

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 901 996**

51 Int. Cl.:

G02B 3/12 (2006.01)

G02B 3/08 (2006.01)

F24S 23/30 (2008.01)

F24S 30/452 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2017 PCT/ES2017/070390**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.12.2017 WO17212092**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2017 E 17809779 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.09.2021 EP 3470751**

54 Título: **Sistema condensador de energía solar**

30 Prioridad:

09.06.2016 ES 201630786

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

24.03.2022

73 Titular/es:

**SANTANDER Y SANTANA, S.L. (100.0%)
RAFAEL MESA Y LOPEZ 63 - 2º C
35012 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, ES**

72 Inventor/es:

**SANTANDER CERBELL, ROBERTO y
SANTANA MALDONADO, ALEJANDRO JOSÉ**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 901 996 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

Sistema condensador de energía solar

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

El objeto de la presente invención, según se establece en el título, es un sistema condensador de energía solar que incluye una lente líquida cilíndrica y un absorbedor de cuerpo negro, que forman un sistema condensador de energía solar de temperatura media, es decir, un equipo diseñado para funcionar en un intervalo de temperatura de hasta 600 °C.

El sistema consiste en uno o más colectores que están diseñados para captar energía solar y concentrarla a través de refracción, dentro de un absorbedor de alto rendimiento, donde se encuentran los componentes básicos de cada colector:

Sistema óptico para captar energía solar formado por un conjunto de "lentes líquidas" cilíndricas, de máxima precisión, ligeras y de bajo coste que concentran el flujo solar.

Sistema de absorción de flujo solar de "cuerpo negro" de alto rendimiento montado bajo el sistema de captación óptica.

Sistema de seguimiento, o seguidor solar "total" (acimutal y vertical), que permite fijar su posición, de forma continua, perpendicular a los rayos del Sol del sistema de captación óptica y del sistema de absorción de flujo solar.

Estos sistemas están diseñados para generar electricidad, para refrigeración industrial, calefacción, aire acondicionado, desalinización, etc. y para ciertos procesos termoquímicos que requieren tales temperaturas.

Esta invención se caracteriza por los parámetros constructivos especiales y el diseño técnico del sistema de captación óptica y del sistema de absorción de flujo solar, que permiten operar los colectores del sistema, con una eficiencia muy superior a la alcanzada hasta ahora con los sistemas de captación de espejos convencionales.

Por lo tanto, la presente invención se define dentro del alcance de los sistemas concentradores de energía solar.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las lentes ordinarias tienen serios inconvenientes a la hora de captar energía solar: su alto coste, peso excesivo y aberración esférica, que dificulta o impide la construcción de lentes de gran tamaño, con el fin de captar grandes cantidades de energía solar

(i) Los siguientes documentos son conocidos en el estado de la técnica:

(ii) El documento FR2412859A1 describe un elemento óptico que está destinado a reemplazar lentes de vidrio sólido, prismas, etc. El elemento está relleno de gel o líquido y supera las dificultades de peso y fabricación de las versiones sólidas.

(iii) El documento US4376372A describe un aparato de conversión de energía solar mejorado, que incluye un aparato de extensión de duración de funcionamiento para convertir eficazmente la energía térmica de radiación solar, sobre una base de alta eficiencia, en energía térmica cautiva o almacenada en un medio de trabajo cautivo en un sistema de conversión de energía de ciclo cerrado (que generalmente consiste en un aparato que define la trayectoria de flujo, tal como conducciones, tuberías o similares) y adaptado en un extremo de salida para conectarse a cualquiera de los diversos tipos diferentes de aparatos de utilización de energía térmica que reducirán eficazmente la temperatura y/o presión del medio de trabajo como consecuencia de la extracción eficaz de cantidades sustanciales de energía del medio de trabajo por parte de tal aparato de utilización.

En el estado de la técnica, se conoce la publicación de patente española número ES2281231, (P200500134 de 25 de enero de 2005), titulada "Lente líquida solar", que define genéricamente una lente concentradora de energía solar, que es una evolución de la lente Fresnel, inventada a principios del siglo XIX, y similar a esta, se caracteriza por el hecho de que tiene una lente delgada, con la opción de admitir un gran tamaño, que ha llegado hasta nuestros días sin que se mejoren sus características ópticas, permitiendo un grado de concentración aceptable, para su uso como colector de energía solar, que, con una distancia focal reducida, proyecta un foco perfectamente concentrado en un entorno pequeño.

