

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 650 287**

21 Número de solicitud: 201630786

51 Int. Cl.:

F24S 23/30 (2008.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

09.06.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.01.2018

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2017/070390

71 Solicitantes:

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

72 Inventor/es:

**SANTANDER CERBELL, Roberto y
SANTANA MALDONADO, Alejandro José**

74 Agente/Representante:

EZCURRA ZUFIA, María Antonia

54 Título: **SISTEMA CONDENSADOR DE ENERGÍA SOLAR, CON LENTE LIQUIDADEL TIPO CILÍNDRICA Y ABSORBENTE TIPO "CUERPO NEGRO"**

57 Resumen:

Sistema condensador de energía solar, con lente líquida del tipo cilíndrica y absorbente tipo "cuerpo negro".

Un sistema condensador de energía solar formado por uno o varios equipos colectores destinados a la captación y absorción de la luz solar, previamente concentrada por refracción, mediante lentes líquidas del tipo cilíndricas colectoras del flujo solar, que proyectan un foco lineal, perfectamente concentrado en un mínimo entorno, en el interior de una cámara de absorción tipo "cuerpo negro", aislada perimetralmente con material del tipo cerámico menos por un orificio longitudinal o ventana de absorción, de reducido ancho, ubicada en su parte superior, a través de la cual penetra el flujo solar refractado, reflejándose en la paredes internas especuladas y proyectándose sobre tubos absorbentes de material selectivo, por donde circula un fluido térmico, produciéndose la transmisión calorífica de la mayor parte de la energía solar captada, con la máxima eficiencia, al evitar las pérdidas térmicas directas de los conductos absorbentes a través de la ventana de absorción.

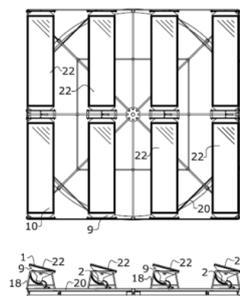


FIG.1

SISTEMA CONDENSADOR DE ENERGÍA SOLAR, CON LENTE LÍQUIDA DEL TIPO CILÍNDRICA Y ABSORBENTE TIPO “CUERPO NEGRO”

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

Es objeto de la presente invención, tal y como el título establece, un sistema Condensador de Energía solar que comprende una lente líquida del tipo cilíndrica y un absorbente tipo cuerpo negro, configurando un sistema condensador de energía solar de Media Temperatura, es decir, un equipo diseñado para operar en un rango de temperatura de hasta 600° C.

El sistema está formado por uno o varios colectores que están diseñados para captar la Energía solar y concentrarla por refracción, dentro de un absorbente de alto rendimiento, donde los componentes básicos de cada colector son:

- Sistema Óptico de captación formado por un conjunto de “lentes líquidas” concentradoras del flujo solar, del tipo cilíndricas, de máxima precisión, de poco peso y de bajo coste.
- Sistema Absorbente del flujo solar, del tipo “cuerpo negro”, de alto rendimiento montado bajo el sistema óptico de captación.
- Sistema de Seguimiento, o seguidor solar del tipo “total” (azimutal y vertical), que permite fijar su posición, de forma continuada, en la perpendicular de los rayos del Sol del sistema óptico de captación y del sistema Absorbente del flujo solar.

Estos sistemas están destinados a la generación de electricidad, frio industrial, calefacción, aire acondicionado, desalinización, etc. y a determinados procesos termoquímicos que precisan de tales temperaturas.

Caracteriza a la presente invención los especiales parámetros constructivos y de diseño técnico, del Sistema Óptico de captación y del Sistema de Absorbente del flujo solar, que permiten operar a los equipos colectores del sistema, con una eficiencia muy superior a la conseguida hasta el momento,
5 con los sistemas convencionales de colectores de espejos.

