

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 500**

51 Int. Cl.:

**F24J 2/52**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09702298 .2**

96 Fecha de presentación: **14.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2242961**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.10.2010**

54 Título: **Isla solar fotovoltaica**

30 Prioridad:  
**15.01.2008 US 21091**  
**13.01.2009 US 144238**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**27.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**27.11.2012**

73 Titular/es:  
**NOLARIS SA (100.0%)**  
**c/o CSEM Centre Suisse d'Electronique et de**  
**Microtechnique SA Recherche et Développement**  
**Rue Jaquet-Droz 1**  
**2002 Neuchâtel, CH**

72 Inventor/es:  
**HINDERLING, THOMAS**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 391 500 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**

Isla solar fotovoltaica.

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a una isla artificial, con base en tierra o base en el mar, que está equipada con instalaciones de captación de energía solar. Más particularmente, la presente invención se refiere a una estructura de este tipo a gran escala que es capaz de producir energía eléctrica de una manera rentable.

**Antecedentes de la invención**

En general, se acepta que la Tierra se aproxima rápidamente a una crisis energética de proporciones incalculables. Algunas personas dicen que la crisis se producirá en torno al año 2040.

10 Parece que la energía solar puede ser la única fuente que puede superar, en teoría, la próxima crisis energética sin alterar los costos de energía. La energía geotérmica es una segunda posibilidad distante pero, evidentemente, con costos mucho más altos.

15 La energía solar es adecuada principalmente para mitigar dicha crisis energética futura. Por ejemplo, cada año llega a la Tierra una radiación solar de casi 10.000 GTEP (TEP = Toneladas equivalentes de petróleo). Sin embargo, sólo se necesitarían hasta 5 GTEP de energía solar utilizable para dar un paso significativo hacia la sostenibilidad energética de la Tierra.

20 Sin embargo, han existido limitaciones prácticas a la implementación a gran escala de los sistemas de producción de energía que se basan en el sol. Por ejemplo, las células fotovoltaicas son capaces de convertir la energía solar (es decir, la luz solar) en energía utilizable, es decir electricidad. Pero la eficiencia global de estos dispositivos es de aproximadamente el 10-18%, dependiendo de los materiales usados. Además, una mayor eficiencia requiere generalmente materiales más caros. Además, la fabricación de células fotovoltaicas requiere el uso de productos químicos altamente tóxicos, que presentan un problema ambiental importante y en continua expansión.

25 Por estas razones, la tecnología térmica solar, la otra tecnología principal para la conversión de energía solar en electricidad, parece ser una solución potencial para producir una cantidad suficiente de GTEPs en el futuro previsible, siendo aún así relativamente barato.

30 Una tecnología térmica solar específica que se usa ampliamente en la actualidad en aplicaciones piloto es el cilindro parabólico solar. Un cilindro parabólico, conformado como la mitad inferior de un gran tubo de drenaje, refleja la luz solar a un tubo receptor central que se extiende sobre el mismo. Agua a presión y otros fluidos se calientan en el tubo y se usan para generar vapor, el cual puede accionar, a continuación, unos turbo-generadores para producir electricidad o para proporcionar energía calorífica para la industria.

35 En teoría, los colectores cilindro-parabólicos tienen el potencial para una producción eficiente de electricidad, ya que pueden alcanzar temperaturas relativamente altas en la entrada de la turbina. Sin embargo, en la práctica, las necesidades de suelo para esta tecnología son considerables. Además, estudios recientes indican que los costos de electricidad estimados previamente, usando esta tecnología, pueden haber sido demasiado optimistas. Brevemente, la promesa percibida acerca de esta tecnología aún no ha producido beneficios tangibles, en un sentido práctico, bien debido a ineficiencias o bien debido a costos excesivos, y también debido a las limitaciones inherentes y a las variaciones en la radiación solar. Más específicamente, estos colectores requieren sistemas de guiado costosos y de mantenimiento intensivo para ajustar dinámicamente las posiciones angulares de los paneles del colector, dependiendo de la posición del sol. Esto requiere de costosas transmisiones por engranajes y también grandes estructuras de soporte que puedan soportar fluctuaciones considerables de carga y otras consideraciones estructurales, tales como las divulgadas en el documento DE3934517. Este documento divulga las características del preámbulo de la reivindicación 1.

**Resumen y visión general de las realizaciones preferentes**

45 Un objeto de la presente invención es conseguir un progreso práctico y tangible en el aprovechamiento de energía solar, para mitigar las preocupaciones conocidas asociadas con las fuentes de energía eléctrica actuales, incluyendo la posibilidad de una crisis de energía considerable en el futuro previsible.

Otro objeto de la presente invención es facilitar la generación de energía eléctrica a gran escala mediante el uso de la radiación solar, y hacerlo a un coste económicamente viable.

50 La presente invención consigue estos objetivos mediante la colocación de módulos colectores de radiación solar sobre una isla o unas islas artificiales de peso ligero, a gran escala, de hasta varios cientos de metros de diámetro, y posiblemente construidas incluso con un diámetro de más de un kilómetro. La isla podría operar en el mar, en grandes lagos naturales o en tierra donde estaría situada en un canal empotrado de hormigón que mantendría un fluido de

viscosidad apropiada, tal como aceite natural, o incluso agua. La isla flota. La expresión peso ligero se refiere a peso específico, es decir, espacio superficial de la plataforma / peso total.

5 Esta isla debería tener una altura relativamente alta, por ejemplo, de más de 10 metros y, posiblemente, incluso de hasta 30 metros de altura, para evitar o al menos minimizar cualquier efecto negativo de una mar gruesa, etc. La versión terrestre, sin embargo, puede construirse, en teoría, mucho más baja, es decir, de aproximadamente 2 metros. Sin embargo, la versión terrestre podría beneficiarse también de una cierta altura, si se despliega en un entorno difícil, tal como un desierto. En ese caso, una altura mínima ayudaría a permitir la colocación de los módulos concentradores solares muy por encima de la superficie del desierto, fuera de peligro en caso de tormentas de arena. El mayor efecto abrasivo de las tormentas de arena se produce en la capa límite de arena, justo por encima del suelo. Generalmente, si la isla es más alta que la altura típica de esta capa límite, los concentradores solares y las otras instalaciones serán mucho menos propensos a sufrir defectos como consecuencia de las tormentas de arena. La isla gira para seguir la posición del sol. La versión terrestre de esta isla flota sobre un líquido contenido dentro de un gran canal con forma de anillo, mediante una gran estructura anillo exterior dimensionada, generalmente, para encajar dentro del canal. La versión marítima usa también la estructura anillo exterior. El anillo exterior flotante facilita la rotación de la isla a una orientación deseada, para optimizar la posición de los colectores de radiación solares situados en la isla. En lugar de ajustar las posiciones de los múltiples paneles de los colectores solares, los paneles colectores están fijos en su lugar, pero soportados en una plataforma de gran tamaño que se ajusta para optimizar los efectos de la radiación solar.