La lente solar líquida definida en esta patente se caracteriza por su forma constructiva, es decir: con facetas curvas en ambos lados, sin aberración esférica ni geométrica, delgadas, de gran tamaño, de distancia focal reducida y formada por diversos recipientes en los que se alojan una serie de fluidos refractantes, cuyo índice de refracción variable crece progresivamente desde el eje óptico hacia los bordes de la lente, que, en definitiva, se agrupan formando módulos de varios recipientes, en configuraciones biconvexas en los módulos centrales de la lente, volviéndose plano-

convexas y finalmente cóncavo-convexas en el resto de los módulos, en una transición suave y minimizándose todas las crestas o surcos, así como teniendo la cara lateral de conexión de las facetas superior e inferior de cada módulo plana e inclinada hacia el eje óptico, eliminando la aberración esférica o geométrica mediante la incorporación en los recipientes de fluidos refractantes con un índice de refracción adecuado en cada recipiente, un volumen reducido, espesor mínimo, peso y adecuación de la pendiente de la curvatura de cada faceta.

La lente y colector de flujo solar mencionada anteriormente, se caracteriza por su reducido peso, bajo coste y por la capacidad que tiene para corregir la aberración esférica, que confiere máxima precisión, corta distancia focal y un perfecto control del foco luminoso, concentrándolo en un entorno con dimensiones mínimas, configurándose como un colector de alta eficiencia.

Sin embargo, la alta concentración del flujo solar genera altas pérdidas térmicas cuando se utilizan sistemas de absorción convencionales, ya que la cantidad de emisión térmica radiante por unidad de superficie emitida por un cuerpo caliente, se hace en función de la cuarta potencia de su temperatura, según la ecuación de Stefan-Boltzman:

$$Q / A = Q / A_{\text{rad}} = \epsilon \sigma T^4$$

donde:

ϵ = Emitancia

$$a = 572 \times 10^{-8} \text{ W/cm}^2 \times \text{grado}^4$$

T = Temperatura (en grados Kelvin)

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es desarrollar un sistema condensador de energía solar que evite altas pérdidas térmicas cuando se utilizan sistemas de absorción convencionales, desarrollando un sistema condensador de energía solar con una lente líquida como la descrita a continuación y como se define en la reivindicación independiente 1.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la invención es un sistema condensador de energía solar formado por un o más equipos de captación diseñados para captar y absorber la luz solar, previamente concentrada por refracción, por medio de lentes líquidas cilíndricas que recogen el flujo solar, que proyectan un foco lineal, perfectamente concentrado en un entorno mínimo, dentro de una cámara de absorción de "cuerpo negro", perimetralmente aislada con un material de tipo cerámico salvo en su orificio longitudinal o ventana de absorción, de una anchura reducida, situada en su parte superior, a través de la cual penetra el flujo solar refractado, reflejado en las paredes internas especuladas y proyectado sobre tubos absorbentes de material selectivo, a través de los cuales circula un fluido térmico, produciendo la transmisión térmica de la mayor parte de la energía solar captada, con la máxima eficiencia, evitando pérdidas térmicas directas de los conductos de absorción a través de la ventana de absorción.

Colocar el foco proyectado por las lentes en una cámara de absorción de cuerpo negro permite obtener el máximo rendimiento de la energía solar captada y supera las desventajas de las altas pérdidas térmicas en los sistemas de absorción convencionales.

El uso de lo que en Física se denomina cuerpo negro, es un elemento capaz de absorber toda la energía solar que recibe. Conceptualmente, el "cuerpo negro" es similar a una cavidad completamente cerrada, en la que está provisto un pequeño orificio por el que penetra el flujo solar, reduciendo al mínimo las pérdidas térmicas debidas a la emitancia que se produce en su interior.

El sistema condensador de energía solar comprende uno o más colectores, como se define en la reivindicación independiente 1.

El sistema óptico puede estar formado por un conjunto de lentes líquidas cilíndricas que generan luces concentradas lineales, perfectamente concentradas y cuyas dimensiones deben ser adecuadas para su manejabilidad.

El sistema de absorción puede estar formado por un cuerpo negro, cámara de absorción perimetralmente aislada, y provisto de una ventana de absorción de forma piramidal truncada invertida, de dimensiones mínimas, ajustada a las dimensiones del bulbo de luz refractada, donde dicha ventana de absorción está situada en la zona superior de dicha cámara de absorción, a través de la cual penetra el flujo solar refractado, a través del sistema óptico de concentración, para que las pérdidas térmicas por radiación a través de la propia ventana sean mínimas.