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

10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Las lentes ordinarias presentan graves inconvenientes para la captación de la Energía solar, elevadísimo coste, excesivo peso y aberración esférica, que dificultan o impiden la construcción de lentes de gran tamaño, al objeto de
15 captar gran cantidad de Energía solar

En el estado de la técnica se conoce la Patente Española de número de publicación ES 2 281 231 (P200500134 de 25 de Enero 2.005), de título “Lente Líquida Solar”, que define de forma genérica una lente concentradora de
20 Energía solar, que es una evolución de la Lente de Fresnel (o lente escalonada), inventada a comienzos del siglo XIX, y al igual que ella, se caracteriza por ser una lente delgada, con posibilidad de gran tamaño, la cual ha llegado hasta nuestros días sin que se le haya realizado ninguna mejora de sus características ópticas, que permitan un grado de concentración aceptable,
25 para su utilización como colector de Energía solar, que, con reducida distancia focal proyecte un foco perfectamente concentrado en un entorno de pequeñas dimensiones.

La lente líquida solar definida en dicha patente se caracteriza por su forma
30 constructiva, esto es: escalonada, con facetas curvas por ambas caras, sin aberración esférica o geométrica, delgada, de gran tamaño, de reducida distancia focal y constituida 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 resumen, se agrupan formando módulos de varios recipientes, en configuraciones bi-convexas en los módulos centrales de la lente, pasando a ser plano-convexas y finalmente cóncavo-convexas en el resto de los módulos, en transición suave y estando minimizadas todas las crestas o surcos, así como disponiéndose plana e inclinada hacia el eje óptico la cara lateral de unión de las facetas superior e inferior de cada módulo, eliminando la aberración esférica o geométrica por incorporación en los vasos, de fluidos refractantes con índice de refracción adecuado en cada vaso, volumen reducido, mínimo espesor, peso y adecuación de la pendiente de la curvatura de cada faceta.

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

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

25

$$(Q/A) = (Q/A)_{\text{rad}} = \epsilon \sigma T^4$$

siendo:

ϵ = Emitancia

30 $\sigma = 5'72 \times 10^{-8} \text{ W/cm}^2 \times \text{grado}^4$

T = Temperatura (en grados Kelvin)

Por lo tanto, es objeto de la presente invención desarrollar un sistema condensador de energía solar que evite las elevadas pérdidas térmicas cuando se utilizan sistemas de absorción convencionales, desarrollando un sistema condensador de energía solar con lente líquida como el que a continuación se describe y queda recogido en su esencialidad en la reivindicación primera.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la invención es un sistema condensador de energía solar formado por uno o varios equipos colectores destinados a la captación y absorción de la luz solar, previamente concentrada por refracción, mediante lentes líquidas del tipo cilíndricas colectoras del flujo solar, que proyectan un foco lineal, perfectamente concentrado en un mínimo entorno, en el interior de una cámara de absorción tipo "cuerpo negro", aislada perimetralmente con material del tipo cerámico menos por un orificio longitudinal o ventana de absorción, de reducido ancho, ubicada en su parte superior, a través de la cual penetra el flujo solar refractado, reflejándose en la paredes internas especuladas y proyectándose sobre tubos absorbentes de material selectivo, por donde circula un fluido térmico, produciéndose la transmisión calorífica de la mayor parte de la Energía solar captada, con la máxima eficiencia, al evitar las pérdidas térmicas directas de los conductos absorbentes a través de la ventana de absorción.

La introducción del foco proyectado por las lentes, en una cámara de absorción del tipo cuerpo negro, permite obtener el máximo rendimiento de la Energía solar captada, y supera los inconvenientes de elevadas pérdidas térmicas en sistemas de absorción convencionales.

El empleo de lo que en Física se denomina cuerpo negro, es un elemento capaz de absorber la totalidad de la Energía solar que recibe. Conceptualmente, el "cuerpo negro" es asimilable a una cavidad completamente cerrada, en la que ha previsto un orificio de pequeñas

dimensiones por donde penetra el flujo solar, reduciendo al mínimo las pérdidas térmicas por emitancia que se producen en su interior.

