

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 438**

51 Int. Cl.:

H02S 20/32 (2014.01)

H02S 40/22 (2014.01)

H02S 40/44 (2014.01)

H01L 31/054 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.06.2016 PCT/NO2016/050123**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.12.2016 WO16200276**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2016 E 16731676 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3308459**

54 Título: **Sistema fotovoltaico de concentración, flotante**

30 Prioridad:

11.06.2015 NO 20150767

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

16.03.2020

73 Titular/es:

**SVALIN SOLAR AS (100.0%)
Badehusgata 45
4014 Stavanger, NO**

72 Inventor/es:

ASLAKSEN, ÅGE EIVIND

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 748 438 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 fotovoltaico de concentración, flotante

5 La presente invención se refiere a un módulo flotante para concentrar la radiación solar incidente sobre elementos fotovoltaicos. Más específicamente, la presente invención se refiere a un módulo flotante que comprende una pluralidad de elementos fotovoltaicos, proporcionados en forma de tiras alargadas, cada uno con una superficie para recibir la radiación solar incidente, una pluralidad de reflectores con superficies cóncavas primarias para concentrar dicha radiación solar incidente sobre dichos elementos fotovoltaicos, dichos reflectores tienen ejes longitudinales sustancialmente paralelos a dichas tiras alargadas, y una base sobre la que están colocados dichos reflectores y elementos fotovoltaicos. La presente invención también se refiere a un sistema que incluye uno o más de tales módulos, así como a un procedimiento para instalar y operar un sistema de ese tipo.

15 En la industria fotovoltaica existe el objetivo continuamente en curso de reducir el precio de la energía producida. Hace veinticinco años, las células solares/fotovoltaicas (PV) aún se consideraban un nicho de mercado y sólo resultaban interesantes en áreas de aplicaciones autónomas y espaciales en las que otras fuentes de energía no estaban disponibles o eran demasiado costosas. Actualmente, la situación ha cambiado por completo. El aumento del rendimiento de la célula con la reducción de los costos de producción e instalación ha reducido los tiempos de recuperación del capital invertido de la energía para los módulos solares de manera significativa. No obstante, asimismo aún queda por delante un camino necesario para los sistemas fotovoltaicos, a saber, una reducción adicional en el precio de la electricidad solar de modo de que se vuelvan competitivos en términos de costos con otras fuentes de energía. En un reciente artículo en la revista Nature Energy se concluye con que *"el costo instalado de la energía solar debe caer drásticamente para permitir la penetración del 30% para el año 2050"*. Básicamente, esto se puede lograr mediante la reducción de los costos de producción e instalación sin dificultar el rendimiento del módulo, o mediante el aumento de la generación de energía sin aumentar los costos de producción e instalación. Preferentemente mediante ambos.

25 En un sistema PV instalado, el costo de los elementos fotovoltaicos (PV) (células solares) representa hoy en día aproximadamente un tercio de los costos totales de material. Este elevado costo de los materiales se ha intentado reducir mediante la concentración de la radiación solar incidente por medio de reflectores o lentes de concentración. En tales sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV) la asignación de costos en el sistema instalado se desplaza de los elementos fotovoltaicos a los costos de instalación y otros sistemas debido a la menor necesidad de materiales PV y a la creciente necesidad de infraestructura relativamente complicada requerida para concentrar la radiación solar incidente, incluyendo la necesidad de refrigeración y también, potencialmente, de seguir el movimiento del sol en el cielo, a menudo en varios ejes giratorios. A pesar de las mejoras significativas logradas en el costo por vatio durante las últimas décadas, aún existe la necesidad de reducir el costo de la energía PV.

35 El documento US 4.771.764 desvela un sistema de recolección y conversión de la energía solar, de seguimiento, con dos ejes, con capacidad de flotación, que emplea múltiples lentes colectores para redirigir la luz del sol para la concentración sobre células fotovoltaicas.

La tecnología anterior relevante también se desvela en los siguientes documentos:

- Documento WO 2012/131543 A1;
- Documento DE 10 2009 038090 A1; y
- Documento US 4.296.731 A.

40 Es un objeto de la presente invención proporcionar un módulo y sistema de CPV con bajos costos de producción, instalación y mantenimiento.

La presente invención tiene por objeto general remediar o reducir al menos uno de los inconvenientes de la técnica anterior, o al menos proporcionar una alternativa útil a la técnica anterior.

45 El objeto se consigue a través de características, que se especifican en la siguiente descripción y en las reivindicaciones que siguen.

La presente invención se define por las reivindicaciones independientes de la patente. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones ventajosas de la presente invención.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un módulo flotante para concentrar la radiación solar incidente sobre elementos fotovoltaicos, el módulo comprende:

- 50
- una pluralidad de elementos fotovoltaicos, proporcionados como tiras alargadas sustancialmente paralelas, en la que cada uno tiene una superficie para recibir la radiación solar incidente;

- una pluralidad de reflectores lineales con superficies cóncavas primarias para concentrar dicha radiación solar incidente sobre dichos elementos fotovoltaicos, dichos reflectores tienen ejes longitudes horizontales sustancialmente paralelos a dichas tiras alargadas; y
 - una base sobre la que se colocan dichos reflectores y elementos fotovoltaicos, en la que
- 5
- dichos elementos fotovoltaicos se colocan de manera no horizontal en dicha base de manera que una porción normal de dicha superficie para recibir la radiación solar incidente tiene un componente vertical dirigido hacia arriba.

10 La mayor parte de la luz solar incidente se concentra y dirige hacia abajo desde la superficie cóncava del reflector y sobre el elemento PV. Esto implica que el elemento PV no obstruye/ni proyecta sombra sobre la radiación solar incidente, lo que aumenta la eficiencia de conversión. Al mismo tiempo, la orientación no horizontal de los elementos PV evita que el polvo y otras impurezas no deseadas se acumulen en los mismos, evitando de este modo la proyección de sombra y el potencial calentamiento en "puntos calientes", mientras que al mismo tiempo reduce los costos de mantenimiento. La forma cóncava de la superficie primaria permite que la radiación solar incidente se concentre de manera sustancialmente uniforme sobre el área de superficie de recepción completa del elemento PV.

