gran flujo y, dos subgrupos G2, G2' de cuatro módulos M2 se realizan en la zona de bajo flujo.

Los dos subgrupos G1, G1' se alimentan en paralelo, los módulos en cada subgrupo se alimentan en paralelo.

25 Cada subgrupo G1, G1' se conecta en serie a un subgrupo G2, G2' y los módulos M2 de cada uno de los subgrupos G2, G2' se alimentan en paralelo.

30 El fluido de salida de los subgrupos G2, G2' se recoge en paralelo, después, los fluidos recogidos en cada uno de los subgrupos se mezclan.

En la figura 11, se puede ver otro ejemplo de conexión, en el que los módulos M1 se alimentan en paralelo y cada módulo M1 se conecta en serie con un módulo M2, el fluido de salida de los módulos M2 se recoge en paralelo.

35 Por supuesto, se entiende que el receptor puede constar de más de dos zonas de flujo y, por consiguiente, las conexiones descritas en las figuras 9 a 11 se adaptan, por ejemplo, a una distribución de los módulos en tres, incluso más, zonas de flujo solar.

40 Preferentemente, la arquitectura del circuito de fluidos de conexión es tal que genera un débito del fluido idéntico o casi idéntico entre los módulos. La concepción del circuito tiene en cuenta, entonces, pérdidas de carga generadas por los módulos y por el diámetro de los conductos seleccionados.

45 Como se ha explicado anteriormente, los módulos se disponen lado a lado para formar un pavimento sustancialmente continuo. Se prevé un juego j entre los bordes de dos módulos adyacentes con el fin de permitir una libre dilatación de cada uno de los módulos, reduciendo de este modo los riesgos de contacto entre los módulos y su deterioro.

50 En la figura 4, se puede ver otro ejemplo de realización en el que el receptor R3 tiene una forma circular y consta de dos módulos concéntricos, un primer módulo central circular M1 sometido al gran flujo y un módulo exterior anular sometido al bajo flujo M2. Se prevé un juego j entre el borde del primer módulo y el borde interior del segundo módulo.

55 Por supuesto, un receptor modular que presenta cualquier otra forma y que consta de módulos que tienen cualquier forma, por ejemplo, rectangular, romboide, en forma de elipse o de cualquier forma no sale del ámbito de la presente invención.

En la figura 5 se puede ver, representado de manera esquemática, un ejemplo de módulo particularmente adaptado a la realización de un receptor modular según la invención.

60 El módulo M consta de una cara 6 destinada a iluminarse por el flujo solar simbolizado por un sol y, una cara 7 opuesta a dicha cara posterior que no se ilumina.

65 El módulo M consta al menos de un tubo 10, ventajosamente varios, que forman el circuito de fluidos que se extiende sustancialmente en paralelo a la cara 6 y colectores de alimentación 11 y de evacuación 13 del fluido a la entrada y a la salida de los tubos 10, respectivamente. La circulación del fluido se simboliza por las flechas.

De manera particularmente ventajosa, los tubos 10 desembocan en la cara posterior 7 del módulo y los colectores

11 y 13 también se disponen en la cara posterior.

5 Los colectores 11, 13 por lo tanto, no se someten al flujo solar, por lo tanto, las solicitaciones térmicas se reducen, lo que limita, de hecho, los riesgos de dañar éstos. Éstos pueden, entonces, realizarse con materiales que tienen una retención de temperatura menor y, generalmente, un precio de coste más bajo. Por otra parte, en el caso donde los colectores se conectarían por soldadura fuerte a los tubos, los riesgos de fuga se reducen.

10 Además, el hecho de disponer las salidas de los tubos y los colectores en la cara posterior permite aumentar la superficie útil del receptor. De hecho, como se puede ver en las figuras 1 y 3, la casi totalidad de la superficie del receptor orientada frente al flujo solar sirve para transmitir la energía del flujo solar al fluido. De hecho, toda la superficie del receptor se compone de las caras 6 de los módulos, aparte de los espacios entre los módulos que forman zonas perdidas, sin embargo, su anchura puede optimizarse para reducir sus superficies.

15 De manera igualmente ventajosa, se prevé que la conexión entre los tubos 10 y el circuito de fluidos exterior sea adecuado para absorber las dilataciones diferenciales entre los módulos. Es posible implementar para esto fuelles de dilatación.

20 De manera aún más ventajosa, se realizan los tubos de alimentación teniendo directamente una forma que permite liberarse de los fuelles de dilatación, por ejemplo, éstos forman liras de dilatación. Los tubos de recogida también pueden formar liras de dilatación, sin embargo, el problema de dilatación es menor puesto que se cruzan por un fluido de calentado y conocen ellos mismos una dilatación.

25 En la figura 6, se puede ver otro ejemplo de módulo M' particularmente adaptado a la realización de un receptor modular según la presente invención. En este ejemplo, el módulo consta de una pluralidad de tubos 10 repartidos en capas sumergidas en una matriz 12 que presenta una muy buena conducción térmica superior a 100 W/m/K, superponiéndose las capas según una dirección normal a la cara iluminada 6.

30 La matriz comprende al menos un metal o una aleación basada en metal, preferentemente un metal o una aleación de metales basados en cobre y/o aluminio.

Como variante, el núcleo puede realizarse de magnesio, de plata, de oro, de cinc, de tungsteno.