20 La isla es esencialmente circular, aunque la estructura anillo exterior no tiene que ser exactamente circular. Para la versión terrestre de la isla, la base de la estructura anillo exterior debe tener un elemento inferior que es casi de forma circular, para permitir que el elemento inferior gire dentro del canal de hormigón descrito anteriormente. El anillo exterior podría ser ensamblado también a partir de segmentos de secciones de tubería rectas que tienen una sección transversal redonda, cuadrado, ovalada o de cualquier otra forma adecuada. La estructura anillo exterior puede usar características típicas que son comunes en el diseño de barcos, tales como el aislamiento de los volúmenes interiores dentro de esas secciones de tubería, para proteger contra la posibilidad de hundimiento, si el anillo exterior desarrolla una fuga. Una realización preferente de la invención prevé el uso de secciones de tubería que se usan típicamente para oleoductos.

30 Según una realización preferente de la presente invención, una isla artificial con instalaciones de captación de energía solar incluye una plataforma flotante, en la que la plataforma comprende principalmente una cubierta flexible, o lámina, que se extiende a través de una estructura anillo exterior y está sellada a la misma. La cubierta superior es un material de grado industrial, de larga vida y resistente a UV, que está vulcanizado y/o afianzado o sujetado mediante cualquier otra manera adecuada a la estructura anillo exterior, de manera que sea hermética. Esto crea un volumen cerrado debajo de la cubierta. Hay un sistema compresor o soplador instalado de manera que esté en comunicación fluida con el volumen cerrado y que puede hacerse funcionar para crear una ligera sobrepresión debajo de la cubierta. Estudios actuales demuestran que una sobrepresurización de aproximadamente 0,005 bar debería ser suficiente, pero en algunas situaciones podría ser sustancialmente mayor. También, la sobrepresión es ajustable dinámicamente, tal como se describe a continuación, para conseguir y mantener un efecto flotante deseado. Puede ser deseable la presurización del volumen cerrado hasta el punto de crear una protuberancia dirigida hacia arriba en el centro de la cubierta, para facilitar la evacuación del agua de lluvia en una dirección radial hacia el exterior. Además, la cubierta podría incluir canales para facilitar la evacuación en la dirección deseada. De hecho, la evacuación podría usarse como parte de un sistema de desalinización. Para conseguir la sobrepresurización deseada, pueden usarse una pluralidad de compresores, es decir dispositivos sopladores.

45 Una instalación de cable terrestre conecta operativamente la isla artificial a la red local. Cuando no hay una red eléctrica sustancial disponible para la conexión, se conecta una instalación de producción de hidrógeno. Para la versión desplegada en agua, la isla artificial tiene un número suficiente de dispositivos de propulsión impulsados por energía eléctrica u otra energía distribuida a lo largo de la estructura anillo exterior. Estos dispositivos de propulsión pueden mover la isla a una ubicación deseada, y también pueden girar la isla a una orientación deseada en relación al sol.

50 La versión terrestre de la isla artificial de la presente invención tiene mecanismos de centrado, concretamente ruedas, para centrar la isla en su eje de rotación dentro del canal. Para girar la isla, esta estructura usa ruedas accionables que giran en la parte exterior del anillo de hormigón. Debido a que la isla artificial está soportada de manera flotante, la energía realmente necesaria para hacer girar la isla es mínima. Motores relativamente pequeños, distribuidos alrededor de la estructura exterior, serán adecuados para girar la isla, de manera efectiva, aproximadamente 360 grados en un día.

55 Para reducir el peso total de la isla, y para reducir la susceptibilidad a la flexión debida al viento, los módulos concentradores solares soportados en la plataforma tienen un diseño que permite el paso del viento a través de los mismos, de peso ligero, que permite que el aire fluya en realidad a través de los paneles concentradores. Dichos colectores pueden ser ensamblados a partir de bandas normales de aluminio o acero, con acabado de espejo, fabricadas industrialmente. Este tipo de diseño reduce sustancialmente los costos y el peso en comparación con los típicos diseños de colectores cilindro-parabólicos. Además, este diseño puede ser ensamblado fácilmente en países cercanos al ecuador, donde los procedimientos de fabricación difíciles, por ejemplo, la flexión de elementos de aluminio, con acabado de

espejo, a gran escala, pueden no ser factibles.

El volumen cerrado de esta isla artificial está limitado por la estructura anillo exterior, la cubierta y la superficie del agua (para la versión marítima), o la superficie de la tierra (para la versión terrestre). Para la versión terrestre, el efecto de sellado para el volumen cerrado se consigue en parte por el canal de hormigón. Una ventaja particular con la versión terrestre es que la superficie de la tierra debajo de la cubierta podría permanecer sin tratamiento. Además, esta superficie podría contener algunas de las instalaciones técnicas usadas para operar la isla. De esta manera, esas instalaciones no tendrían que estar soportadas necesariamente por la estructura anillo exterior, como sería el caso para la isla artificial que flota en el mar. Si una instalación se encontrara en realidad bajo la plataforma, para la versión terrestre, las secciones superpuestas de la cubierta podrían ser de material transparente. Esto permitiría que algo de luz solar ambiente llegara a las instalaciones inferiores, en las que trabaja el equipo operativo.

Una estructura espacial ligera reside sobre la cubierta, y soporta los módulos colectores de radiación solar. Como alternativa, o incluso adicionalmente, un sistema de cable pretensado extiende la cubierta, y la estructura anillo exterior sujeta los soportes para estos cables. Además, podría usarse una estructura de panal de abeja como esta estructura superior. El cojín de aire bajo la cubierta se mantiene a una presión que soporta realmente la estructura superior. Con este propósito, la estructura superior, o incluso los módulos o la cubierta, sujeta una pluralidad de sensores, tales como galgas extensiométricas, que están interconectados en una red que está conectada operativamente a un ordenador, el cual, a su vez, está conectado al sistema compresor. Los sensores miden una condición deseada medible relacionada con la cubierta, tal como la deformación en la estructura espacial, en lugares diferentes de la cubierta. El ordenador usa un algoritmo apropiado y el software correspondiente para controlar el sistema compresor para ajustar dinámicamente la presión de aire bajo la cubierta, para minimizar la deformación en la estructura espacial, o para tratar la condición detectada de una manera apropiada. Debe entenderse que uno cualquiera de entre una serie de dispositivos de medición de fuerza podría ser usado para detectar y analizar dinámicamente la carga mecánica sobre la cubierta, la estructura superior o los módulos, y para iniciar un cambio apropiado en la sobrepresurización.