El sistema condensador de energía solar comprende uno o varios equipos
5 colectores que comprenden:

- Un módulo de captación formado por un recinto hermético y estanco, que contiene, en su interior los elementos de un sistema óptico y de un sistema de absorción. El módulo de captación está dotado de:
10
 - una estructura protegida con una carcasa de material resistente y aislante,
 - un vidrio templado y de baja reflectancia dispuesto en su parte frontal, creando en su interior un espacio hermético, aislando el sistema óptico y el sistema de absorción, de los agentes
15 atmosféricos y manteniéndolos alejados de la suciedad ambiental.
- Una Estructura portante y resistente sobre la que está montado el módulo de captación, que podrá adoptar la forma y dimensionado adecuado para cumplir la función de seguidor solar del tipo total (azimutal y vertical), es decir está provisto con medios de seguimiento
20 solar de doble eje.

El Sistema Óptico está formado por un conjunto de lentes líquidas colectoras del tipo cilíndrica que generan focos, perfectamente concentrados, de tipo lineal y cuyas dimensiones han de ser adecuadas a su manejabilidad.
25

El Sistema de absorción está formado por una cámara de absorción, tipo cuerpo negro aislada perimetralmente, y provista con una ventana de absorción, de forma tronco-piramidal invertida, de mínimas dimensiones, ajustada a las dimensiones del foco lumínico refractado, donde dicha ventana
30 de absorción está ubicada en la zona superior de dicha cámara de absorción, a través de la cual penetra el flujo solar refractado, por el sistema óptico

concentrador, al objeto de que las pérdidas térmicas por radiación a través de la propia ventana sean mínimas.

5 La cámara de absorción presenta unas paredes laterales de superficie cilíndrica, especulada revestida con material o lámina metálica de alta reflectancia y aislada perimetralmente con material refractario adecuado del tipo cerámico, define un espacio interior, donde se alojan el elemento
10 absorbedor o absorbente (8), sobre los que se proyecta el flujo lumínico súper concentrado, realizado con material selectivo para captar la mayor cantidad de energía posible, pudiendo ser de aluminio, cobre, acero, cromo negro, etc., para obtener una elevada absorción, baja emitancia, siendo capaces de soportar las temperaturas de trabajo de los procesos térmicos que se desarrollen en ellos, transmitiendo la energía calorífica a un fluido térmico que circula por su interior (pudiendo ser gases, incluso sólidos pulverizados)

15

En los laterales de la ventana de absorción, se dispone de placas reflectantes, paralelas al plano de simetría del flujo solar, al objeto de reflejar y canalizar hacia los tubos o placas absorbentes auxiliares, la emitancia procedente de la cámara de absorción, y, de los elementos contenidos en ella, impidiendo que
20 tales rayos caloríficos reboten de forma indeterminada en el interior de la cámara de absorción.

El sistema óptico podrá contar con un número indeterminado de lentes líquidas colectoras del tipo cilíndricas, en función de la potencia requerida.

25

Las cámaras de absorción tipo cuerpo negro, podrán ser fabricadas o diseñadas con diferente geometría, siempre y cuando cumpla con los requerimientos exigibles para obtener el máximo rendimiento térmico de la Energía solar captada.

30

La estructura portante y resistente, que podrá adoptar la forma y dimensionado adecuado para cumplir la función de seguidor solar del tipo total (azimutal y vertical).

- 5 El módulo de captación que podrá adoptar la forma, dimensiones y configuración apropiados para cumplir la función de mantener aislados, en su interior, a las lentes y la cámara de absorción.

10 Para el sistema de movimiento se podrá utilizar cualquier mecanismo, eléctrico, mecánico hidráulico y de cualquier otra naturaleza que cumpla con la función de dotar de movimiento total al equipo, en el seguimiento solar.

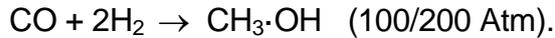
15 Se podrá utilizar para el sistema de seguimiento solar, cualquiera de las tecnologías existentes o que se desarrollen, tanto de forma individual como para el conjunto de equipos que conformen un parque solar, de forma computerizada.