35 Las aleaciones pueden ser de latón, de bronce, de las aleaciones Al/Si y Al/Cu, del Monel (70Ni-30Cu), los compuestos basados en cobre con dispersoides de aluminio (Glidcop).

40 Como en el ejemplo de módulo de la figura 5, los tubos 10 desembocan en la cara posterior 7 del módulo. Este ejemplo presenta la ventaja de reducir el gradiente térmico en el seno del módulo y reducir los efectos del paso de una nube que provoca la desaparición momentánea del flujo solar. La matriz 12, que almacena calor cuando el flujo solar ilumina el módulo, libera este calor cuando el flujo desaparece, asegurando una bajada progresiva de la temperatura del fluido que sale del módulo y de los componentes del propio módulo. Por una parte, las restricciones termomecánicas dentro del módulo se reducen y, por otra parte, las variaciones de temperatura del fluido y de los componentes aguas abajo se aplanan. La matriz se recibe en una envoltura que para mantener una temperatura alta.

45 Gracias a la modularidad geométrica del receptor, es posible adaptar el módulo en función del flujo solar en el que se sitúa. Los módulos situados en la zona de gran flujo se realizan en uno o varios materiales resistentes de temperaturas altas, mientras que los situados en la zona de bajo flujo pueden realizarse de materiales resistentes a temperaturas más bajas. El coste de fabricación ligado a los materiales de los módulos puede, entonces, reducirse generalmente.

50 Gracias a la modularidad del receptor, es posible realizar circuitos de fluidos diferentes y optimizar de este modo la realización de los módulos en función de las necesidades y de las condiciones de funcionamiento deseadas o impuestas.

55 En la siguiente descripción, vamos a considerar un receptor formado por unos módulos tales como el representada en la figura 6. La pared considerada es la que lleva la cara 6 iluminada por el flujo.

60 Si el fluido de entrada alimenta el módulo situado en la zona de bajo flujo, la temperatura de la pared se modera. Normalmente con una temperatura de entrada de fluido de 300 °C, la temperatura de la pared es del orden de 550 °C. Por lo tanto, se puede utilizar un acero inoxidable para la realización del módulo. Por otro lado, el módulo situado en la zona de gran flujo se alimenta por un fluido previamente calentado por el módulo en la zona de bajo flujo y, debido a la exposición al gran flujo, la temperatura de la pared alcanza entonces aproximadamente 1000 °C.

65 Entonces, se pueden seleccionar diferentes materiales de un módulo al otro, en función de la zona de flujo en la que se sitúa. Considerando que el material menos resistente térmicamente tiene generalmente un precio de coste más bajo que un material más resistente, se puede optimizar el coste de fabricación del receptor.

En la figura 7, se puede ver la evolución de la temperatura T en °C del fluido o de la pared del módulo que lleva la cara 6 en el caso donde el fluido frío alimenta los módulos situados en la zona de gran flujo y, los módulos situados en la zona de bajo flujo se alimentan por el fluido que sale de los módulos situados en la zona de gran flujo.

5 E1 designa la entrada de los módulos en la zona de gran flujo; S1 designa la salida de los módulos en la zona de gran flujo; E2 designa la entrada de los módulos en la zona de bajo flujo; y S2 designa la salida de los módulos en la zona de bajo flujo.

La temperatura de la pared del módulo situada en la zona de gran flujo se representa por la curva C.

10 La temperatura de la pared del módulo situado en la zona de bajo flujo se representa por la curva D.

La temperatura del fluido que circula en el módulo situado en la zona de gran flujo se representa por la curva A.

15 La temperatura del fluido que circula en el módulo situado en la zona de bajo flujo se representa por la curva B.

Se constata en este ejemplo de alimentación de fluidos, que las temperaturas de las paredes de los módulos son casi idénticas. Entonces, se pueden utilizar módulos que tienen las mismas propiedades de retención de temperatura. En este caso particular, la temperatura máxima de los módulos es 900 °C, por lo tanto, se pueden utilizar materiales basados en níquel.

20 Por supuesto, el receptor según la presente invención puede presentar cualquier tipo de conexión de fluidos, por ejemplo, pero de manera no limitante:

25 - todos los módulos pueden alimentarse en paralelo por una fuente de fluido frío, independientemente del flujo que cada módulo recibe,

- como se describió anteriormente, se puede prever alimentar en paralelo los módulos situados en la zona de gran flujo con el fluido frío, alimentándose los módulos en la zona de bajo flujo por el fluido que sale de los módulos situados en la zona de gran flujo; o

30 - como se también se describió anteriormente, alimentar en paralelo los módulos situados en la zona de bajo flujo con el fluido frío, alimentándose los módulos en la zona de gran flujo por el fluido que sale de los módulos situados en la zona de bajo flujo.

De manera alternativa, puede ser ventajoso conectar en serie dos o varios módulos y, conectar en paralelo los grupos de módulos conectados en serie. Por ejemplo, en el caso donde el receptor consta de 16 módulos, ventajosamente se conectan pares de módulos en serie con el fin de tener solo 8 conexiones en paralelo, lo que permite reducir las disparidades de débito entre los módulos y, por lo tanto, disminuir los riesgos de aparición de puntos calientes. Además, la distribución del fluido se mejora puesto que las pérdidas de cargas se aumentan en relación con 16 conexiones en paralelo. Si la puesta en serie de los módulos permite reducir los riesgos de una mala distribución de fluido en relación con una disposición integralmente en paralelo, se desea asegurar una remezcla del fluido en la salida de los módulos M1 para que los fluidos que alimentan los módulos M2 tengan niveles de temperatura idénticos, como se esquematiza en la figura 9.