La cámara de absorción puede tener paredes laterales con una superficie cilíndrica, especulada y cubierta con un material o lámina metálica de alta reflectancia y aislada perimetralmente con un material de tipo cerámico refractario

adecuado. Define un espacio interior donde se aloja el elemento absorbente o absorbedor (8), sobre el que se proyecta el flujo luminoso superconcentrado, hecho con material selectivo para captar la mayor cantidad de energía posible, estando hecho potencialmente de aluminio, cobre, acero, cromo negro, etc., para obtener una alta absorción, baja emitancia, pudiendo soportar las temperaturas de trabajo de los procesos térmicos que se desarrollan en los mismos, transmitiendo energía térmica a un fluido térmico que circula en su interior (siendo potencialmente gases, incluso sólidos pulverizados).

En los lados de la ventana de absorción, puede haber placas reflectantes, paralelas al plano de simetría del flujo solar, con el fin de reflejar y canalizar hacia los tubos o placas absorbentes auxiliares, procediendo la emitancia de la cámara de absorción y de los elementos contenidos en la misma, impidiendo que tales rayos caloríficos reboten de forma indeterminada dentro de la cámara de absorción.

El sistema óptico puede tener un número indeterminado de lentes colectoras líquidas cilíndricas, dependiendo de la energía requerida.

Las cámaras de absorción de cuerpo negro pueden fabricarse o diseñarse con diferentes geometrías, siempre que cumplan con los requisitos para obtener el máximo rendimiento térmico de la energía solar captada.

La estructura de soporte de carga y resistente, que puede adoptar la forma y el tamaño apropiados para cumplir la función de un seguidor solar total (acimutal y vertical).

El módulo de captación que puede adoptar la forma, las dimensiones y la configuración apropiadas para cumplir la función de mantener las lentes y la cámara de absorción aisladas en el interior.

Puede utilizarse cualquier mecanismo para el sistema de movimiento, ya sea eléctrico, mecánico hidráulico y de cualquier otra naturaleza que cumpla la función de proporcionar movimiento completo al equipo del seguimiento solar.

Puede utilizarse cualquiera de las tecnologías existentes o desarrolladas para el sistema de seguimiento solar, tanto individualmente como para el conjunto de equipos que conforman un parque solar, de forma informatizada.

La aplicación industrial de la presente invención responde a la necesidad de lograr un alto nivel de rendimiento de absorción térmica de la energía solar, concentrada por grandes lentes, que generan bulbos de alta intensidad, que requieren una superficie de absorción adecuada para la alta concentración de luz de la luz concentrada, dependiendo de las temperaturas de trabajo a nivel de temperatura media (hasta 600 °C), para la producción de electricidad con turbinas, refrigeración industrial, calefacción, aire acondicionado, desalinización de agua de mar, etc., y la generación de otros procesos termoquímicos para obtener determinados combustibles y materias primas tales como: Metanol, hidrógeno, C, CO₂, etc.

$\Delta T > 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mediante craqueo de metano)

$\text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}$ (Cat: 30 %Ni/Al₂O₃ fácil de regenerar) y (óxido de molibdeno sobre zeolita).

$\Delta 300/400\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3 \cdot \text{OH}$ (100/200 Atm).

$\Delta 500\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ (-31,38 Kcal) (catalizador: mezcla de óxidos de hierro, cromo y torio) (65,7 % H₂, 16,1 % CO₂, 17,6 % H₂O, 0,4 % CO).

Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiende un experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

En la descripción y de las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o etapas. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS

Para complementar la descripción que se ofrece y con objeto de promover a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferido de una realización práctica de la misma, se proporciona un conjunto de dibujos como parte integrante de la descripción en los que, simplemente con fines ilustrativos, se ha representado lo siguiente.

La Fig. 1 detalla la estructura y la disposición de los elementos de un sistema condensador de energía solar.

La Fig. 2 muestra una representación de sección transversal de un módulo de captación de energía solar completo.
 La Fig. 3 representa en detalle la cámara de absorción de cuerpo negro (2) con una configuración específica.
 La Fig. 4 muestra una representación vertical de un colector de energía solar
 La Fig. 5 muestra el diagrama de la entrada y salida de fluido térmico dentro del módulo de captación del equipo.
 La Figura 6 muestra una representación de una lente solar líquida cilíndrica como parte de la invención.

REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCIÓN

A la vista de las figuras se describe seguidamente una realización preferida de la invención propuesta.

La Figura 1 muestra un sistema condensador de energía solar similar al único objeto de la invención y que incluye varios colectores de energía solar (22), dispuestos sobre una estructura de soporte horizontal (20).