20 La aplicación industrial de la presente invención obedece a la necesidad de lograr un alto nivel en el rendimiento de absorción térmica de la Energía solar, concentrada por grandes lentes, que generan focos de elevada intensidad, que precisan de una superficie de absorción adecuada a la alta concentración lumínica del foco, en función de las temperaturas de trabajo en el nivel de media temperatura (hasta 600°C), para la producción de electricidad con turbinas, frío industrial, calefacción, aire acondicionado, desalinización del agua
25 del mar, etc. y la generación de otros procesos termoquímicos para la obtención de algunos combustibles y materias primas tales como: Metanol, Hidrógeno, C, CO₂, etc.

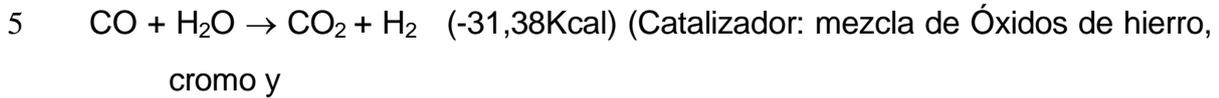
$\Delta T > 600^\circ\text{C}$ (Por craqueo del metano)

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

Δ 300/400°C



Δ 500°C



Torio) (65,7% H₂, 16,1% CO₂, 17,6% H₂O, 0,4% CO).

10 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.

15 A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones la palabra “comprende” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. 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.

20

EXPLICACIÓN DE LAS FIGURAS

25 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente.

30 En la Fig.1, se detalla la estructura y disposición de los elementos de un sistema condensador de energía solar.

En la Fig. 2, se muestra una representación en sección de un módulo de captación de energía solar completo.

En la Fig. 3 se representa en detalle la cámara de absorción tipo cuerpo negro
5 (2) con una configuración específica.

En la Fig. 4 se representa en alzado un colector de energía solar

En la Fig. 5 se representa en planta el esquema de entrada y salida del fluido
10 térmico dentro del módulo de captación de los equipos.

En la figura 6 se muestra una representación de una lente líquida solar tipo cilíndrica como la que forma parte de la invención.

15 **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

A la vista de las figuras se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta.

20 En la figura 1, puede observarse un sistema condensador de energía solar como el que es objeto de la invención y que comprende varios colectores (22) de energía solar, dispuestos sobre una estructura portante horizontal (20).

Cada uno de los colectores (22) comprende un módulo de captación (9)
25 dispuesto sobre una estructura portante (18), donde el módulo de captación (9) aloja una lente líquida (1) colectora del tipo cilíndrica y una cámara de absorción (2).

La lente líquida (1) está protegida por una lámina de vidrio resistente al
30 impacto y de baja reflectancia (10) proporcionando todo ello un total aislamiento frente a la acción de los agentes atmosféricos.

En la figura 2 se puede observar un módulo de captación (9) formado por un recinto hermético y estanco, que contiene, en su interior una lente líquida (1) de superficie cilíndrica protegida por la lámina de vidrio (10), sobre la que incide el flujo solar exterior (3) y tras pasar por la lente líquida (1) se obtiene un flujo solar concentrado (4)

El módulo de captación (9) cuenta con cámara de absorción (2) en la que entra el flujo solar concentrado (4) a través de una ventana de absorción (5) que presenta una forma tronco piramidal invertida y de mínimas dimensiones. La cámara de absorción (2) presenta exteriormente un aislamiento perimetral (12), mientras que en su interior está revestida con materia o con una lámina metálica reflectante (7) de manera que el flujo solar (6) dentro de la cámara se refleja sobre dicho revestimiento para lograr un flujo superconcentrado (11) que incide sobre unos tubos absorbentes (8) por el que circula un fluido caloportador, produciéndose la transferencia térmica con mínimas pérdidas y alto rendimiento.