45 Gracias a la presente invención, se puede obtener un fluido que sale de los módulos cuyas temperaturas son cercanas. Esto no es el caso con los receptores de la técnica anterior que se forman de tubos dispuestos unos al lado de los otros extendiéndose de un borde al borde opuesto del receptor. De hecho, cada tubo no recibe el mismo flujo y éste varía sobre la longitud de cada tubo, las temperaturas del fluido que sale de cada tubo pueden variar de manera considerable, lo que puede ser dañino para los elementos aguas abajo del receptor. La remezcla a la salida de los módulos M1, por lo tanto, es particularmente interesante para evitar los daños en los elementos aguas abajo.

50 Además, el receptor modular según la presente invención presenta la ventaja de ser de mantenimiento simplificado. De hecho, si un módulo falla, por ejemplo, en caso de fuga, éste puede reemplazarse de manera unitaria, sin requerir un reemplazo del receptor completo. Además, este reemplazo reduce considerablemente el tiempo de detención de la central solar. Además, el coste de la reparación se reduce, la duración de intervención se reduce de manera sustancial, tanto como sea posible tener algunos módulos en stock, a diferencia de un receptor completo.

El receptor según la presente invención ofrece también la ventaja de adaptarse fácilmente para modificar su potencia. En particular, en el caso de la realización de receptores de mayores potencias, es suficiente con aumentar el número de pisos y el número de módulos por piso.

60 En la figura 8, se puede ver una representación esquemática de una central solar de torre según la presente invención que consta de un receptor R1 según la presente invención montado en la parte superior de una torre 22 rodeada de helióstatos 24 orientados hacia el receptor y reenviando un flujo solar F concentrado sobre el receptor modular R1.

65 El receptor, por ejemplo, se conecta a una turbina de gas y la alimenta de gas caliente.

REIVINDICACIONES

1. Receptor solar (R1, R2, R3) para central térmica que consta de una pluralidad de módulos absorbentes (M, M', M1, M2), constando cada módulo absorbente (M, M', M1, M2) de al menos una cara (6) destinada a ser iluminada por un flujo solar, en el que los módulos (M, M', M1, M2) están dispuestos lado a lado formando un pavimento, constando además cada módulo absorbente (M, M', M1, M2) de su propio circuito de fluidos (4) destinado a que circule por el mismo un fluido destinado a ser calentado por el flujo solar, estando los circuitos de fluidos de los módulos absorbentes (M, M', M1, M2) conectados entre sí, en el que la red de fluidos de cada módulo absorbente consta de unos tubos sustancialmente paralelos a la cara (6), comprendiendo cada uno una entrada de alimentación y una salida de evacuación del fluido y, en el que los circuitos de fluidos de los módulos absorbentes están conectados entre sí, de tal manera que el fluido circula al menos entre un primer módulo absorbente y un segundo módulo absorbente, **caracterizado por que** se proporciona un juego (j) suficiente entre los módulos absorbentes (M, M', M1, M2) adyacentes para evitar un contacto entre los módulos absorbentes (M, M', M1, M2) en caso de dilatación y, **por que** dichas entrada y salida desembocan en una cara (7) del módulo absorbente opuesta a la cara (6) destinada a ser iluminada de manera que no estén sometidas a los rayos solares.
2. Receptor solar según la reivindicación 1, en el que los módulos absorbentes (M, M', M1, M2) están orientados para delimitar unas zonas concéntricas partiendo de una zona central del receptor.
3. Receptor solar según las reivindicaciones 1 o 2, en el que los tubos (10) están sumergidos en una matriz (12) con un coeficiente de conductividad térmica superior a 100 W/m/K.
4. Receptor solar según una de las reivindicaciones 1 a 3, que consta de unos conectores de alimentación (11) y de unos conectores de evacuación (13) conectados a las entradas y salidas de los módulos absorbentes (M, M', M1, M2), siendo al menos los conectores de alimentación (11) arcos de dilatación.
5. Receptor solar según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los módulos absorbentes (M, M', M1, M2) están conectados en serie al menos en grupos de dos, estando los grupos conectados en paralelo.
6. Receptor solar según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los módulos absorbentes (M1, M2) están distribuidos al menos en un primer y en un segundo grupos, formando el primer grupo una zona central del receptor y rodeando el segundo grupo al primer grupo y formando una zona periférica del receptor, estando los módulos absorbentes de cada grupo conectados en paralelo y, estando los dos grupos conectados en serie.
7. Central térmica que consta al menos de un receptor (R1, R2, R3) según una de las reivindicaciones 1 a 6, de una alimentación de fluido y de unos medios de recogida de fluido calentado.
8. Central térmica según la reivindicación 7, en combinación con la reivindicación 6, en la que el primer grupo está conectado a la entrada de una alimentación de fluido frío y el segundo grupo está conectado a la salida de un sistema que utiliza el fluido calentado por el receptor (R1, R2, R3).
9. Central térmica según la reivindicación 7, en combinación con la reivindicación 6, en la que el segundo grupo está conectado a la entrada de una alimentación de fluido frío y el primer grupo está conectado a la salida de un sistema que utiliza el fluido calentado por el receptor (R1, R2, R3).
10. Central térmica según una de las reivindicaciones 7 a 9, que consta de una torre (22) sobre la que está montado el receptor (R1, R2, R3) y al menos un heliostato (24) orientado hacia el receptor (R1, R2, R3).
11. Central térmica según una de las reivindicaciones 7 a 10, en la que el fluido es un gas, por ejemplo, aire y, el sistema que usa el gas calentado es una turbina de gas.