Esta isla artificial es particularmente ligera debido a que la estructura de soporte de la estructura espacial que sostiene los concentradores solares solo tendrá que ser capaz de soportar su propio peso. Cualquier fuerza adicional inducida por el viento o cualquier otro efecto atmosférico o adverso puede ser compensada por la almohadilla de sobrepresión bajo la cubierta flexible, particularmente mediante sensores apropiados y el control dinámico del sistema compresor.

Según otro aspecto de la invención, la estructura anillo exterior tiene estructuras de soporte adicionales en su exterior, para sostener los elementos fotovoltaicos (PV). La energía eléctrica generada por esos elementos fotovoltaicos y sus instalaciones de almacenamiento en batería y convertidores DC/AC podría ser usada para alimentar los sistemas de posicionamiento de la isla y también los sistemas de la sala de operaciones, tales como el sistema de accionamiento y el sistema compresor o soplador.

Según otro aspecto adicional de la invención, la versión marítima contiene equipos de propulsión montados en la estructura anillo exterior, para mover la isla en la dirección de norte a sur a través del ecuador coincidiendo con las estaciones. Esto permite que la isla mantenga una posición vertical en la trayectoria diaria del sol. Se ha demostrado que la producción de energía solar podría incrementarse hasta en un 15 por ciento por año, si una instalación de producción de energía solar fuese realmente capaz de seguir la trayectoria del sol de la manera sugerida en la presente memoria. El sistema de posicionamiento de dicha isla podría incluir un sistema GPS con equipo de computación apropiado, que incluye los algoritmos y el software asociados que establecen la latitud y la longitud en base a la ley de Cook (véase [http://fred.elie.free.fr/cadrams\\_solaires.htm](http://fred.elie.free.fr/cadrams_solaires.htm)). El mismo sistema de posicionamiento mantendría también la posición de la isla durante el día cuando la misma gira esencialmente 180 grados para seguir al sol desde el alba en el este hasta la puesta del sol en el oeste.

A continuación, se muestra un breve cálculo de la producción potencial de esta isla artificial, con un diámetro de 500 metros. Dicha isla tendría un área superficial en el interior de la estructura anillo exterior de aproximadamente 195.000 metros cuadrados. La radiación solar en los trópicos es de aproximadamente 1 kW por metro cuadrado. Suponiendo una eficiencia de transformación general muy conservadora de entre el 10 y el 20 por ciento, el pico de salida de dicha isla puede estimarse en más de 30 MW. Esto supone que la isla opera a potencia máxima durante aproximadamente 8 horas por día. Para los propósitos de este cálculo, se ha omitido la potencia adicional generada a una producción inferior al valor de pico durante las horas de la mañana y de la tarde. Eso resulta en una producción de aproximadamente 240 MWh por día o de aproximadamente 85.000 MWh al año, suponiendo que se reservan 15 días por año para operaciones de mantenimiento. De esta manera, una de dichas islas podría producir una cantidad de energía eléctrica en un año valorada en aproximadamente 12,75 millones de dólares a un precio de venta promedio de 0,15 dólares/kWh.

Los factores económicos relacionados con esta isla artificial se hacen más atractivos conforme aumenta el tamaño de la isla. Además, el aumento en el tamaño aumenta aún más la estabilidad para la versión desplegada en agua, particularmente en condiciones meteorológicas adversas. De esta manera, esta isla solar artificial de la invención representa una importante contribución hacia la producción de energía sostenible que se necesitará de manera desesperada en el futuro cercano.

La sobrepresurización del volumen cerrado bajo de la cubierta desempeña un papel importante para soportar los módulos colectores de radiación solar. Más particularmente, para generar electricidad a partir de radiación solar a un coste económicamente viable, el área necesaria es extremadamente grande. Aunque los colectores solares disponibles comercialmente continúan mejorando su eficiencia, los requisitos de área superficial, es decir, la superficie ocupada por los colectores, son aún inmensos. La necesidad de una gran área superficial crea otras consideraciones prácticas, concretamente, cómo soportar de manera suficiente los colectores sobre una estructura de soporte de carga que también es reorientable con relación a la posición del sol. Con esta invención, la respuesta es triple. En primer lugar, el anillo exterior de gran tamaño soporta, de manera flotante, la periferia de la isla y, de esta manera, soporta una parte sustancial del peso total. De esta manera, la plataforma flota. En segundo lugar, el volumen sobrepresurizado bajo la cubierta ayuda a reducir considerablemente la carga en el centro de la isla. En tercer lugar, el uso de una estructura de soporte superior apropiada, es decir, una estructura espacial de peso ligero, o como alternativa, un sistema de cable tensado, o una estructura de panal de abeja, asegura adicionalmente un soporte mecánico adecuado para los colectores solares.

La presente invención contempla también la capacidad de limpieza de los colectores solares mediante un carro conducible, u otro dispositivo, que se mueve a lo largo de un carril o pista que se extiende junto a las filas de colectores. Este dispositivo podría ser un robot que dirige un fluido a presión, más probablemente aire, en las superficies de los módulos. La pista podría ser una pista de doble carril que soporta un carro con ruedas, o incluso una pista de tipo monocarril. La configuración carro con ruedas permite el desplazamiento a lo largo de los carriles a cualquier posición deseada en la plataforma para proporcionar acceso para cualquier mantenimiento necesario.

Los detalles del concepto original de la isla solar se describen y se muestran en la solicitud PCT N° IB2008/002723 en tramitación del presente solicitante, presentada el 5 de marzo de 2008, titulada "Man Made Island With Solar Energy Collection Facilities", que se incorpora expresamente, en su totalidad, a la presente memoria, por referencia. Más particularmente, la presente invención puede comprenderse mejor en el contexto de las Figs. 1-14 de esta solicitud PCT presentada anteriormente, ya que la presente invención usa una conversión fotovoltaica de la radiación solar, en lugar de generación de vapor, pero lo hace, generalmente, dentro de la misma estructura isla solar.