En la figura 3, que muestra en detalle la cámara de absorción (2), se pueden apreciar entre otros detalles constructivos:

- 20 - una placa de vidrio (tipo pirex o cuarzo) (13), para evitar la entrada de suciedad en su interior, siendo su disposición una realización complementaria
- unos medios auxiliares de absorción térmica para desviar la reflectancia del flujo solar hacia los tubos o placas absorbentes auxiliares y evitar la emitancia y convección térmicas procedentes de los elementos alojados en la cámara de absorción (2), que la forma de realización mostrada
- 25 consistente en:
 - o láminas reflectantes (14) dispuestas en el interior de la cámara de absorción y en los laterales de la ventana de absorción (5)
 - 30 simétricas respecto al plano de simetría del flujo solar, que reciben las emisiones térmicas procedentes de la cámara de absorción

- vidrios anti-emitancia (15),

En la figura 4 se muestra la representación de un colector de energía solar y que como puede observarse comprende: el módulo de captación (9) montado
5 sobre la estructura portante (18) mediante una unión articular (17) que le permite el giro respecto de una eje horizontal.

La estructura portante (18) que está unida a la estructura horizontal (20) por medio de unos anclajes (19), y está provista de un mecanismo de
10 desplazamiento vertical (16) hidráulico o eléctrico del módulo de captación (9).

El módulo de captación (9) cuenta con unos mecanismos de conexión móviles (21) entre el módulo de captación (9) y la estructura horizontal giratoria (20), para salvar sus desplazamientos, por efecto del seguimiento solar.

15

En la figura 5 se representa, en planta, un módulo de captación (9) con el esquema de entrada y salida del fluido caloportador (23).

La figura 6 que muestra una posible realización de la lente líquida (1) que en la
20 realización mostrada comprende la mitad de dicha lente, por ser simétrica, estando conformada por dos mitades simétricas 18 vasos (V-1 a V-18), cada una de las mitades y que para una construcción con precisión para una lente líquida solar de 150 cm de ancho, con 65,5 cm de distancia focal y longitud adecuada a su manejabilidad contaría con los siguientes parámetros.

25

MODULOS	Vaso s	I.R	Radio de Curvatura cara superior	Radio de Curvatura cara inferior
D	18	1'33	725 mm	325 mm
	17	1'33		385 mm
C	16	1'38		600 mm
	15	1'38		1000 mm
	14	1'38		1900 mm
	13	1'38		4500 mm
	12	1'38		Recta
B	11	1'43	725 mm	5600 mm
	10	1'43		4500 mm
	9	1'43		3300 mm
	8	1'43		2800 mm
A	7	1'46	725 mm	2200 mm
	6	1'46		1800 mm
	5	1'46		1647 mm
	4	1'46		1697 mm
	3	1'46		1600 mm
	2	1'46	725 mm	1500 mm
	1	1'46		1500 mm

5 Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema condensador de energía solar caracterizado por que comprende uno o varios colectores de energía solar donde cada colector a su vez
5 comprende

- Un **módulo de captación (9)** formado por un recinto hermético y estanco, que contiene, en su interior los elementos de un sistema óptico formado por una lente líquida (1) de superficie cilíndrica y de un sistema
10 de absorción formado por una cámara de absorción (2) por cuyo interior discurren unos tubos absorbedores (8).

- Una Estructura portante (18) y resistente sobre la que está montado el módulo de captación (9), y está provisto con medios de seguimiento
15 solar de doble eje.

2.- Sistema condensador de energía solar, según la reivindicación 1 caracterizado por que la cámara de absorción (2) cuenta con una ventana de absorción (5) que tiene una forma tronco piramidal invertida, donde la cámara
20 de absorción (2) presenta exteriormente un aislamiento perimetral (12), mientras que en su interior está revestida con materia o con una lámina metálica reflectante (7).

3.- Sistema condensador de energía solar, según la reivindicación 2 caracterizado por que la ventana de absorción (5) está provista de una placa de
25 vidrio (tipo pirex o cuarzo) (13), para evitar la entrada de suciedad en su interior, y de unos medios auxiliares de absorción térmica para desviar la reflectancia del flujo solar hacia los tubos o placas absorbentes auxiliares y evitar la emitancia y convección térmicas procedentes de los elementos
30 alojados en la cámara de absorción (2),

4.- Sistema condensador de energía solar, según la reivindicación 3 caracterizado por que los medios auxiliares de absorción térmica para desviar la reflectancia del flujo solar consistente en:

- 5 ○ Unas láminas reflectantes (14) dispuestas en el interior de la cámara de absorción y en los laterales de la ventana de absorción (5) simétricas respecto al plano de simetría del flujo solar, que reciben las emisiones térmicas procedentes de la cámara de absorción
- Unos vidrios anti-emitancia (15).