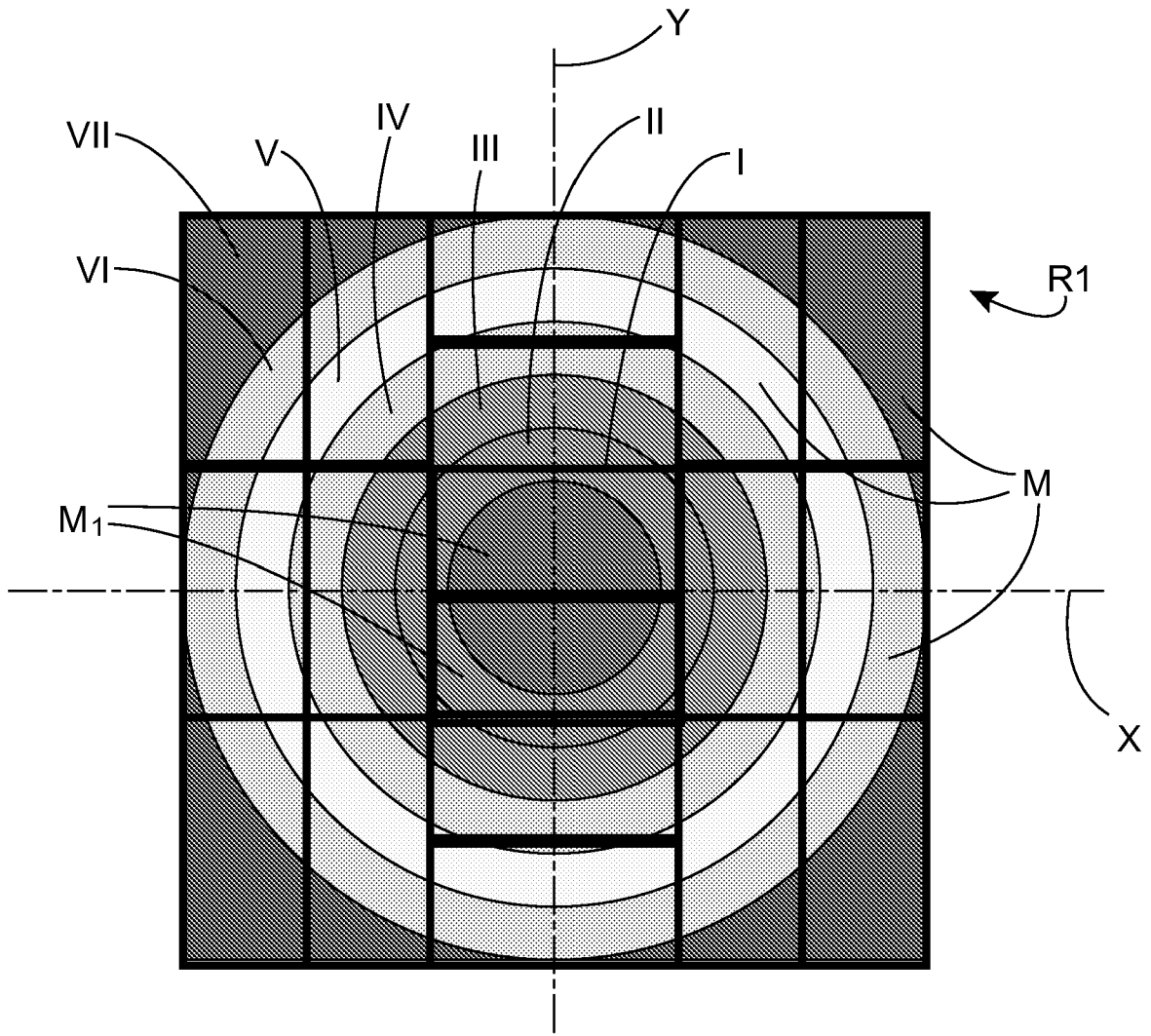


FIG.1

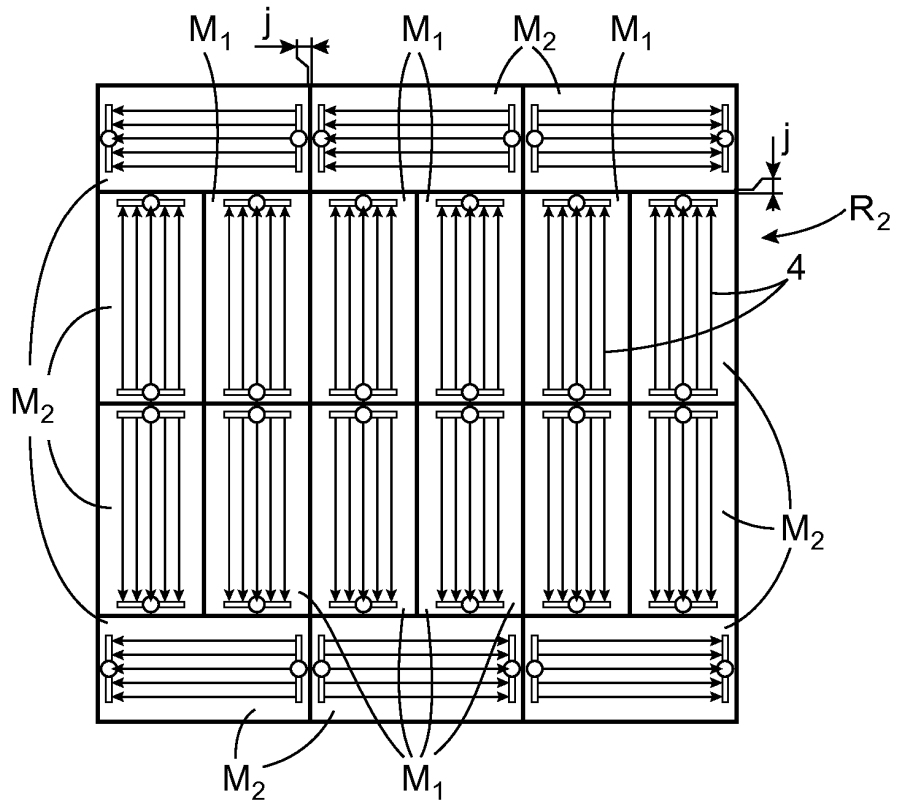