Uno de los principios fundamentales para la conversión de energía solar en energía utilizable (es decir, electricidad) es el uso de convertidores fotovoltaicos que permiten una conversión directa de la luz en electricidad, a través de un procedimiento que hace uso de semiconductores. Sin embargo, hay varios inconvenientes asociados con dichos convertidores. En primer lugar, los paneles o colectores fotovoltaicos están limitados, en general, a una eficiencia global de entre el 10-18 por ciento, dependiendo de los materiales semiconductores usados. Son drásticamente más caros para las eficiencias más altas. Los convertidores fotovoltaicos no requieren necesariamente una manipulación de su posición angular siguiendo la trayectoria del sol. Pero las materias primas necesarias para producir los convertidores fotovoltaicos son caras, y el reciente desarrollo de los convertidores fotovoltaicos ha aumentado los precios de las materias primas. El aumento de la demanda ha llevado a los precios de las materias primas a pasar de 9 dólares por kilogramo (kg) a más de 150 dólares por kg.

Combinando las características del diseño principal del concepto de isla solar con convertidores fotovoltaicos del tipo disponible actualmente en el mercado, la presente invención elimina algunas de las principales desventajas de los convertidores fotovoltaicos, tal como se ha descrito anteriormente. En particular, la presente invención propone el uso de lentes ópticas lineales, de tipo Fresnel, para crear un efecto de concentración de la radiación. Se conoce en la técnica el uso de lentes de Fresnel para aumentar la eficiencia de las células fotovoltaicas. Véase, en particular, los documentos US 5505789, US 6399874 B1 y US 6804062 B2. Sin embargo, combinando el efecto de concentración de una lente de Fresnel con el ajuste angular de la instalación de la isla solar, se estima que la presente invención conseguirá un aumento de la potencia de salida de los convertidores fotovoltaicos en un factor de aproximadamente 10-20. Para garantizar adicionalmente este aumento de la producción, se contempla también el uso de dispositivos de refrigeración apropiados para refrigerar los convertidores fotovoltaicos.

Estas y otras características de la invención se comprenderán más fácilmente a la vista de la descripción detallada siguiente y de los dibujos. En particular, las Figs. 1-14 y su descripción son sustancialmente idénticos a las partes correspondientes de la solicitud PCT del presente solicitante, indicada anteriormente, mientras que las Figs. 15, 16, 17, 17A y 17B, y 18 adicionales se refieren a la conversión fotovoltaica.

#### Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de una isla artificial construida según un aspecto de la invención.

La Fig. 2 es una vista en sección horizontal que muestra esquemáticamente una versión terrestre de la isla artificial.

La Fig. 3 es una vista en planta, en forma esquemática, que muestra la versión terrestre de la isla artificial mostrada en la Fig. 2.

La Fig. 3A es una porción ampliada de la Fig. 3.

La Fig. 4A es una vista en sección horizontal que muestra, esquemáticamente, una versión de la estructura anillo exterior y el canal de una isla artificial terrestre adecuada para la invención.

La Fig. 4B es una vista en sección horizontal, similar a la Fig. 4A, que muestra, esquemáticamente, otra variante de la estructura anillo exterior y el canal, para la versión terrestre de la isla artificial de la presente invención.

5 La Fig. 5 es una vista en perspectiva de una unidad rueda de accionamiento, mostrada conectada a la estructura anillo exterior, según una realización preferente del mecanismo de accionamiento de la presente invención.

La Fig. 6 es una vista en perspectiva, similar a la Fig. 4, de una unidad rueda de centrado, mostrada conectada a la estructura anillo exterior, según una realización preferente del mecanismo de centrado de la presente invención.

10 La Fig. 7A es una vista en perspectiva de una base que soporta una parte de una estructura espacial ligera en la cubierta de la plataforma, según una realización de la estructura superior de la presente invención.

La Fig. 7B es una vista horizontal que muestra esquemáticamente la base y otras estructuras mostradas en la Fig. 7A.

La Fig. 8 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente la parte inferior de una base del tipo mostrado en las Figs. 7A y 7B.

15 La Fig. 9 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente una simulación generada con un modelo de ordenador de las depresiones que podrían producirse en la cubierta de la isla artificial de la presente invención.

La Fig. 10 es una vista horizontal que muestra, esquemáticamente, otra realización para la estructura superior de la presente invención, concretamente, un sistema de cables que coopera con una pluralidad de pontones, los cuales, a su vez, sostienen unos tableros de soporte sobre los que se montan los concentradores solares de tipo Fresnel.

La Fig. 10A es una vista en perspectiva que muestra una estructura pontón alternativa.

20 La Fig. 11 es una vista horizontal que muestra, esquemáticamente, otra realización adicional para la estructura superior de la presente invención, una estructura de panal de abeja sobre la que se monta un colector de tipo Fresnel.

Las Figs. 12A y 12B son vistas en perspectiva que muestran dos estructuras alternativas para el direccionamiento de fluido, es decir, agua y/o vapor de agua, hacia y desde la isla 10 a través de una articulación rotativa situada en el cubo 18.

25 La Fig. 13A es una vista longitudinal a lo largo de una de las filas de colectores Fresnel, que muestra un carro soportado en un carril que facilita el servicio y el mantenimiento.

La Fig. 13B es una vista en sección transversal a lo largo de las líneas 13B-13B de la Fig. 13A.

La Fig. 14 es una vista en perspectiva que muestra otro aspecto del carro mostrado en la Fig. 13A.

30 La Fig. 15 es una vista esquemática, dirigida horizontalmente, que muestra el principio utilizado por la estructura de las Figs. 1-14, pero con un cilindro parabólico usado para reflejar la luz solar a un receptor, es decir, una tubería generadora de vapor caliente del tipo mostrado en una o más de las Figs. 1-14.

La Fig. 16 es una vista esquemática, dirigida horizontalmente, similar a la Fig. 15, pero que muestra otro principio para la conversión de energía solar en energía utilizable, concretamente, un conjunto de lentes de Fresnel que concentran la luz solar hacia un panel fotovoltaico.

35 La Fig. 17 es una vista horizontal, similar a la Fig. 11, que muestra, esquemáticamente, la relación entre la estructura de las lentes de Fresnel y los paneles fotovoltaicos, según una versión fotovoltaica de la presente divulgación.

Las Figs. 17A y 17B son vistas ampliadas de una parte de la Fig. 17, para mostrar unas variantes en la estructura usadas para refrigerar los paneles fotovoltaicos.

La Fig. 18 es una vista esquemática, dirigida horizontalmente, similar a las Figs. 15 y 16, que muestra el principio de ajuste dinámico de los paneles fotovoltaicos.