15 Los elementos PV usados en el módulo se pueden fabricar a partir de células solares disponibles comercialmente montadas, o los elementos PV pueden ensamblarse a partir de células solares específicamente realizadas o cortadas para su uso en el módulo. Las células solares pueden ser células solares basadas en silicio, pero igualmente pueden utilizarse otros tipos de células solares. En ciertas realizaciones, las células solares de silicio pueden ser células solares de contacto trasero o unión trasera o pueden ser células solares de heterounión, como comprenderán aquellos con experiencia en la técnica.

20

25 En una realización preferida, como se describe más detalladamente a continuación con referencia a las figuras adjuntas, los reflectores pueden proporcionarse en filas formando una estructura continua con los elementos PV conectados a la misma. La dirección de cada fila define entonces el eje longitudinal de los reflectores. En una realización, los elementos PV pueden colocarse ligeramente por encima del punto más bajo de la estructura de reflector continua, es decir, el punto más cercano al agua en una posición de uso, a fin de reducir en forma adicional el riesgo de que impurezas, principalmente polvo, proyecten sombra sobre la superficie de recepción de los elementos PV.

30 La base es sustancialmente plana, lo que implica que los reflectores y elementos PV se proporcionan de forma sustancialmente horizontal y a la misma altura. Esto contrasta con algunos sistemas CPV en los que los diferentes reflectores y elementos PV se proporcionan en bastidores complicados con diferentes niveles de altura y con seguimiento alrededor de múltiples ejes. Como tal, una estructura de base simple y plana proporciona un módulo robusto y de fácil instalación en un sistema CPV flotante como se describe a continuación. Una base plana también asegura que los elementos PV pueden proporcionarse cerca de una superficie de la base que puede estar en contacto directo con el agua, lo que puede mejorar significativamente la refrigeración de los elementos PV. En una realización preferida, dicha base puede proporcionarse con una superficie superior y una superficie inferior, y en la que dicha pluralidad de elementos fotovoltaicos se puede proporcionar en contacto con dicha superficie superior de la base, lo que puede ser beneficioso para la refrigeración de los elementos PV calentados. Otra ventaja de un módulo sustancialmente plano es que no hay necesidad de bombear agua por encima de la línea de agua para proporcionar una refrigeración suficiente para los elementos PV, lo que deriva en un menor consumo de energía mientras que al mismo tiempo se elimina el riesgo de fugas de agua.

35

40

45 En una realización preferida, entre dichas superficies superiores e inferiores, la base puede proporcionarse con conductos que se extienden sustancialmente en paralelo a dichas tiras alargadas de los elementos PV. Los conductos pueden permitir que el agua fluya a través de la base en paralelo con elementos PV para mejorar su refrigeración. En una vista en sección transversal, en un plano normal a la dirección longitudinal de los conductos, la base, entre las superficies superiores e inferiores, puede tener el aspecto de una celosía, que puede ser beneficioso para el flujo de agua de refrigeración, para conducir el calor de los elementos PV y hacia abajo en el depósito de agua dado que la celosía actúa como un disipador de calor, y para dar a la base una estabilidad y resistencia mecánica mejoradas.

50 En una realización, dichos reflectores pueden comprender una porción exterior que incluye un material de superficie reflectante exterior y una porción interior que comprende una estructura de estabilización. El material de superficie reflectante exterior típicamente puede ser una capa de un metal altamente reflectante, tal como aluminio, mientras que las estructuras de estabilización interiores pueden formarse como nervaduras, una celosía, una estructura de panal de abejas u otra estructura fuerte de peso liviano. La estructura de estabilización interior puede estar hecha del mismo material que la superficie reflectante o puede proporcionarse en un material diferente. La estructura de estabilización dentro de los reflectores también puede ser un material de relleno con una densidad relativamente baja, pero con buena resistencia mecánica. En una realización, puede ser un material de espuma sintética de peso liviano, mientras que en otra realización puede ser madera balsa. La estructura de estabilización interior, de acuerdo con cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente, tiene la ventaja de reducir el costo y peso del módulo, lo que puede simplificar la instalación sin comprometer la resistencia mecánica. También cabe señalar que la porción exterior se puede proporcionar como una lámina delgada de un material reflectante proporcionado en la parte superior

55

de un perfil que proporciona más estabilidad, o la porción exterior puede incluir una estructura sándwich o laminada soportada por dicha estructura de estabilización interior, en la que la capa exterior de tal estructura sándwich o laminada es la superficie reflectante.

5 En una realización, dicha pluralidad de reflectores puede además estar formada con superficies convexas secundarias para reflejar la radiación solar no directa y difusa sobre dichos elementos fotovoltaicos. Una superficie convexa será obviamente la parte trasera de una superficie cóncava primaria. Dado que los reflectores normalmente se proporcionan de forma lineal en filas consecutivas, la parte trasera convexa de la "fila siguiente" por lo tanto actúa como un reflector secundario para la luz difusa y otra luz incidente que no se refleja directamente desde el reflector cóncavo y sobre el elemento PV. Una porción inferior de los reflectores, que define una transición entre la superficie cóncava de un reflector y la superficie convexa del siguiente reflector también puede actuar como un reflector secundario.

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un sistema para concentrar la radiación solar incidente sobre elementos fotovoltaicos, el sistema comprende:

- un módulo flotante de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención;
- 15 - un depósito de agua con un área sobre el terreno adaptada para alojar dicha base; y
- un medio de rotación para hacer girar dicha base en dicho depósito de agua alrededor de un eje sustancialmente vertical.

20 En su forma más simple, el sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, básicamente puede proporcionarse como un depósito de agua en el que uno o más módulos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención se proporcionan de forma giratoria. El depósito de agua puede ser un depósito natural o puede crearse artificialmente. En una realización preferida, el depósito de agua puede ser sustancialmente circular, lo que puede maximizar el uso del área mientras al mismo tiempo permite la rotación de uno o más módulos en el depósito. Preferentemente, dichos uno o más módulos también pueden proporcionarse como o ensamblados a una forma sustancialmente circular de ajuste complementario en el depósito.