FIG. 2

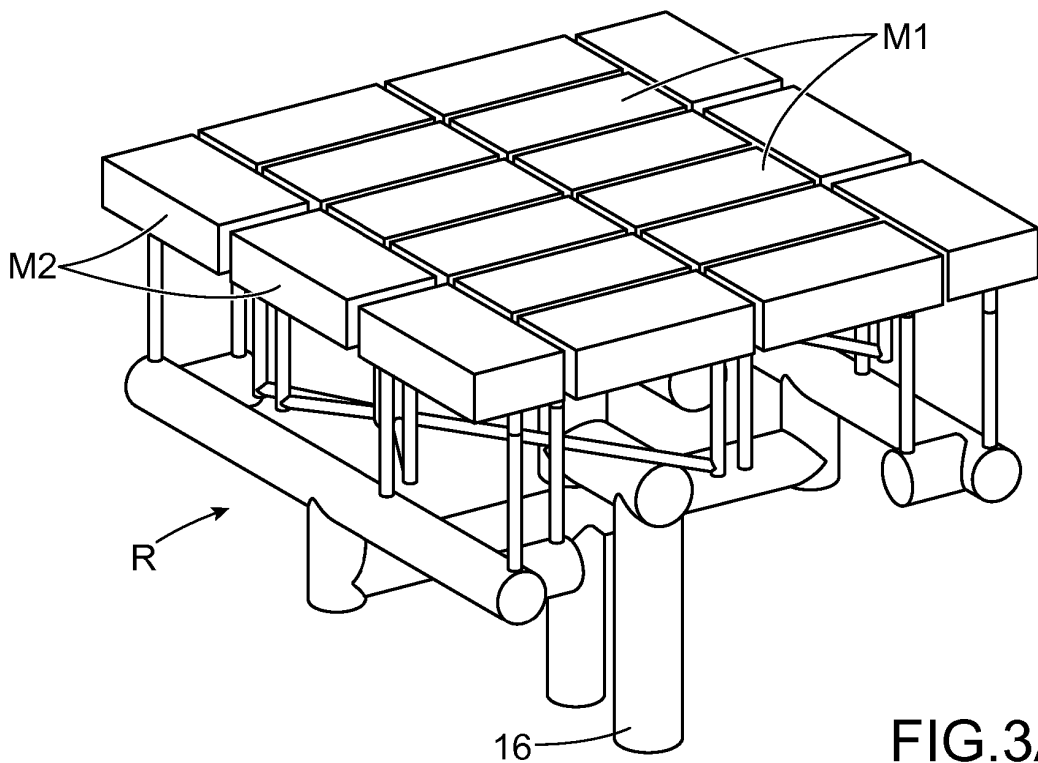