#### 40 Descripción detallada de los dibujos

45 La Fig. 1 muestra una isla 10 artificial construida según una realización preferente de la invención. La isla 10 comprende, en general, una plataforma 12 horizontal, que a su vez incluye una estructura 14 anillo de soporte exterior que es atravesada por una cubierta 16 flexible. La cubierta 16 puede ser de cualquier material flexible adecuado que pueda ser sellado a lo largo de sus bordes longitudinales opuestos, tal como, por ejemplo, mediante encolado, soldadura por calor o mediante vulcanización de los bordes situados de manera contigua. En un prototipo inicial de la invención, para la cubierta 16 los presentes solicitantes usan una lámina industrial conocida como SIKA Sarnafil TS 77-20. La isla 10 incluye un cubo

18 central que se describirá con más detalle, más adelante.

La plataforma 12 soporta una pluralidad de módulos colectores de radiación solar, dispuestos extremo con extremo, en una pluralidad de filas 19 paralelas. Cualquier fila 19 de módulos determinada incluye una pluralidad de montantes 20 soportados con alambre, los cuales, a su vez, sostienen una tubería 21 de conducción de calor orientada horizontalmente.

5 Cada una de las filas 19 incluye una pluralidad de paneles 22 reflectores o concentradores solares inferiores, montados en paralelo. Cada uno de los concentradores 22 está fijo en un ángulo deseado, de manera que todos los reflectores 22 reflejan, o dirigen, luz solar hacia arriba, hacia la tubería 21 de conducción de calor. Esto concentra la radiación solar reflejada sobre la tubería 21 de conducción de calor. La plataforma 12 gira para mantener las filas 19 orientadas en dirección perpendicular a la dirección del sol.

10 Una tubería de suministro de agua y una tubería de vapor se extienden hacia el cubo 18 central, y se conectan a dos conductos 24 que se extienden en direcciones opuestas. Los conductos 24 conectan las sub-ramas 24a que se extienden generalmente a lo largo del centro de la isla 10, de manera que en cada fila 19, el agua suministrada puede fluir hacia fuera y hacia atrás a lo largo de la tubería 21 de conducción de calor respectiva.

15 La Fig. 1 muestra también una pluralidad de bases 25 distribuidas a través de la superficie superior de la cubierta 16, en un patrón de rejilla designado, en general, por el número de referencia 26. Aunque no se muestran en detalle particular en la Fig. 1, las bases 25 soportan una estructura 27 espacial ligera, que ocupa generalmente los espacios designados por la cuadrícula 26 en la Fig. 1. La estructura 27 espacial, a su vez, soporta las filas 19 de módulos colectores de radiación solar.

20 Tal como se ha descrito anteriormente, la isla 10 artificial de la presente invención es una estructura flotante. La presente invención contempla el funcionamiento con base en tierra o con base en el mar de esta isla 10 artificial. La Fig. 2 muestra más detalles de los componentes estructurales de una realización preferente de la isla 10 artificial. Más particularmente, la Fig. 2 muestra la estructura general, y la manera en la que la isla 10 está soportada, de manera flotante, por el anillo 14 exterior. Preferentemente, el anillo 14 está realizado en segmentos prefabricados, conectables, de acero, hormigón, plástico, aluminio o cualquier otro material adecuado. Si los segmentos del anillo 14 están realizados en acero, preferentemente, los mismos están soldados entre sí. En particular, para una versión marítima de la isla 10, los segmentos tienen estructuras de soporte internas. Estas estructuras de soporte internas aíslan los segmentos contiguos del anillo 14, para aislar, de esta manera, las secciones contiguas del anillo 14, para aislar cualquier fuga que pueda producirse. En una construcción de prototipo de la versión terrestre de la isla 10, la plataforma 12 es de aproximadamente 85 metros de diámetro, los segmentos tienen un diámetro de aproximadamente dos metros, y una longitud de aproximadamente 7,5 metros. Preferentemente, las secciones del anillo 14 se colocan y se interconectan cuando están en la zanja 28 y, preferentemente, soportadas sobre una estructura temporal que, a continuación, puede ser retirada después de que la zanja 28 se llena con agua 29. La zanja 28 debe ser capaz de soportar el peso del anillo 14. Para el prototipo, los solicitantes estiman que el anillo 14 tendrá un peso total de aproximadamente 100 toneladas (100.000 kg), lo que corresponde a un peso de aproximadamente 380 kg por metro cuadrado.

35 La Fig. 2 muestra el anillo 14 exterior situado, de manera flotante, en el interior de una zanja o canal 28. Tal como se muestra en la Fig. 2, la zanja tiene una pared 28a interior, una pared 28b inferior, y una pared 28c exterior. Preferentemente, la zanja 28 está realizada en hormigón. El espesor de cada una de las paredes 28a, 28b y 28c se determina según los estudios geológicos locales y cualquier código de construcción aplicable. La zanja 28 incluye un fluido de viscosidad adecuada y, en particular, un líquido, tal como agua 29, de manera que el anillo 14 de soporte flote.

40 La Fig. 2 muestra también el volumen 30 cerrado situado bajo de la cubierta 16, y definido o limitado adicionalmente por el anillo 14, el agua 29 en el canal 28, y el suelo 31 o la superficie de suelo situada en el centro de la isla 10. Preferentemente, la superficie 31 está enrasada con la parte superior de la pared 28a interior. Esto se puede realizar mediante un llenado con arena, y cubriendo, a continuación, la arena con una lámina de PVC de 2 mm de espesor, preferentemente una lámina basada en poliolefina flexible reforzada con hilo de poliéster y/o un forro realizado con fibra de vidrio. Un sistema 32 compresor, preferentemente una pluralidad de compresores o bombas, está situado de manera que esté en comunicación fluida con el volumen 30 cerrado. En la Fig. 2, la bomba 32 se muestra bajo el suelo 31 en el centro de la isla 10. No obstante, podría estar situada también centralmente en el interior de una instalación o sala de operaciones para accionar la isla 10, o incluso colocada sobre el anillo 14. La bomba 32 bombea aire al volumen 30 cerrado, tal como se muestra mediante las flechas 34 direccionales, para mantener una condición de sobrepresurización adecuada bajo la cubierta 16 y en el interior del volumen 30. Los presentes solicitantes esperan que la cantidad real de sobrepresión en el interior del volumen 30 cerrado será de aproximadamente 0,005 bar, aunque ese valor puede variar algo dependiendo de las condiciones dinámicas y, en algunas situaciones, podría ser sustancialmente mayor. La Fig. 2 muestra también una estructura 14a llanta exterior dirigida hacia arriba, que se extiende hacia arriba desde cada uno de los segmentos del anillo 14 para crear una superficie 14b superior exterior alrededor de la parte superior del anillo 14.