25 En una realización, los medios de rotación se pueden proporcionar como una parte del módulo flotante, lo que puede simplificar en forma adicional la instalación del sistema dado que el módulo puede ser más o menos totalmente autónomo y requerir muy poca infraestructura adicional en el sitio para tomarse operativo. Los medios de rotación pueden incluir un dispositivo motorizado que engrana una pared o una porción inferior de dicho depósito de agua de modo de girar el módulo con respecto a las paredes circundantes del depósito de agua. En una realización, los medios de rotación pueden simplemente ser una o más ruedas giratorias que crean rotación por contacto de fricción entre las paredes mencionadas del depósito de agua y el módulo. Alternativamente, los medios de rotación pueden proporcionarse externamente desde el módulo, típicamente en las paredes del depósito de agua.

35 En una realización preferida, el sistema puede comprender además un medio de seguimiento para controlar la rotación del módulo de manera tal que los ejes longitudinales de dichos reflectores lineales estén orientados hacia un punto en el horizonte sustancialmente verticalmente por debajo de la posición del sol en el cielo. El seguimiento puede ser beneficioso para optimizar el rendimiento del sistema CPV flotante. En la realización más simple, el seguimiento puede realizarse mediante el inicio y la rotación del módulo a una velocidad predeterminada con base en el conocimiento sobre el movimiento diario del sol en el cielo. Alternativamente, el sistema puede estar proporcionado con un sensor óptico de seguimiento de la posición del sol en el cielo y girando el módulo a partir de entonces.

40 En una realización, el sistema puede comprender una bomba para hacer circular agua desde la parte inferior del depósito de agua y hacia el módulo flotante. Esto puede ser beneficioso para desplazar agua fría hacia la base flotante, lo que puede conducir a una mejor refrigeración y por lo tanto mejorar la eficiencia de conversión para los elementos PV. Aquellos con experiencia en la técnica saben que la eficiencia de conversión para los elementos PV se reduce al aumentar la temperatura. Para los conceptos de PV no concentrados, el calor excesivo no suele ser un gran problema, y por lo general el costo de refrigeración no se justifica. En los sistemas PV concentrados, sin embargo, el calor excesivo puede llegar a ser un gran problema y a reducir severamente la eficiencia de la conversión si al menos no está parcialmente remediado por la refrigeración.

45 En una realización la parte superior de dicho módulo puede estar revestida por un cristal, y el módulo puede estar encapsulado de manera hermética al agua. El vidrio puede proteger a los módulos de los alrededores, y también puede facilitar la limpieza de los módulos dado que pueden utilizarse formas más agresivas de lavado/limpieza que de otra forma potencialmente podrían dañar al módulo. En una realización, la limpieza puede llevarse a cabo por medio de robots de lavado. Otra ventaja de la limpieza de un sistema PV flotante, es que el agua puede ser reciclada. La encapsulación puede permitir que todo el módulo se baje a mayor profundidad, es decir, se proporcione con menos flotabilidad, en el agua de modo que los elementos PV se proporcionen por debajo de la línea del agua durante el uso, lo que puede conducir a una mejor refrigeración.

En una realización, el sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención se puede combinar con un sistema para la producción de agua caliente. Esto puede ser particularmente interesante si el sistema se

proporciona en una azotea o está conectado a un consumidor local de cualquier otra forma. La idea es que el agua que se ha calentado durante la refrigeración del módulo, y en particular durante la refrigeración de los elementos PV, se utilice como agua caliente en un hogar. Los canales/conductos de agua pueden estar conectados a la cara inferior de la base, o, preferentemente, en la cara inferior de la encapsulación, de estar presente. Después, el agua se hace circular en estos conductos a lo largo de dichos elementos PV, a través de lo que se intercambia calor entre los elementos PV calentados y el agua. El sistema de producción de agua caliente puede dar al sistema PV un valor añadido significativo sin limitar la eficiencia de conversión de PV y sin aumentar el costo del sistema de ninguna manera significativa.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para ensamblar un sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención, el procedimiento comprende las etapas de:

- proporcionar un depósito de agua mediante la colocación de una pared, preferentemente sustancialmente circular, que define un volumen con un área cerrada sobre el terreno;
- añadir una membrana hermética al agua sobre dicha área cerrada sobre el terreno;
- llenar al menos una porción del volumen definida por la pared con agua;
- proporcionar uno o más módulos de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención sobre el agua en el depósito de agua.

El sistema basado en un módulo, y potencialmente autónomo, hace que la instalación sea especialmente fácil y requiera muy poco tiempo. En la versión más simple, el módulo simplemente puede estar elevado sobre el agua en el depósito de agua y estar más o menos listo para su uso desde el principio. La potencial construcción liviana de los reflectores y la base puede incluso eliminar la necesidad de uso de equipos de elevación pesados para instalar los módulos. Los módulos pueden estar dimensionados de manera tal que puedan ser transportados por medio de contenedores de transporte estandarizados.

Después de ensamblar el sistema, el procedimiento puede también incluir producir energía, y potencialmente agua caliente, por medio del sistema ensamblado. Preferentemente, el método también incluye las etapas de

- seguir el movimiento del sol en el cielo; y
- girar dichos uno o más módulos de manera tal que los ejes longitudinales de dichos reflectores estén orientados hacia un punto en el horizonte sustancialmente verticalmente por debajo de la posición del sol en el cielo para optimizar la producción de energía.

A continuación, se describe un ejemplo de una realización preferida ilustrada en las figuras adjuntas, en las que:

La Fig. 1 muestra, en una perspectiva de vista lateral, un módulo de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención;

La Fig. 2 muestra, en una vista ampliada, un detalle de la Fig. 1;

La Fig. 3 muestra, en una vista en perspectiva y parcialmente seccionada, un sistema de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención; y

Las Figs. 4-7 muestran, esquemáticamente, un procedimiento para ensamblar un sistema como se muestra en la Fig. 3.

A continuación, el número de referencia 1 denota un módulo de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, mientras que el número de referencia 10 se utiliza para denotar un sistema que comprende uno o más de dichos módulos 1. Se utilizan números de referencia idénticos para indicar características iguales o similares en las figuras. Las figuras se muestran simplificadas y esquemáticamente y las diversas características de las figuras no están necesariamente representadas a escala.