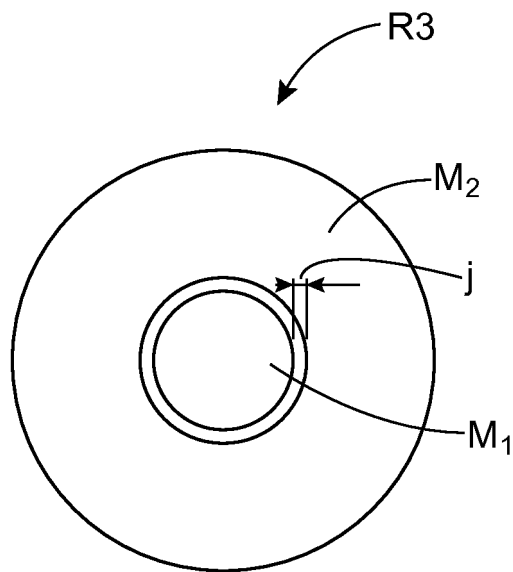
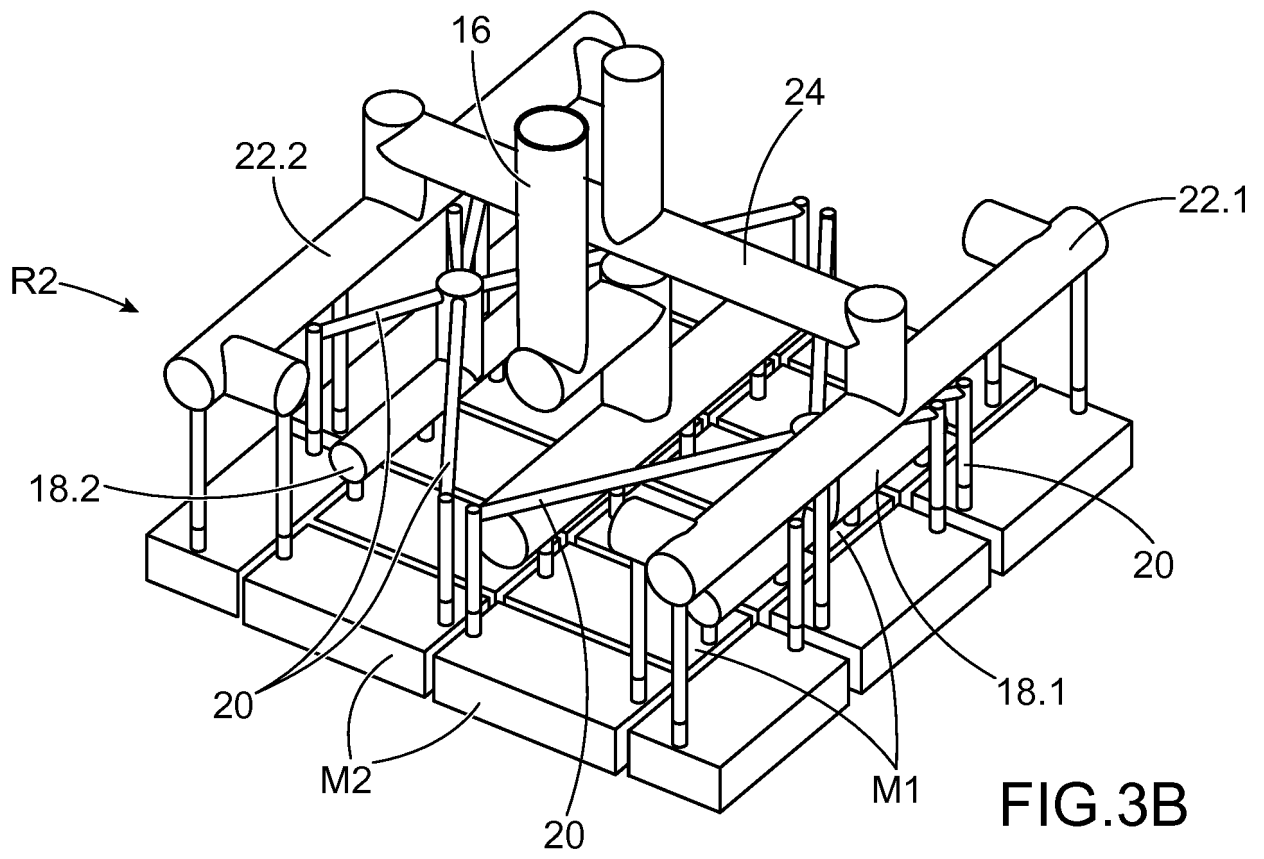