55 La Fig. 3 muestra un ejemplo de la versión terrestre de esta isla 10 artificial, que incluye un túnel 35 bajo la superficie, orientado radialmente, que se extiende hacia fuera desde el cubo 18 central de la estructura, más allá de las paredes 28c exteriores de la zanja 28 a una instalación 36 de energía, que puede ser un generador de turbina u otra instalación para

almacenar o usar el vapor generado a partir de la energía solar producido por la isla 10. Preferentemente, el túnel 35 aloja las tuberías de agua que se conectan a los conductos 24, y también todos los conectores eléctricos. El suelo del túnel 35 está inclinado hacia abajo desde el centro de la isla 10, para extenderse debajo de la parte inferior de la zanja 28 y también para prevenir que el agua u otro líquido fluya hacia el centro de la isla 10. Un estanque 37 está situado cerca para suministrar agua a la zanja 28, según sea necesario. Preferentemente, está conectado a la zanja 28 desde abajo, para facilitar un drenaje rápido de la zanja 28.

La Fig. 3 muestra también otra vista de las filas 19 de módulos. En general, para cada módulo, los concentradores 22 son de aproximadamente 8 metros de longitud.

La Fig. 2 y también la Fig. 4a muestran detalles de un mecanismo 38 de centrado que centra la isla 10 en su eje central. Más específicamente, el mecanismo 38 de centrado reside radialmente más allá del anillo 14 y en el interior de la superficie interior de la pared 28c exterior de la zanja 28. Este mecanismo 38 de centrado comprende un soporte 39 montado al anillo 14, que soporta una rueda 40 giratoria que se encuentra en contacto con la pared 28c exterior. Es importante que la superficie interior de la pared 28c exterior esté construida de manera que sea perfectamente redonda, o con una tolerancia muy baja. Este requisito es necesario ya que el ajuste angular de la isla 10 se consigue por medio de estas ruedas 40. La invención contempla también una opción de montaje alternativa, la de montar los soportes 39 en la pared 28c exterior de manera que las ruedas 40 estén en contacto con el anillo 14.

Aunque el número de ruedas 40 puede variar, los presentes solicitantes esperan que se necesiten doce de estas ruedas 40 alrededor de la circunferencia del anillo 14, con las ruedas separadas cada 30 grados. No obstante, podrían usarse ruedas adicionales para distribuir, de manera más homogénea, la carga entre la pared 28c exterior y el anillo 14. Las 40 ruedas pueden ser ruedas de automoción estándar. Además, algunas de las ruedas 40, preferentemente cuatro, sirven al propósito adicional de accionar rotativamente el anillo 14 alrededor de su eje a una posición deseada, para optimizar el rendimiento de los reflectores 22. De esta manera, algunas de las ruedas 40 son parte del mecanismo de centrado y el mecanismo de accionamiento. La Fig. 4A muestra también una carcasa 50 de motor, que indica que la rueda 40 mostrada es una de las cuatro ruedas 40 que tiene doble función.

Las personas con conocimientos en la materia apreciarán que en cualquier momento determinado la fuerza entre las ruedas 40 y la pared 28c actuarán sólo sobre un lado del anillo 14, dependiendo de la dirección del viento. De esta manera, sólo se usarán aproximadamente la mitad de las ruedas 40 de centrado para transmitir la fuerza angular al anillo con relación a la pared 28c exterior. Sin embargo, la pared 28c exterior y su base deben ser dimensionadas y reforzadas para soportar esta carga. Si no hay viento en absoluto, o muy poco viento, entonces todas las ruedas 40 harán contacto con la pared 28c exterior y soportarán la carga rotacional, aunque la carga se distribuirá más uniformemente alrededor de toda la circunferencia del anillo 14.

Las Figs. 4A y 4B muestran la estructura 14 anillo exterior, junto con algunos de los detalles estructurales de la isla 10. Debido al mayor tamaño de la Fig. 4A (en comparación con la Fig. 2), la Fig. 4A muestra, de manera más clara, un soporte 42 exterior, preferentemente un anillo toroidal de acero con forma de U, girado en su lado, que asegura o fija el borde periférico exterior de la cubierta 16. La Fig. 4A muestra también algunos aspectos de una estructura alternativa usada para soportar las filas 19 de módulos colectores solares. Más particularmente, la Fig. 4A muestra los detalles de un sistema de cables tensados que actúa conjuntamente con la base 25. Se espera que el cable 46 necesitará soportar una fuerza de tensión en el intervalo de aproximadamente de 10-25 kW. Más particularmente, un soporte 44 fijo de montaje sostiene el extremo exterior de un cable 46 reforzado que se extiende a través de la isla 10 por encima de la cubierta 16, de una manera que permite que las bases 25 cuelguen esencialmente desde, o estén suspendidas entre, el cable 46 superior y la cubierta 16 inferior. Preferentemente, las bases 25 están adaptadas para acomodar el cable 46 de dicho un sistema de cables y también los componentes de la estructura espacial, para mejorar la versatilidad en la construcción de la isla 10 y en el soporte de los módulos colectores solares.

La Fig. 4B es similar a la Fig. 4A, excepto que la Fig. 4B muestra otra variante de la invención en la que el anillo 214 almacena el vapor 114 generado por los módulos colectores, y el anillo 214 está incluido dentro de una sección 215 de aislamiento exterior con forma cuadrada (en sección transversal). La Fig. 4B muestra también un faldón 228d que se extiende hacia fuera, que se extiende desde el anillo 214 a la pared 228c exterior de la zanja 228. Este faldón 228d puede usarse con otras variantes de la invención. El faldón 228d ayuda a prevenir la evaporación del fluido desde el canal 228, y puede ayudar también a prevenir la caída de polvo u otros residuos en el mismo.

La Fig. 5 muestra, de manera más clara, una de las ruedas 40 de centrado que se usa también para accionar, de manera giratoria, la isla 10. Esto se consigue mediante el montaje de un mecanismo de accionamiento, es decir, un motor 50a, a la misma estructura que soporta una rueda de centrado, tal como se muestra en la Fig. 6.

En cualquier caso, la rueda 40 tiene un soporte 39 montado en el anillo 14. El soporte 39 incluye un eje 39a articulado, orientado horizontalmente, y un muelle 41 que actúa como un amortiguador entre las secciones conectadas, de manera articulada, del soporte 39 (conectadas, de manera articulada, con respecto al eje 39a). La Fig. 4A muestra una carcasa 50 de motor, que cubre el motor 50a que se muestra en la Fig. 5. Preferentemente, el mecanismo de accionamiento incluye

un reductor 52 de velocidad y un adaptador 53 montado en el soporte 39 con la rueda 40. Además, tal como se muestra en la Fig. 3, la carcasa 50 de motor se conecta, de manera operativa, a un controlador 70 de ordenador a través de una conexión eléctrica, para controlar, de manera giratoria, la posición angular de la isla 10. Esta conexión eléctrica podría ser inalámbrica, si se desea, o mediante cualquier otro conector eléctrico conveniente adecuado.