La Fig. 1 muestra un módulo 1 de acuerdo con la presente invención. El módulo 1 comprende una pluralidad de células fotovoltaicas (PV) 2 ensambladas para formar elementos fotovoltaicos 4 en forma de tiras alargadas. Las tiras alargadas 4 pueden estar hechas de una serie de células fotovoltaicas disponibles comercialmente 2 o las células fotovoltaicas 2 se pueden producir y/o cortar específicamente para su uso en este módulo 1. A lo largo de cada tira 4 se proporciona un reflector lineal 6 formado con una superficie cóncava reflectante primaria 8 para concentrar la radiación solar incidente 12 sobre las tiras alargadas de los elementos PV 4. Los ejes longitudinales L de los reflectores se definen como colocados en paralelo con las tiras alargadas 4. La radiación solar incidente se indica mediante las líneas punteadas verticalmente entrantes en sólo una parte de la figura por propósitos de claridad. Después de impactar en la superficie cóncava reflectante primaria 8, la radiación solar incidente 12 es dirigida y concentrada hacia abajo, opuesta a la dirección incidente, sobre los elementos PV 4 como se indica en la figura. Debido a la forma cóncava de la superficie reflectante primaria 8, la radiación solar incidente 12 se centra sustancialmente de manera uniforme sobre una superficie de recepción 14 de los elementos PV 4. Los elementos PV 4 están orientados de manera

tal que una superficie normal (N) de la superficie de recepción 14 tenga una porción normal con un componente vertical dirigido hacia arriba, como puede observarse mejor en la vista ampliada en la Fig. 2. Esto implica que ambos elementos PV 4 pueden estar situados fuera de la radiación solar directamente incidente 12, a fin de evitar la obstrucción, y así evitar o al menos reducir de manera significativa el problema de la acumulación de impurezas, tal como arena, hojas, etc. El aspecto en vista lateral de los reflectores 6 se puede describir como parecido al de una pluralidad de filas de asientos, tal como en un autobús, en el que los asientos están muy juntos y forman una estructura más o menos continua. Cada superficie cóncava reflectante primaria 8 tiene una transición suavemente curvada 16 en una porción inferior sustancialmente horizontal 18 (la "parte del asiento"), en la que los elementos PV se colocan en los extremos distales 20 de las porciones inferiores 18. Los elementos PV 4 marcan la transición desde la porción inferior 18 de un reflector 6 a una superficie convexa reflectante secundaria 22 del siguiente reflector 6. La superficie convexa reflectante secundaria 22 y la porción inferior 18 reflejan la luz difusa y otra radiación solar incidente no directa sobre los elementos PV 4. Por esta configuración, la distancia entre la superficie cóncava reflectante primaria 8 y la superficie de recepción 14 de los elementos PV se maximiza, lo que es beneficioso para la obtención de una reflexión tan normal (perpendicular) como sea posible desde el lado cóncavo reflectante primario y sobre la superficie de recepción 14. La colocación de los elementos PV 4 cerca de la porción inferior 18 del reflector 6 también mantiene a los elementos PV cerca del agua en una posición de uso, lo que es beneficioso para la refrigeración como se describe a continuación. Al mismo tiempo, los elementos PV 4 se colocan ligeramente por encima del punto más bajo 24 de la porción inferior 18, lo que también reduce el riesgo de acumulación de impurezas. En la realización mostrada, la distancia entre las filas de reflectores 6 es de aproximadamente 10 cm. En otras realizaciones la distancia puede estar en el intervalo de 5 cm a 20 cm, sin embargo, la presente invención no está limitada a ninguna distancia específica entre las filas de reflectores 6.

En la realización mostrada, los reflectores 6 están formados con una porción exterior 28 que comprende una capa reflectante de aluminio en el exterior y una porción interior 30 con una estructura de estabilización adentro. La estructura de estabilización 30 no se muestra en detalle en la figura, pero diversas realizaciones se discutieron en la parte general de la descripción anterior. La estructura de estabilización interior reduce los costos y el peso del material y aumenta la flotabilidad del módulo 1. En la transición curvada 16 entre la superficie cóncava reflectante primaria 8 y la porción inferior 18 los reflectores 6 se forman con una protuberancia 26/aumento de la porción de anchura que contribuye al aumento de la flotabilidad, lo que justifica además una construcción más delgada de los reflectores en un área 32 por debajo de los elementos PV 4, lo que reduce la distancia entre los elementos PV 4 y el agua para una refrigeración mejorada. Cerca de sus extremos superiores 34, los reflectores 6 se vuelven delgados/puntiagudos con el fin de reducir la proyección de sombra tanto como sea posible. Los extremos superiores puntiagudos 34 son también beneficiosos desde un punto de vista de la construcción dado que el momento de acción sobre los reflectores 6 se reduce hacia sus extremos superiores 34.

La estructura continua de los reflectores 6 y elementos PV 4 se coloca sobre una base 3, a la que los reflectores están conectados por medios de conexión no mostrados. Los medios de conexión pueden ser, por ejemplo, uno de pegamento, pernos o tornillos o una combinación de los mismos. La base 3 está formada con una superficie superior 36 y una superficie inferior 38 con conductos 40 que se extienden en paralelo con los elementos PV 4 entre las superficies superiores e inferiores 36, 38. A medida que el agua circula a través de los conductos 40, los elementos PV 4, que pueden llegar a estar muy calientes debido a la concentración de la luz del sol, se enfrían. En la realización mostrada, los conductos 40 están formados con secciones triangulares transversales para dar la base 3, en una vista lateral o en sección, el aspecto de una celosía. Las formas triangulares de los conductos 40 también son beneficiosas para reforzar la construcción de la base 3.

La Fig. 2 muestra una vista detallada del área marcada con un rectángulo punteado en la Fig. 1. La figura muestra con algo más de detalle la porción normal N de la superficie de recepción 14 de los elementos PV 4, y su componente vertical dirigido hacia arriba V. El componente horizontal H también se indica en la figura.