Cada uno de los colectores (22) comprende un módulo de captación (9) dispuesto en una estructura de soporte de carga (18), donde el módulo de captación (9) aloja una lente líquida cilíndrica (1) y una cámara de absorción (2).

La lente líquida (1) está protegida por una lámina de vidrio resistente a impactos con baja reflectancia (10), todo lo cual proporciona aislamiento total contra la acción de los agentes atmosféricos.

La Figura 2 muestra un módulo de captación (9) que consiste en un recinto herméticamente sellado e impermeable que contiene una lente líquida (1) con una superficie cilíndrica protegida por la placa de vidrio (10), que se ve afectada por el flujo solar externo (3) y después de pasar a través de la lente líquida (1), se obtiene un flujo solar concentrado (4)

El módulo de captación (9) tiene una cámara de absorción (2) en la que entra el flujo solar concentrado (4) a través de una ventana de absorción (5) que tiene una forma de tronco piramidal invertido y dimensiones mínimas. La cámara de absorción (2) tiene aislamiento perimetral externo (12), mientras que en su interior está revestida con material o con una lámina metálica reflectante (7) de manera que el flujo solar (6) dentro de la cámara se refleja sobre este revestimiento para lograr un flujo ultraconcentrado (11) que afecta a los tubos absorbentes (8) por los que circula un fluido de transferencia de calor, produciendo transferencia de calor con mínimas pérdidas y alta eficiencia.

La Figura 3, que muestra la cámara de absorción (2) en detalle, incluye los detalles constructivos de:

una placa de vidrio (Pyrex o cuarzo) (13), para impedir que la suciedad entre en su interior, siendo esta disposición una realización complementaria
 medios auxiliares de absorción térmica para desviar la reflectancia del flujo solar hacia los tubos o placas absorbentes auxiliares y para evitar la emitancia térmica y la convección procedentes de los elementos alojados en la cámara de absorción (2), en la que la forma de realización mostrada consiste en:

◦ láminas reflectantes (14) colocadas dentro de la cámara de absorción y, en los lados de la ventana de absorción (5), simétricas al plano de simetría del flujo solar, que reciben las emisiones térmicas de la cámara de absorción + láminas de vidrio antiemitancia (15),

La Figura 4 muestra la representación de un colector de energía solar que, como se puede ver, comprende: el módulo de captación (9) montado en la estructura de soporte de carga (18) mediante una articulación (17) que le permite girar con respecto a un eje horizontal.

El módulo de captación (9) está conectado a la estructura horizontal (20) por medio de anclajes (19) y está equipado con un mecanismo de desplazamiento vertical hidráulico o eléctrico (16) del módulo de captación (9).

El módulo de captación (9) tiene mecanismos de conexión móviles (21) entre el módulo de captación (9) y la estructura horizontal giratoria (20), para impedir que se desplace, debido al efecto del seguimiento solar.

La Figura 5 muestra un módulo de captación (9) con el diagrama de entrada y salida de fluido de transferencia de calor (23).

La Figura 6 muestra una posible realización de la lente líquida (1) que en la realización mostrada incluye la mitad de esa lente, que es simétrica, que está compuesta por dos mitades simétricas, 18 recipientes (V-1 a V-18), cada una de las mitades y que tendría los siguientes parámetros para una construcción con precisión para una lente líquida solar de 150 cm de ancho, con una longitud focal de 65,5 cm para una manipulación apropiada.

ES 2 901 996 T3

MÓDULOS	Recipientes	I.R.	Radio de curvatura de la cara superior	Radio de curvatura de la cara inferior
D	v-18	1,33	725 mm	325 mm
	v-17	1,33		385 mm
C	v-16	1,38	725 mm	600 mm
	v-15	1,38		1000 mm
	v-14	1,38		1900 mm
	v-13	1,38		4500 mm
	v-12	1,38		Recto
B	v-11	1,43	725 mm	5600 mm
	v-10	1,43		4500 mm
	v-9	1,43		3300 mm
	v-8	1,43		2800 mm
A	v-7	1,46	725 mm	2200 mm
	v-6	1,46		1800 mm
	v-5	1,46		1647 mm
	v-4	1,46		1697 mm
	v-3	1,46		1600 mm
	v-2	1,46	725 mm	1500 mm
	v-1	1,46		1500 mm

REIVINDICACIONES

1. Sistema condensador de energía solar que comprende uno o más colectores de energía solar donde cada colector (22) a su vez comprende