5 La Fig. 7A muestra una vista ampliada de una parte de esta isla 10 artificial y, en particular, una parte en la que una estructura 27 espacial está montada en una de las bases 25. La Fig. 7A muestra, de manera particular, que la estructura 27 espacial usa preferentemente una construcción de viga en I. La Fig. 7A muestra también que una parte superior 25a de la base 25 incluye soportes 25b de canal dirigidos hacia arriba para sostener, de manera segura, los extremos inferiores de la estructura 27 espacial. Estos soportes 25b pueden ser parte de una pieza 25a superior de la base 25, en forma de  
10 una placa, a la que los soportes 25b están conectados mediante cualquier mecanismo de fijación suficiente. La Fig. 7A muestra también los concentradores 22 soportados sobre un enrejado o una estructura 23 similar a un palé, que usa también, preferentemente, una construcción de viga en I.

Además de la estructura 27 espacial, o como una alternativa a la misma, el sistema de cables puede usarse para soportar los módulos colectores solares. Las Figs. 7A y 7B muestran el cable 46 en línea de trazos, para ilustrar que es una  
15 estructura adicional, o alternativa, para proporcionar soporte. También, tal como se muestra en la Fig. 7B, la base 25 incluye colgadores 25e que se extienden hacia arriba, que se conectan al cable 46. Además, la Fig. 7B muestra un sensor 60, que puede ser una galga extensiométrica, montado en posición para detectar la deformación sobre la estructura 27 espacial. Tal como se ha indicado anteriormente, una pluralidad de dichos sensores 60 están distribuidos a lo largo de la plataforma 12, y están conectados operativamente en una red (no mostrada) para transmitir al controlador 70 de ordenador (Fig. 3) las condiciones detectadas. Los sensores 60 pueden estar adaptados para detectar una cualquiera de  
20 una serie de condiciones medibles diferentes. Preferentemente, el controlador 70 también hace que el sistema 32 compresor responda apropiadamente a las condiciones detectadas, ajustando dinámicamente la cantidad de sobrepresurización.

La Fig. 8 muestra una superficie 25d perfilada inferior de la base 25. La Fig. 9 es una vista simulada por ordenador de la  
25 cubierta 16, con tres hoyos o depresiones perceptibles, como resultado de la carga soportada sobre la misma. Estos hoyos se designan mediante los números de referencia 16a, 16b y 16c. Estos muestran la necesidad de una sobrepresurización dinámica y una detección de la deformación para conseguir una superficie relativamente plana, o al menos sin hoyos.

La Fig. 10 es similar a las Figs. 4A y 4B, pero muestra más detalles del cable y de la estructura pontón usados para  
30 soportar las filas 19 de módulos colectores solares. En esta realización particular de la invención, el cable 46 se extiende a través de la parte superior de la cubierta 16, transversalmente a través de una pluralidad de pontones 72 que están dispuestos en filas paralelas sobre la cubierta 16. Los pontones 72 pueden estar realizados en plástico o cualquier otro material ligero adecuado. Los presentes solicitantes contemplan el uso de pontones del tipo fabricado y distribuido industrialmente, por ejemplo, por Robin Kunststoffprodukte, de Teterow, Alemania y Technus KG (GmbH & Co.), también de  
35 Teterow, Alemania. Preferentemente, el cable 46 se acopla a una pluralidad de abrazaderas, o tableros 74, soportados en la parte superior de los pontones 72 (o filas de pontones). Los tableros 74 soportan el enrejado 23 que sostiene los concentradores 22 solares. La Fig. 10 muestra depresiones formadas en la cubierta 16 junto a los pontones 72. Estas depresiones paralelas facilitan la evacuación del agua de lluvia, y también eliminan una protuberancia situada centralmente que podría ser resultado de la sobrepresurización. La evacuación superficial puede ser más controlable, ya  
40 que generalmente fluiría a estas depresiones conocidas.

La Fig. 10A muestra otra versión del pontón, designado por el número de referencia 72a. Este pontón 72a tiene una estructura superior formada, preferentemente moldeada, diseñada para facilitar la sujeción de la estructura superior y/u otra estructura que soporta los módulos.

La Fig. 11 muestra una vista lateral de otra realización adicional de la estructura superior usada para soportar los  
45 colectores de radiación solar. Más particularmente, la Fig. 11 muestra una estructura 75 de tipo panal de abeja que reside entre la cubierta 16 y los colectores 22c solares y soportada también por el cable 46.

Las Figs. 12A y 12B muestran variantes en la articulación giratoria para su uso en el cubo 18 central de la isla 10. Más particularmente, la Fig. 12A muestra una tubería de entrada y una tubería de salida, designadas 80a y 80b, respectivamente, ambas de las cuales incluyen un manguito 81a y 81b respectivo, que permite cierta rotación relativa  
50 entre las secciones superior e inferior de la misma, al menos en el intervalo de aproximadamente 240 a 260 grados. La Fig. 12B muestra una versión 82 coaxial de la articulación rotativa. Más particularmente, la entrada 84 de agua suministra agua a un paso de flujo exterior, con forma anular, en el interior de la tubería 85 exterior, para que el agua fluya hacia los módulos colectores solares. Después de que el agua ha sido calentada y se ha creado el vapor, la misma vuelve a través de la tubería 86 central de conducción calor (que puede ser girada con respecto a la tubería 85 exterior y a la entrada 84).  
55 El vapor generado a través de los colectores solares fluye finalmente hacia la parte inferior de la articulación 82 giratoria y sale de la articulación a través de una salida 88 de vapor.

Las Figs. 13A y 13B muestran dos características adicionales de la invención. Más particularmente, la Fig. 13A muestra un carro 90 soportado con ruedas que rueda a lo largo de un par de carriles 92 separados dispuestos en paralelo con las filas 19 de módulos colectores solares. Esto facilita el mantenimiento de los colectores, y lo hace de manera que no interfiera con la estructura de captación de energía solar.