La Fig. 3 muestra una vista lateral parcialmente cortada de un sistema 10 de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención. En la realización mostrada, se da al módulo 1 una forma sustancialmente circular de modo que encaje de manera complementaria en el área sobre el terreno 42 de un depósito de agua 44 cuyo volumen está definido por una pared 46 y una membrana hermética al agua 48. En una realización alternativa, como se indica esquemáticamente con referencia a las siguientes figuras, el sistema 10 puede comprender una pluralidad de módulos 1 ensamblados de forma de encajar en un depósito de agua 44, mientras se optimiza el uso de su área sobre el terreno 42. El módulo sustancialmente circular 1 se proporciona giratoriamente en el depósito de agua 44. En la realización mostrada, los medios de rotación 50, en la forma de una pluralidad de ruedas, de las cuales uno o más pueden estar activamente accionadas, se proporcionan en el módulo 1 y se adaptan para enganchar el interior de la pared 46 a fin de crear la rotación del módulo 1 en el depósito de agua 44 por medio de la fricción entre el interior de la pared 46 y las ruedas 50. El módulo 1 se hace girar alrededor de un eje vertical que no se muestra en una dirección en sentido horario como se indica por la flecha punteada curva. El sistema además se proporciona con un medio de seguimiento 52, en la presente memoria en la forma de un sensor óptico adaptado para seguir el movimiento del sol por el cielo. El movimiento solar detectado se lee en una unidad de control, no mostrada, que controla además la rotación de manera tal que la dirección longitudinal L de los reflectores lineales 6, como se muestra en la Fig. 1, se dirija siempre hacia un punto en el horizonte sustancialmente verticalmente por debajo del sol. El sistema 10 también se muestra comprendiendo una bomba 54 adaptada para hacer circular agua desde la parte inferior del depósito de agua 44 y

hacia arriba la base 3. El flujo de agua, que se indica con flechas en la figura, después resulta principalmente de la bomba 54 que hace circular agua a través de los conductos 40 en la base 3.

5 Las Figs. 4-7 muestran muy esquemáticamente un procedimiento de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención, a saber, un procedimiento para ensamblar un sistema 10 de acuerdo con el segundo aspecto de la presente invención. Una pared 46 está configurada, en la presente memoria mostrada en una forma circular, después de lo que una membrana hermética al agua 48 se encaja en el área sobre el terreno 42 cerrada por la pared. El volumen definido por la pared se llena entonces con agua 56, y, finalmente, uno o más módulos 1 de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención se elevan en el depósito de agua 44 de modo que floten en el mismo. En la realización esquemática mostrada en la Fig. 7, varios módulos 1 están ensamblados de forma de crear una forma sustancialmente circular de ajuste complementario en el depósito de agua 44.

10 Cabe destacar que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran más que limitan la presente invención, y que aquellos con experiencia en la técnica serán capaces de diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia colocado entre paréntesis no debe interpretarse como limitando la reivindicación. El uso del verbo "comprender" y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o etapas diferentes a los mencionados en una reivindicación. El artículo "un" o "una" precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos.

15 El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de tales medidas no pueda utilizarse de manera ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Módulo flotable (1) para concentrar la radiación solar incidente (12) sobre elementos fotovoltaicos (4), el módulo (1) comprende:
 - 5 - una pluralidad de elementos fotovoltaicos (4), proporcionados como tiras alargadas sustancialmente paralelas, en la que cada uno tiene una superficie (14) para recibir la radiación solar incidente (12);
 - 10 - una pluralidad de reflectores lineales (6) con superficies cóncavas primarias (8) para concentrar dicha radiación solar incidente (12) sobre dichos elementos fotovoltaicos (4) de manera sustancialmente uniforme sobre dichas superficies (14) para recibir la radiación solar incidente, dichos reflectores (6) tienen ejes longitudes horizontales (L) sustancialmente paralelos a dichas tiras alargadas paralelas (4); y
 - una base sustancialmente plana (3) sobre la que dichos reflectores (6) y elementos fotovoltaicos (4) están colocados, por lo que los elementos PV (4) y los reflectores (6) se proporcionan a la misma altura, **caracterizado porque**
 - 15 - dichos elementos fotovoltaicos (4) se colocan de manera no horizontal sobre dicha base (3) de manera tal que una porción normal (N) de dicha superficie (14) para recibir la radiación solar incidente (12) tiene un componente vertical dirigido hacia arriba (V).
2. Módulo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha base (3) es sustancialmente plana.
3. Módulo (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la base (3) se proporciona con una superficie superior (36) y una superficie inferior (38), y en el que dicha pluralidad de elementos fotovoltaicos (4) se proporcionan en contacto con dicha superficie superior (36) de la base (4).
4. Módulo (1) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha base (3), entre dichas superficies superiores e inferiores (36, 38), se proporciona con conductos (40) que se extienden sustancialmente en paralelo a dichas tiras alargadas (4) de elementos fotovoltaicos.
5. Módulo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha pluralidad de reflectores (6) comprenden una parte exterior (28) que incluye un material de superficie reflectante exterior y una porción interior que comprende una estructura estabilizadora (30).
6. Módulo (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha pluralidad de reflectores (6) además están formados con superficies convexas secundarias (22) para reflejar la radiación solar no directa y difusa sobre elementos fotovoltaicos adyacentes (4).
7. Sistema (10) para concentrar la radiación solar incidente (12) sobre elementos fotovoltaicos (4), el sistema (10) comprende:
 - 35 - un módulo flotante (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6;
 - un depósito de agua (44) con un área sobre el terreno (42) adaptada para alojar dicha base (1); y
 - un medio de rotación (50) para hacer girar dicha base (3) en dicho depósito de agua (44) alrededor de un eje sustancialmente vertical.
8. Sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dichos medios de rotación (50) se incluyen en dicho módulo (1).
9. Sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 7 o 8, en el que dicho sistema (10) comprende además unos medios de seguimiento (52) para controlar la rotación del módulo (1) de tal manera que los ejes longitudinales (L) de dichos reflectores lineales de dichos reflectores estén orientados hacia un punto en el horizonte sustancialmente verticalmente por debajo de la posición del sol en el cielo.
10. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que el sistema (10) comprende además una bomba (54) para hacer circular agua desde el fondo de dicho depósito de agua (44) y hacia arriba hacia dicho módulo flotante (1).
11. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en el que la parte superior de dicho módulo (1) está revestida por un cristal, y en el que dicho módulo (1) está encapsulado de manera hermética al agua.
12. Sistema (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7-11, en el que el sistema (10) incluye además medios para la producción de agua caliente.

13. Sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que los canales para la producción y el transporte de agua caliente están conectados al lado inferior de dicho módulo encapsulado.