- un módulo de captación (9) formado por un recinto hermético e impermeable, que contiene en su interior los elementos de un sistema óptico que consiste en una lente líquida (1) con una superficie cilíndrica y de un sistema de absorción que consiste en una cámara de absorción (2) a través de cuyo interior corren tubos absorbentes (8),
- una estructura de soporte de carga resistente (18) en la que está montado el módulo de captación (9) y que está equipada con sistemas de seguimiento solar de doble eje, en la que

- la cámara de absorción (2) tiene una ventana de absorción (5) con una forma de tronco piramidal invertido, donde la cámara de absorción (2) tiene un aislamiento perimetral externo (12), mientras que en su interior está revestida con material o una lámina metálica reflectante (7),
- la ventana de absorción (5) está equipada con una placa de vidrio de tipo Pyrex o de cuarzo (13), para impedir que la suciedad entre en el interior de la cámara de absorción (2),
- dentro de la cámara de absorción (2) están colocados medios (14, 15) para desviar la energía solar hacia los tubos absorbentes (8) y evitar la emitancia térmica de los elementos alojados dentro de la cámara de absorción (2).

2. Sistema condensador de energía solar, según la reivindicación 1, en el que los medios que desvían la energía solar son láminas reflectantes (14) paralelas a un plano de simetría y los medios para evitar la emitancia térmica son láminas de vidrio antiemitancia (15).

3. Sistema condensador de energía solar, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que el módulo de captación (9) está montado en la estructura de soporte de carga (18) por medio de una articulación (17), donde esta estructura de soporte de carga tiene un mecanismo de desplazamiento vertical hidráulico o eléctrico (16) del módulo de captación, mientras que el módulo de captación (9) tiene mecanismos de conexión móviles (21) entre el módulo de captación (9) y una estructura horizontal giratoria (20) en la que está montada la estructura de soporte de carga (18).