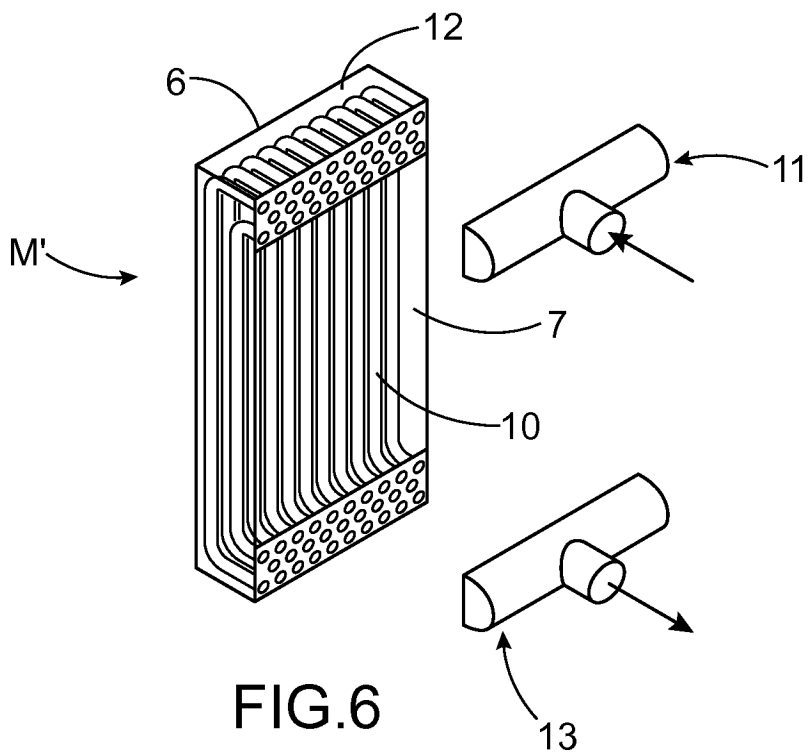
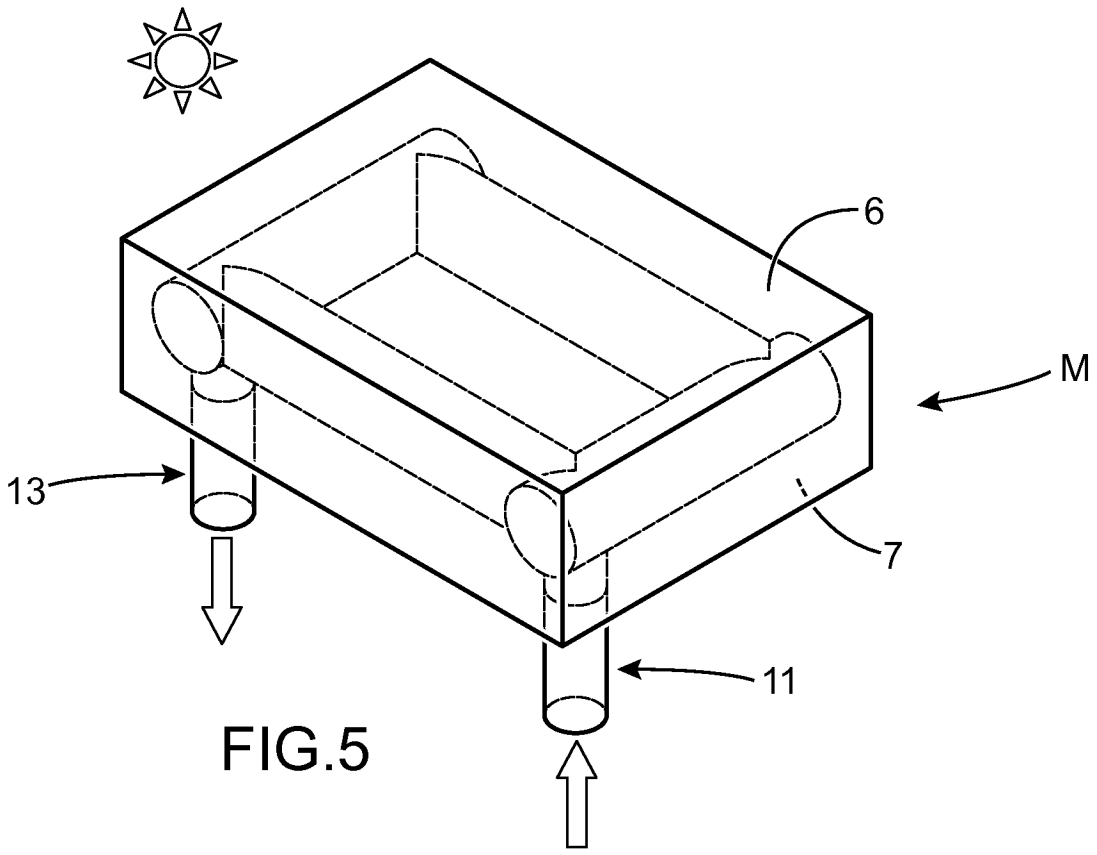