14. Procedimiento para ensamblar un sistema (10) de acuerdo con la reivindicación 7, el procedimiento comprende las etapas de:

- 5
- proporcionar un depósito de agua (44) mediante la colocación de una pared (46), preferentemente sustancialmente circular, que define un volumen con un área cerrada sobre el terreno (42);
 - añadir una membrana hermética al agua (48) en dicha área cerrada sobre el terreno (42);
 - llenar al menos una porción del volumen definida por la pared (46) con agua (56); y
- 10
- proporcionar uno o más módulos (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6 sobre el agua (56) en el depósito de agua (44).

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el procedimiento incluye además producir energía por medio del sistema ensamblado (10) por medio de las siguientes etapas:

- seguir el movimiento del sol en el cielo; y
 - girar dichos uno o más módulos de manera tal que los ejes longitudinales de dichos reflectores estén orientados hacia un punto en el horizonte sustancialmente verticalmente por debajo de la posición del sol en el cielo.
- 15

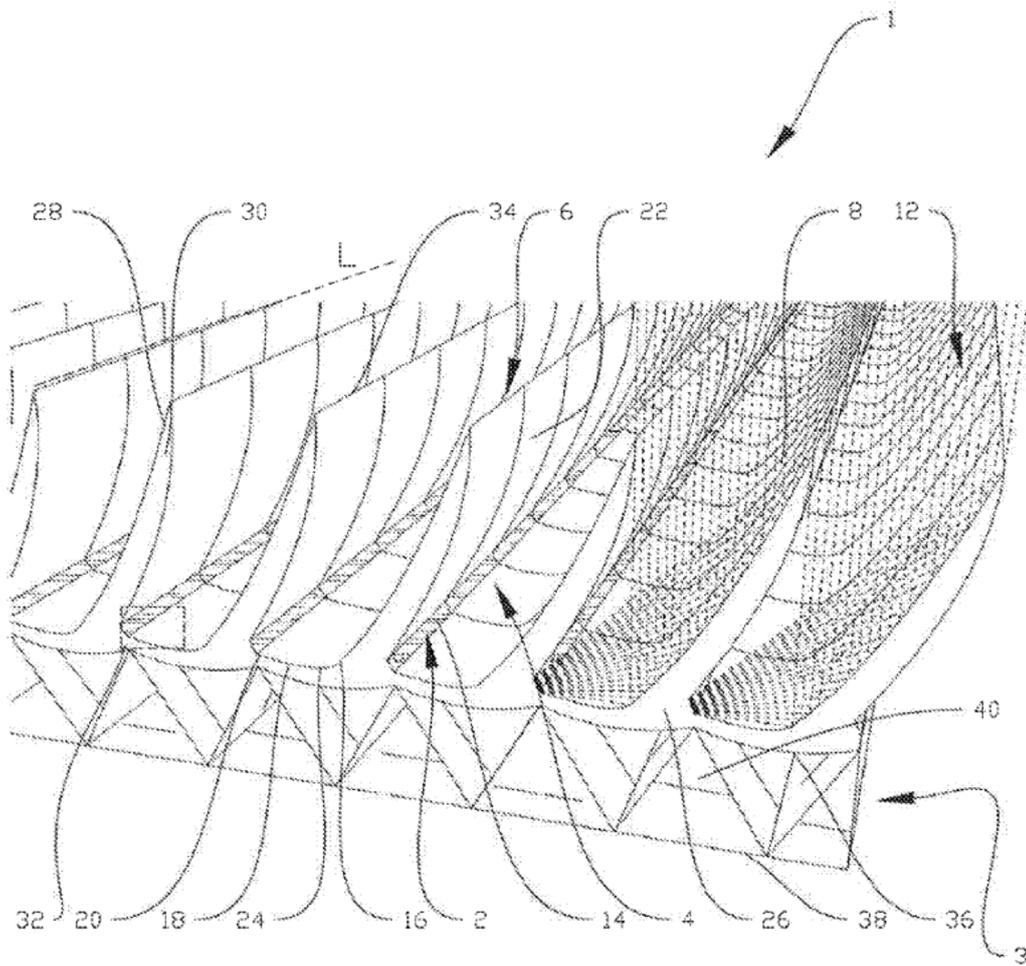


Fig. 1

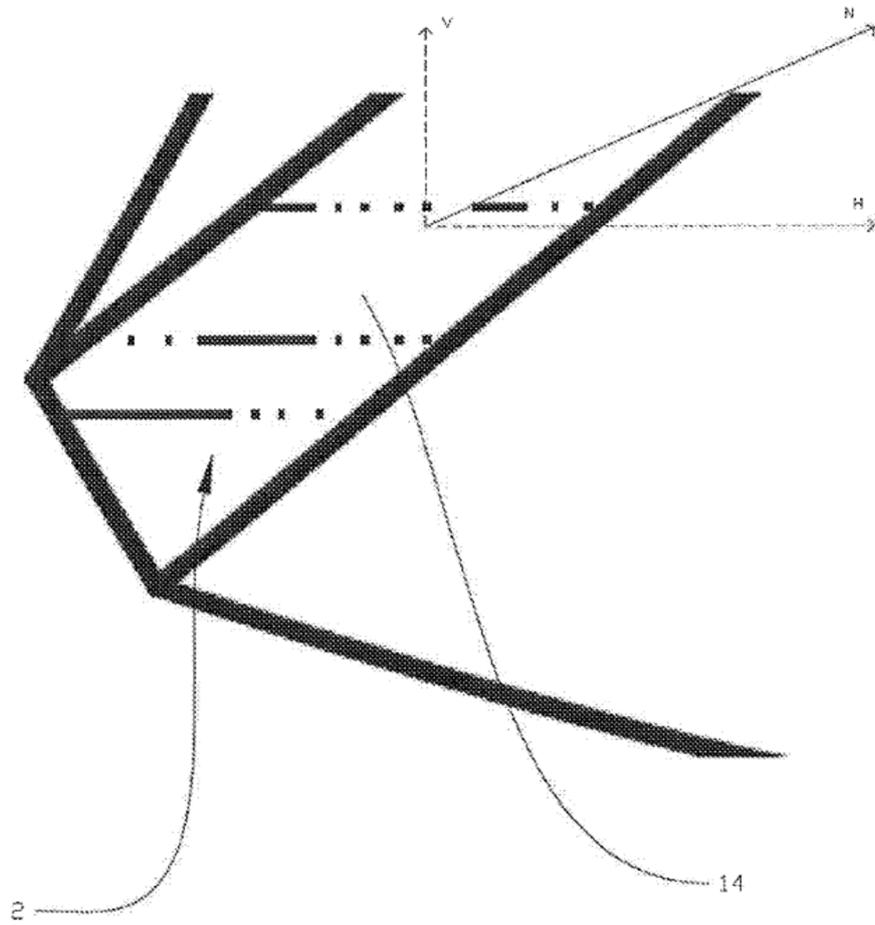


Fig. 2

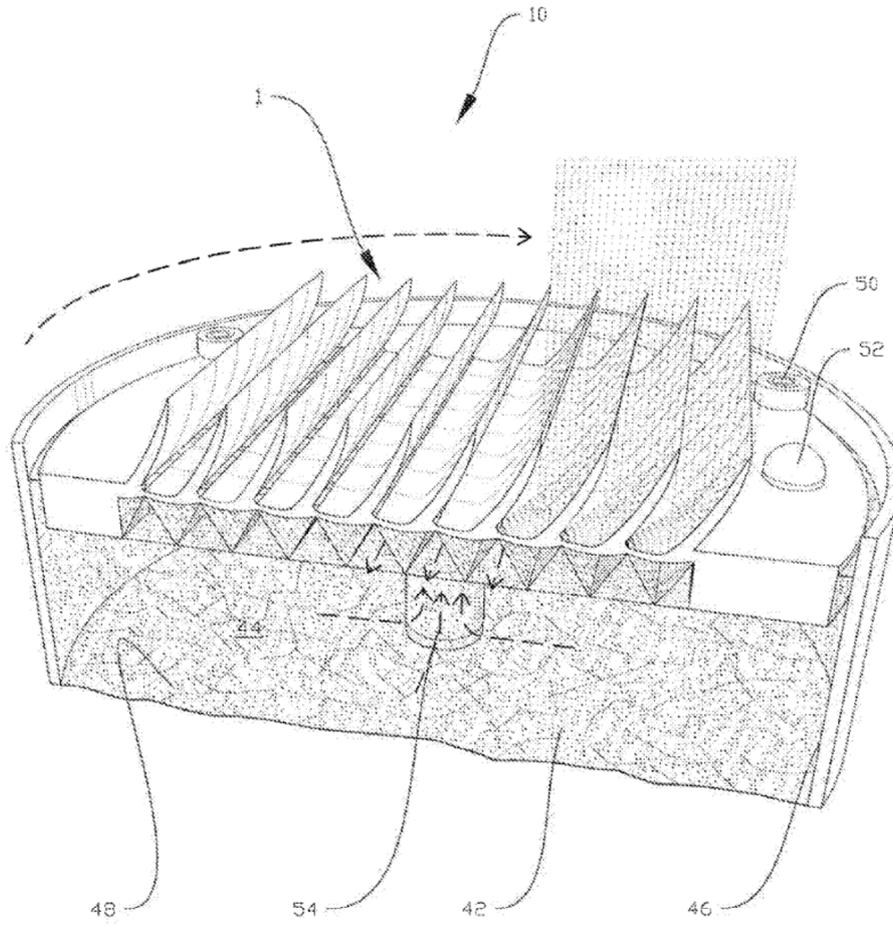


Fig. 3

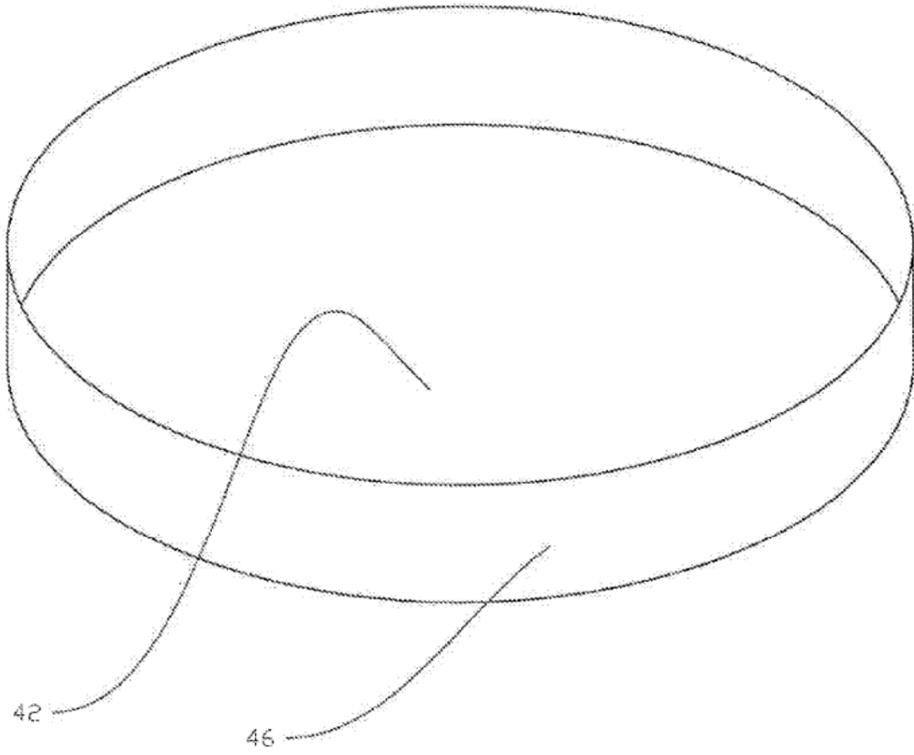


Fig. 4

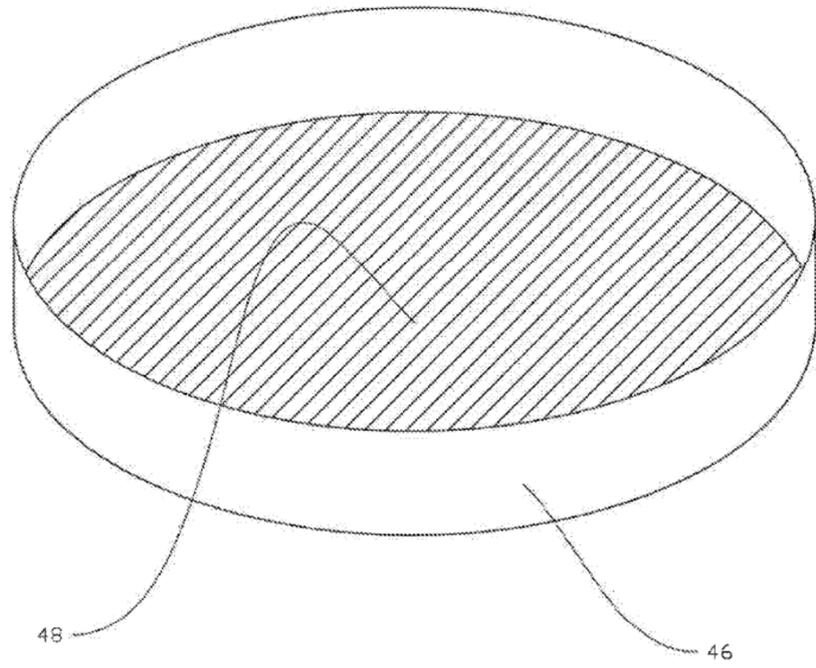


Fig. 5

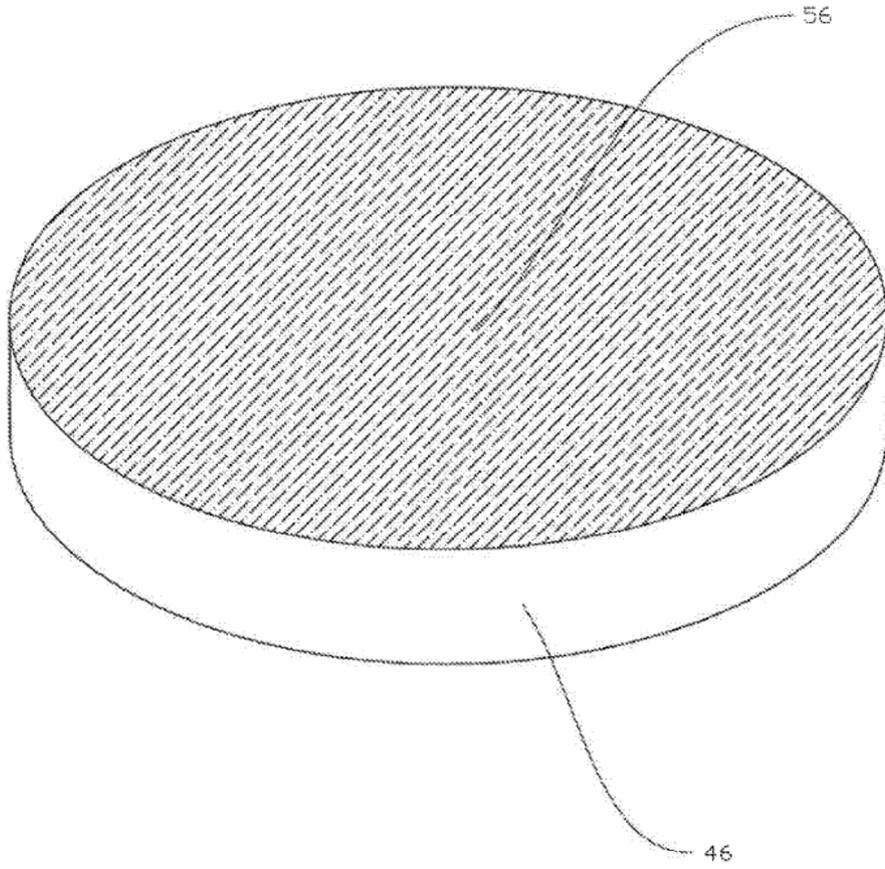


Fig. 6

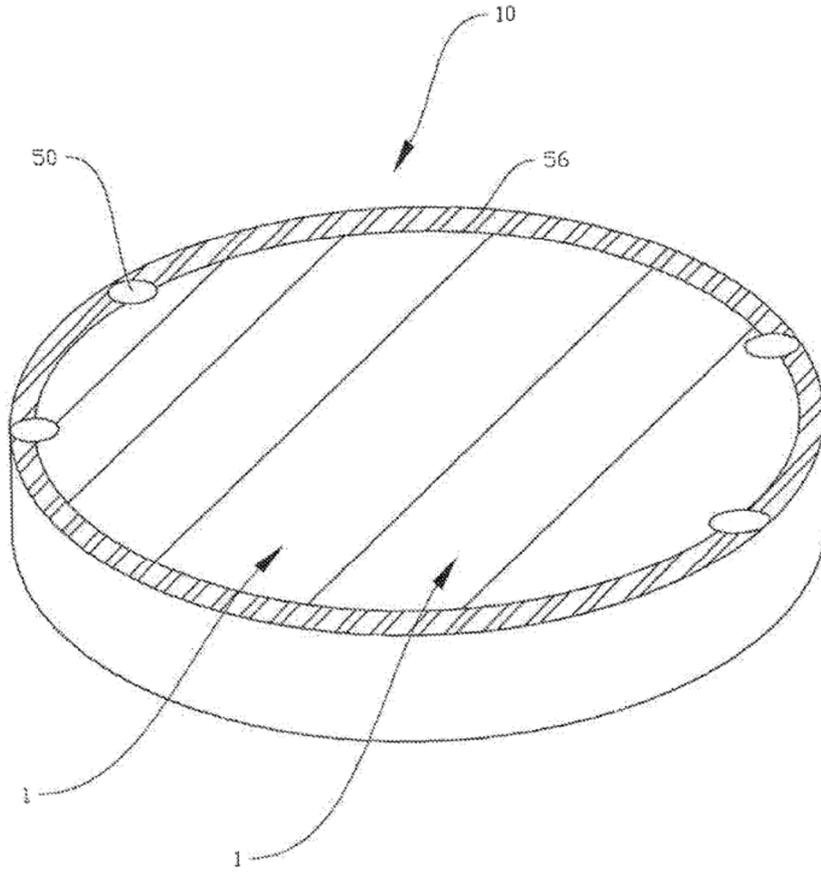


Fig. 7