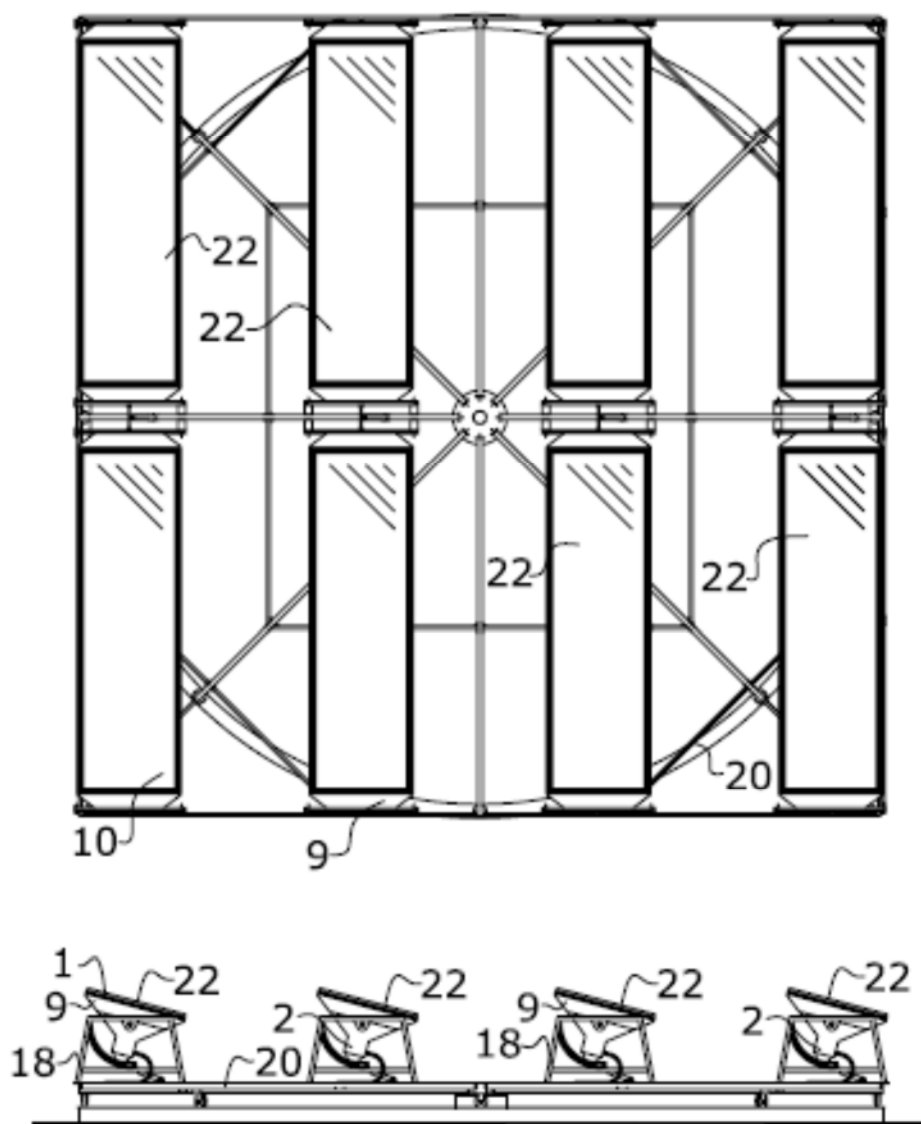
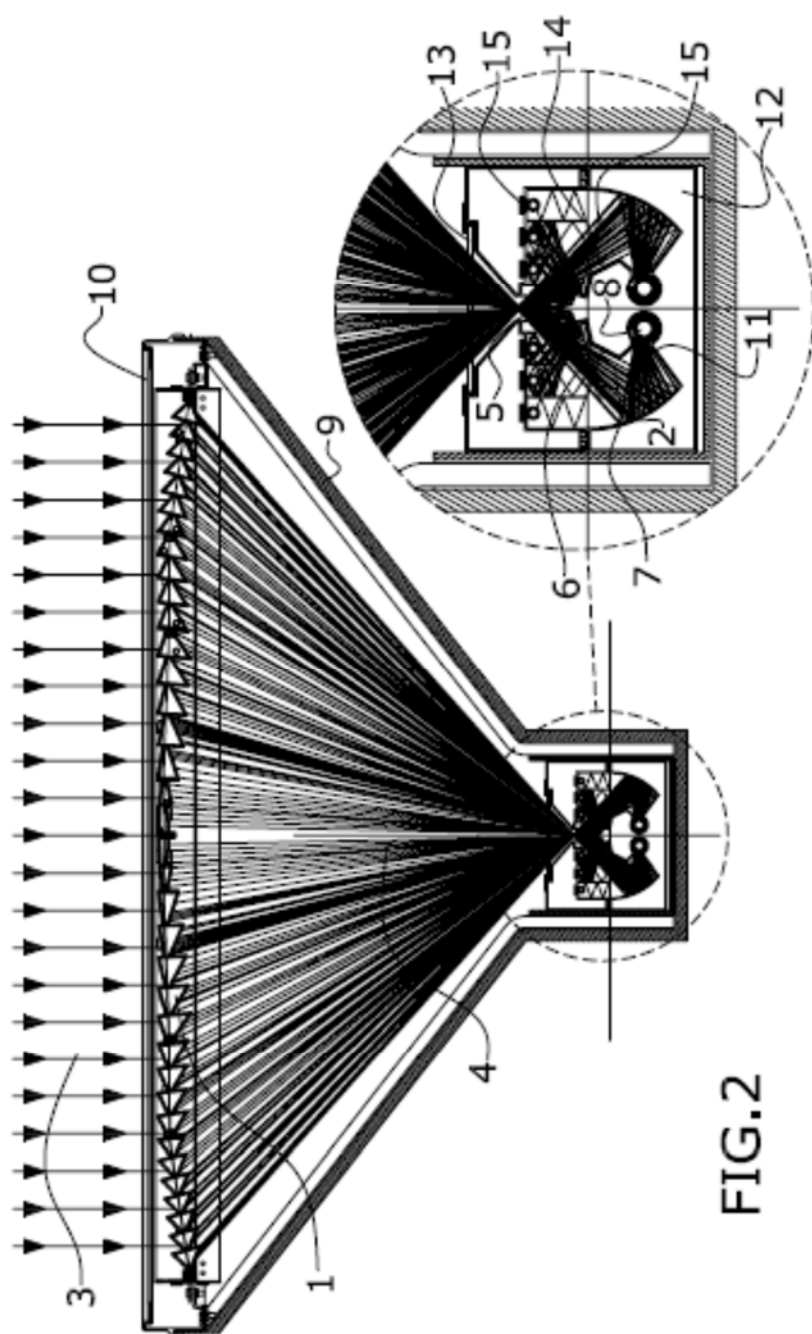