10

5.- Sistema condensador de energía solar, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el módulo de captación (9) está montado sobre la estructura portante (18) mediante una unión articular (17) , donde dicha estructura portante cuenta con un mecanismo de desplazamiento vertical (16) hidráulico o eléctrico del módulo de captación, mientras que el módulo de captación (9) cuenta con unos mecanismos de conexión móviles (21) entre el módulo de captación (9) y una estructura horizontal giratoria (20) sobre la que está montada la estructura portante (18).

15

6.- Sistema condensador de energía solar, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la lente líquida (1) está conformada por dos mitades simétricas de 18 vasos cada una , tiene 150 cm de ancho, 65,5 cm de distancia focal y los siguientes parámetros relativos a cada vaso.

25

MODULOS	Vaso s	I.R	Radio de Curvatura cara superior	Radio de Curvatura cara inferior
D	v-18	1'33	725 mm	325 mm
	v-17	1'33		385 mm
C	v-16	1'38		600 mm
	v-15	1'38		1000 mm
	v-14	1'38		1900 mm
	v-13	1'38		4500 mm
	v-12	1'38		Recta
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

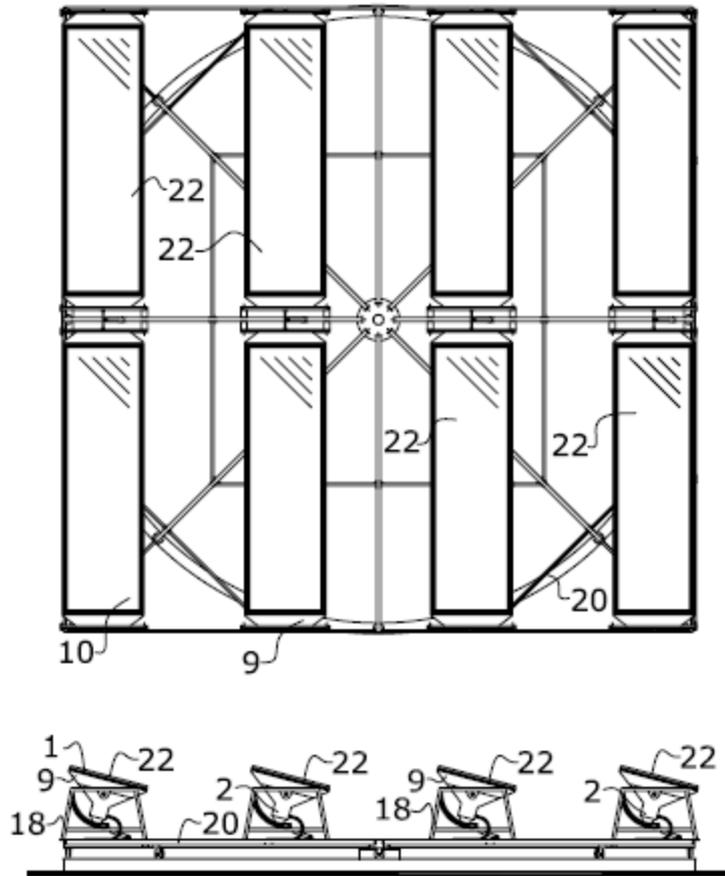


FIG.1

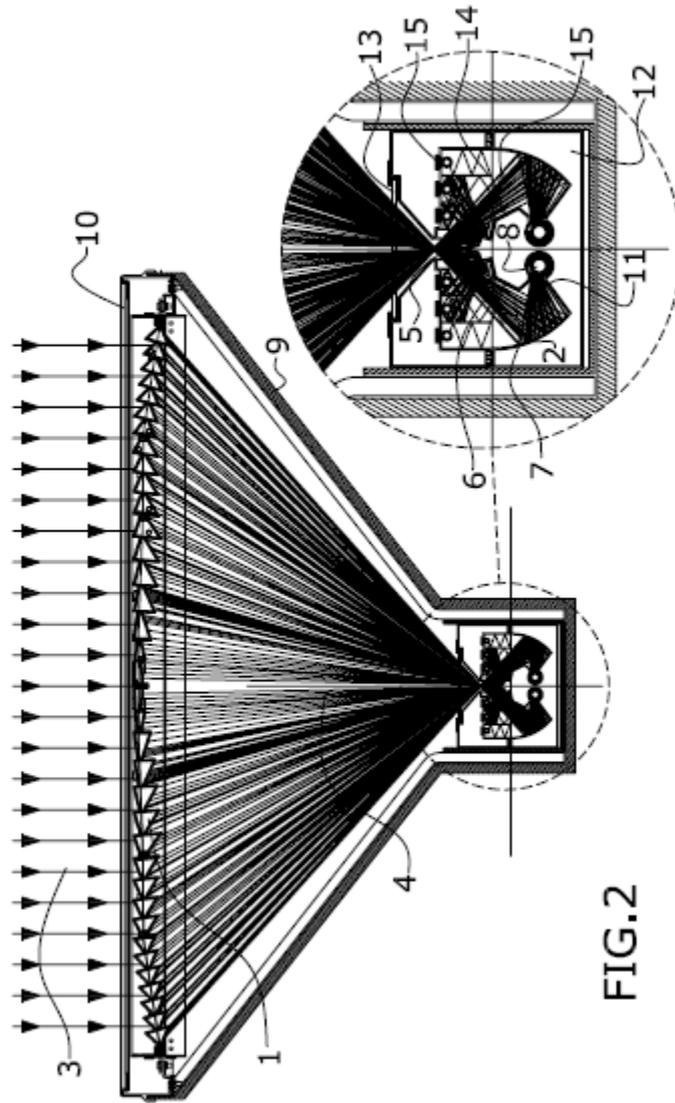


FIG.2

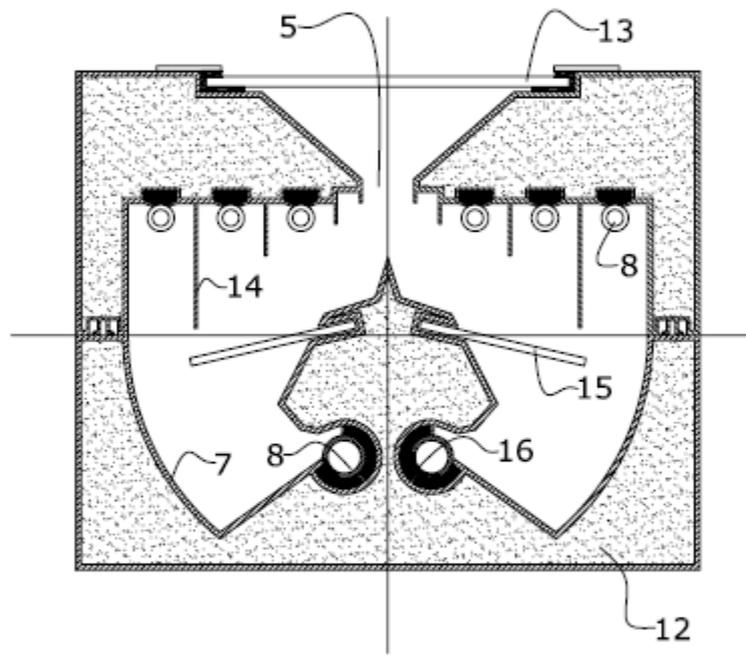


FIG.3

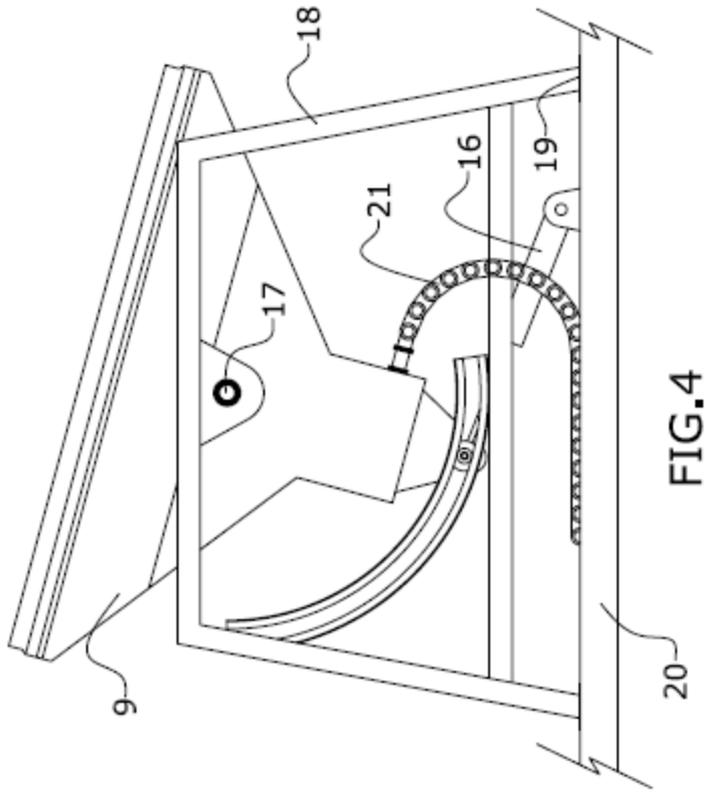
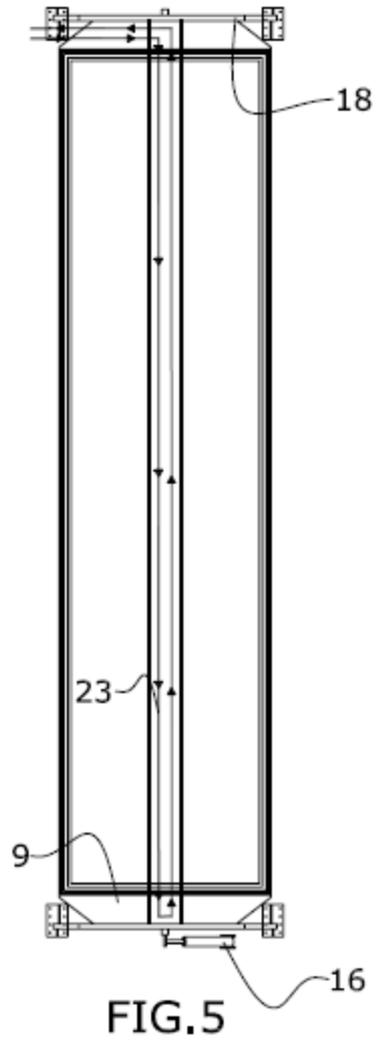


FIG. 4



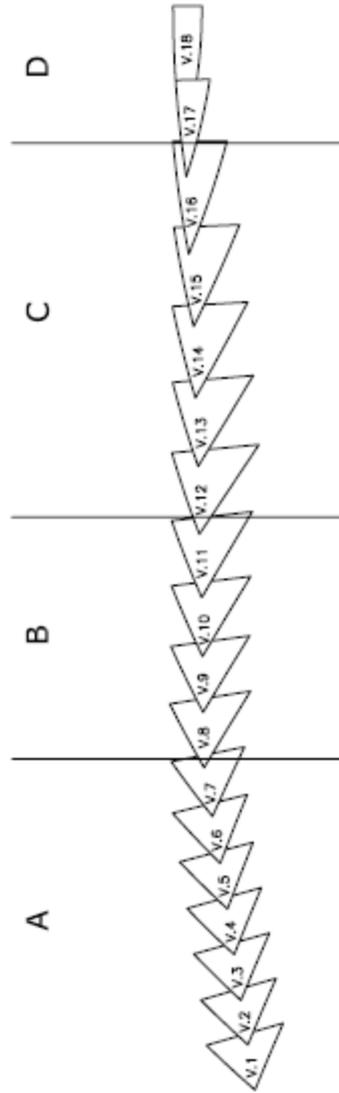


FIG.6