FIG. 3A





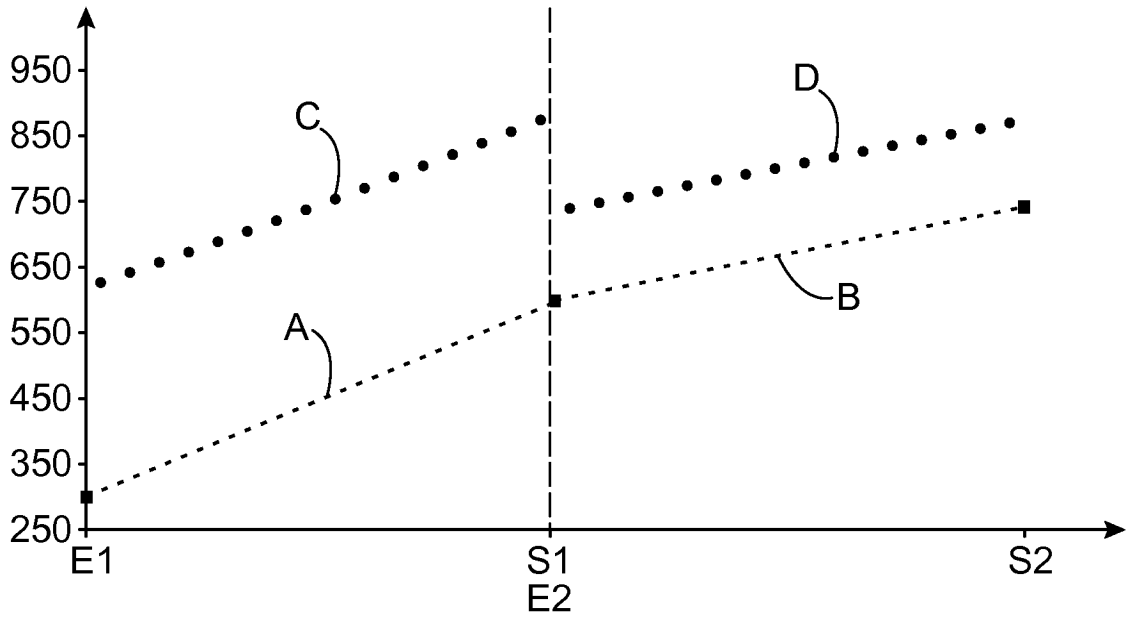


FIG.7

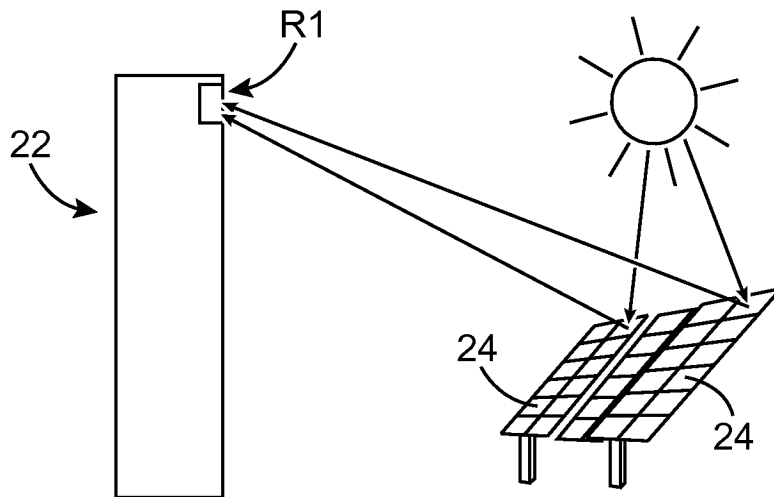


FIG.8

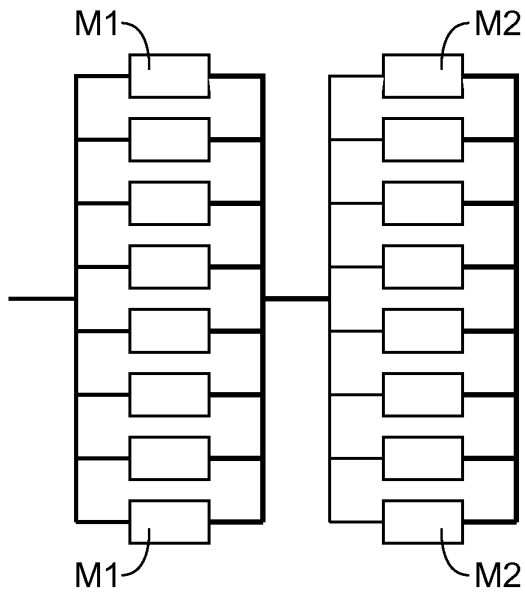


FIG.9

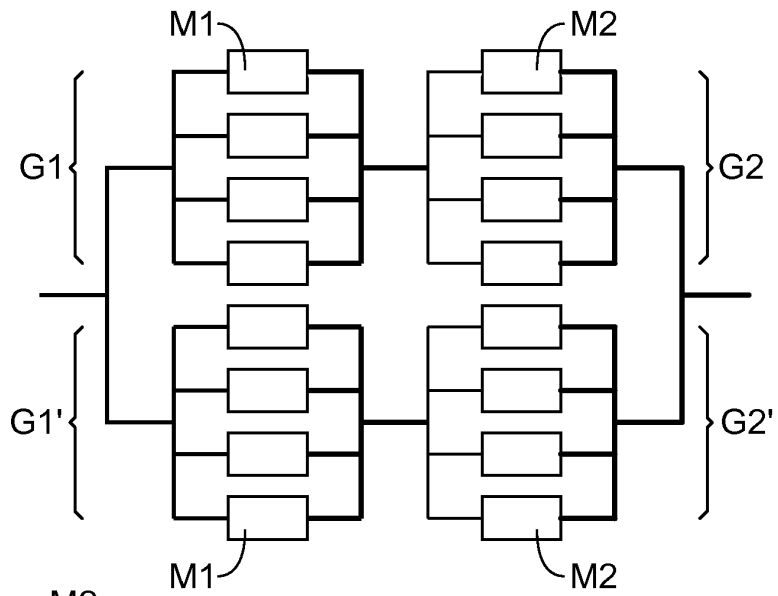


FIG.10

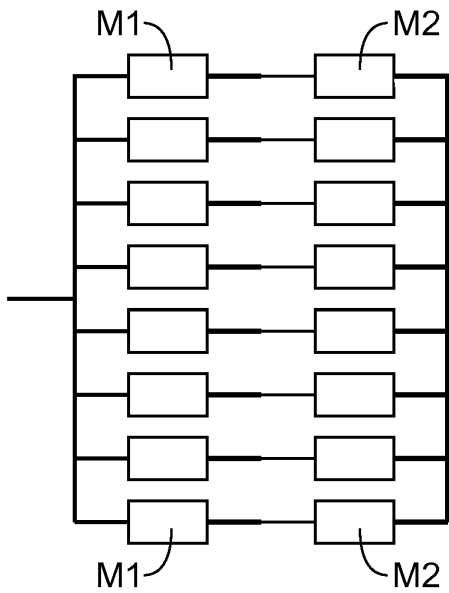


FIG.11