FIG.1



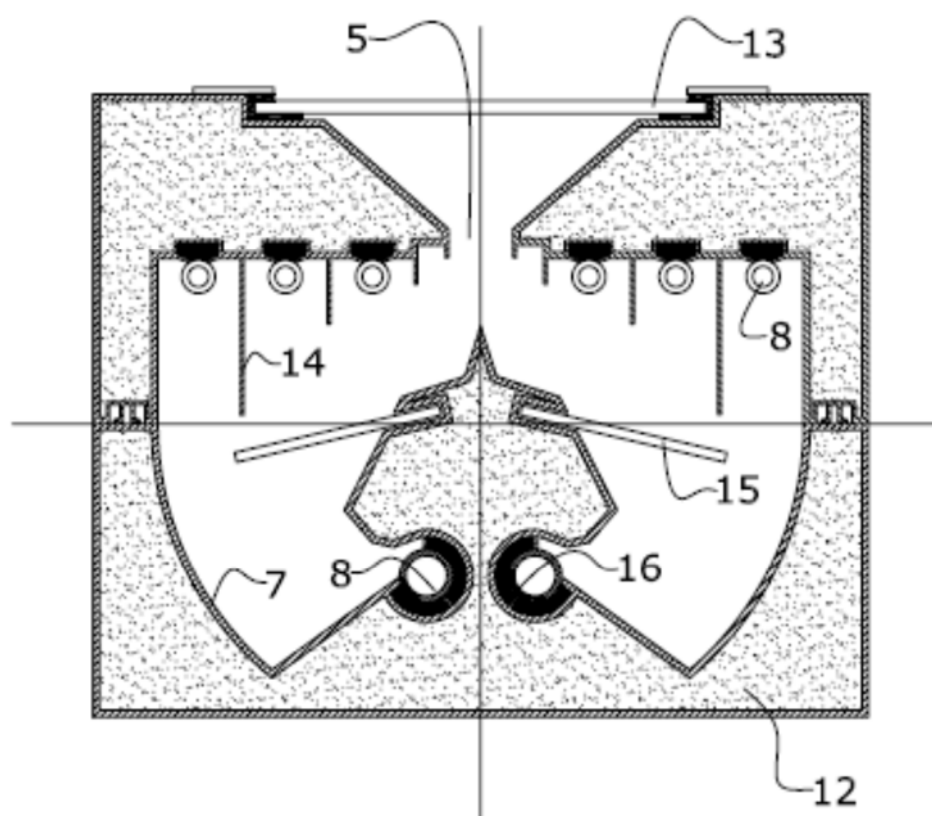
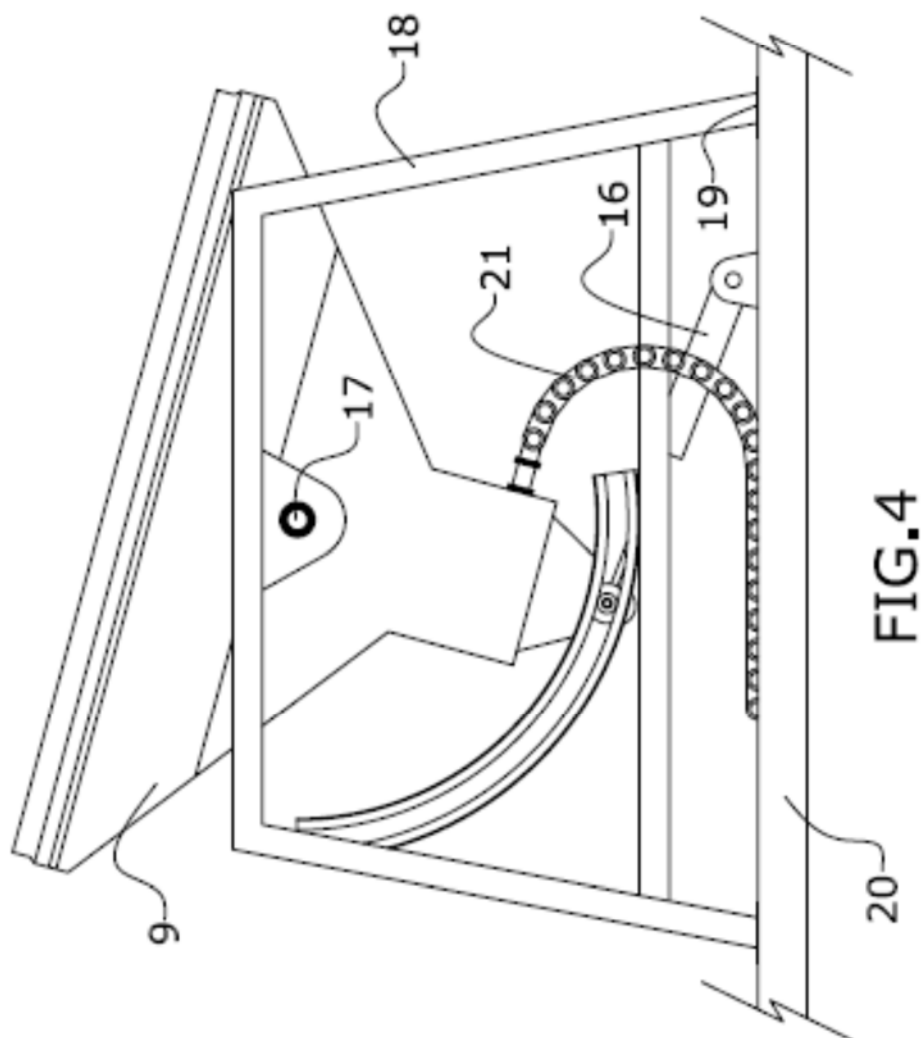
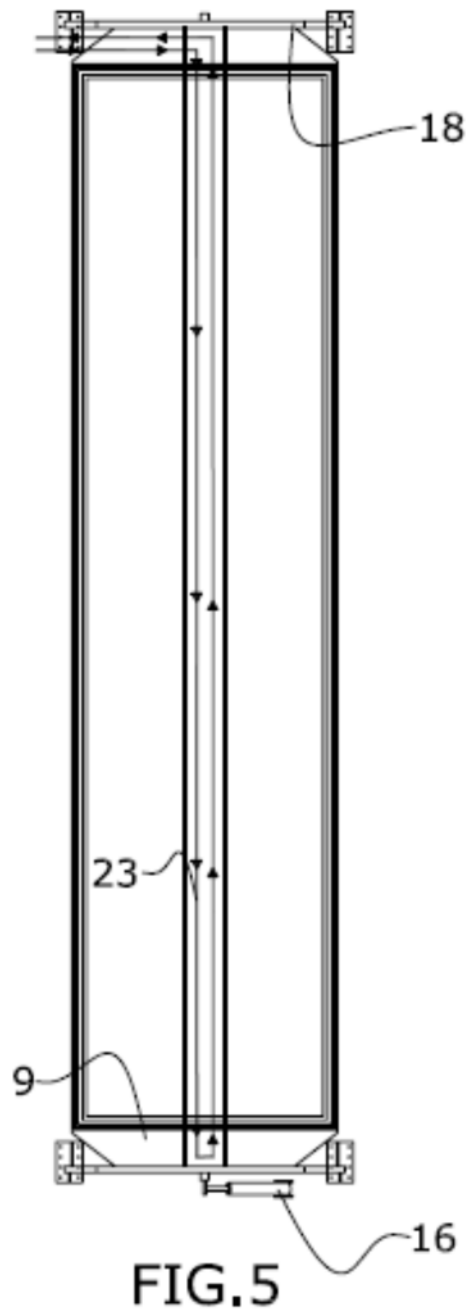


FIG.3





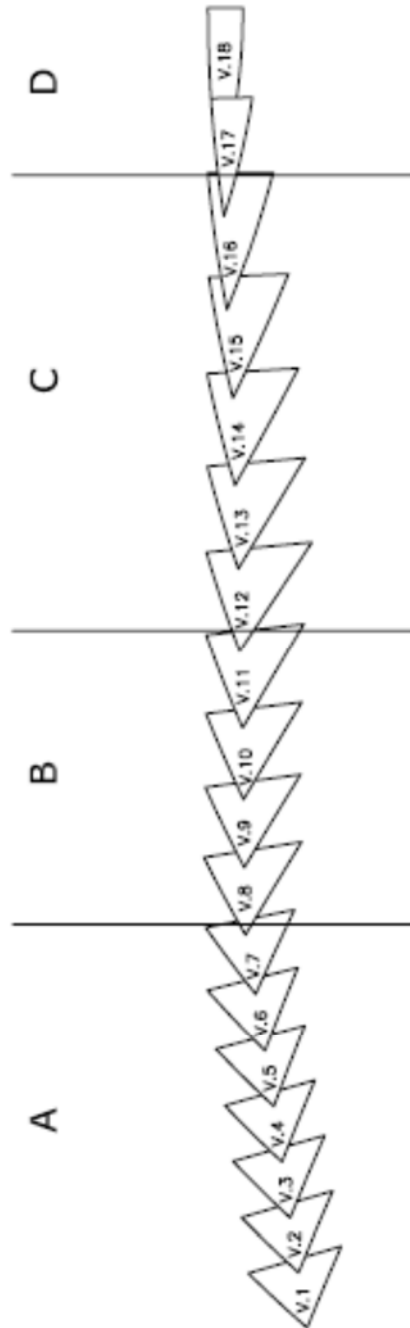


FIG.6