5 La Fig. 13B muestra una realización para la incorporación de una característica de precalentamiento en la presente invención. Más particularmente, la Fig. 13B muestra los montantes 20 de una de las filas 19 de los módulos colectores solares, y la tubería 21 de conducción de calor configurada como una estructura 94 de tubería coaxial que se extiende entre los montantes 20. Más particularmente, la estructura 94 de tubería es una tubería coaxial con un canal 94a anular exterior y un canal 94b interno situado centralmente. Con los paneles 22 de los módulos colectores solares que  
10 concentran y dirigen la luz del sol hacia arriba, el agua que fluye hacia la salida (hacia la izquierda en la Fig. 13B) a través del canal 94b central es precalentada por el calor que emana del vapor que fluye en el canal 94a exterior (que fluye hacia la derecha en la Fig. 13B). El canal 94a exterior recibe la mayor concentración de la radiación solar redirigida. De esta manera, el vapor calentado en el interior del canal 94a hace también que el calor emane radialmente hacia el interior para precalentar el fluido que fluye en el canal 94b interior. Este mismo principio podría usarse con un canal 94a de salida superior y un canal 94b inferior de retorno (generador de vapor), si la versión coaxial de esta estructura de tuberías resulta  
15 ser demasiado complicada o demasiado cara de fabricar o instalar.

La Fig. 14 muestra la capacidad del carro 90 para moverse lateralmente a lo largo de, o transversalmente a, una de las filas 19 de colectores solares, en el extremo de la fila 19, tal como se muestra mediante la flecha direccional 97, a lo largo de una pista dirigida transversalmente. Esto permite que el carro 90 proporcione servicio a la totalidad del área superficial  
20 de la cubierta 16 ocupada por las filas 19 de módulos colectores solares. Tal como se muestra en la Fig. 3A, el acceso a la fila 19 contigua podría obtenerse también añadiendo una pista 94a semicircular exterior para conectar las filas situadas de manera contigua. Estos tanques conectores pueden ser extraíbles, para un uso temporal, para acomodar múltiples filas 19. El tipo de estructura puede usarse para proporcionar un servicio regular de la isla 10, por ejemplo, para limpiar los paneles 22 de los módulos colectores solares.

25 Una realización de la invención contempla que la estructura anillo exterior, en el caso de la isla artificial desplegada en agua, contendría una instalación de producción de hidrógeno en una sección de tubería herméticamente sellada fijada bajo la estructura anillo exterior. Dicha una instalación de producción de hidrógeno podría estar completamente sumergida, y podría funcionar de manera que el generador de electrólisis podría funcionar en un entorno de gas inerte o evacuado, para reducir sustancialmente, de esta manera, cualquier riesgo potencial de accidentes. También se prevé el uso de dos secciones de tubería concéntricas en la construcción de dicha una instalación de producción de hidrógeno, en  
30 otras palabras, entonces el generador de electrólisis estaría alojado en una estructura de doble pared.

Generalmente, las instalaciones de producción y distribución de hidrógeno no se consideran peligrosas; no son sistemáticamente propensas a riesgos de combustión incontrolada. Sin embargo, tal como muestra el documento [http://www.eihp.org/public/Reports/Final\\_Report/Sub-Task\\_Reports/ST5.2/RISK%20ASSESSMENTS%20OF%20H2-REFUELLING%20STATION Onsite %20CONCEPTS.pdf](http://www.eihp.org/public/Reports/Final_Report/Sub-Task_Reports/ST5.2/RISK%20ASSESSMENTS%20OF%20H2-REFUELLING%20STATION_Onsite_%20CONCEPTS.pdf), estas instalaciones requieren un mantenimiento frecuente y una vigilancia continua con el propósito de controlar eficazmente dichos riesgos. Un entorno evacuado o un entorno lleno de gas inerte reduciría sustancialmente esos riesgos, ya que los sensores de gas hidrógeno y oxígeno avisarían inmediatamente sobre el riesgo de desarrollo de una fuga. Para un mantenimiento regular cada pocos meses, la instalación de producción de hidrógeno puede estar apagada y puede bombearse aire del exterior al interior antes de que  
40 los equipos de mantenimiento entren en escena.

Para la versión terrestre de la isla artificial, la instalación de generación de hidrógeno se construiría a una distancia suficiente de la isla solar para prevenir cualquier tipo de exposición potencialmente peligrosa.

En general, hasta este punto de la descripción detallada, la estructura mostrada y descrita para convertir la energía solar en energía usable ha sido una tubería 21 de conducción de calor para la generación de vapor a partir de los reflectores 22a, tal como se muestra esquemáticamente en la Fig. 15. Como alternativa, la Fig. 16 muestra la integración de la conversión solar fotovoltaica en el concepto isla solar. Más particularmente, la estructura 420 de soporte es adaptada y usada para colgar un panel 421 fotovoltaico en un ángulo apropiado para obtener un efecto de concentración máxima a través de un grupo de lentes 422 de Fresnel lineales situadas en la parte inferior. Las flechas de la Fig. 16 muestran la reflexión de la luz solar desde las lentes 422 de Fresnel al panel 421 fotovoltaico, que está montado en un soporte 431.  
45

50 Se cree que, cuando las lentes 422 de tipo de Fresnel lineales tienen un tamaño de aproximadamente 8 por 8 metros, puede conseguirse un factor de concentración de 10. De esta manera, la radiación solar pico recibida por los módulos fotovoltaicos por metro cuadrado ya no sería del orden de 1 kW, sino de 10 kW por metro cuadrado. De esta manera, una isla 10 solar podría usar módulos fotovoltaicos convencionales como parte de los paneles 421 fotovoltaicos, siempre y cuando los módulos estén suficientemente refrigerados, de manera que no se sobrecalienten, para mantener eficiencias de conversión razonables, y para mantener una vida útil razonable del módulo fotovoltaico. Potencialmente, la producción de dicha una isla solar podría aumentarse adicionalmente usando un material de celda fotovoltaica especial, que está diseñado para trabajar en aplicaciones de concentración. Usando este enfoque, podría reducirse la superficie activa del  
55

módulo fotovoltaico, reduciendo también, de esta manera, cualquier efecto de sombreado no deseado sobre la superficie del concentrador. Una persona con conocimientos en la materia será capaz de optimizar el diseño de la isla solar adaptando el tamaño de la superficie activa de la celda versus el precio aumentado de una celda y la producción eléctrica potencialmente aumentada en función de la radiación solar primaria obtenida en la ubicación de una instalación de isla solar de la invención. Se proporciona una visión general acerca de la tecnología de celda solar para aplicaciones de concentración.

Debido a que el nivel de temperatura generado en y alrededor de los paneles 421 fotovoltaicos será mucho más alto que en las aplicaciones fotovoltaicas más sencillas, debido al efecto de concentración descrito anteriormente, la presente invención contempla la incorporación de un dispositivo de refrigeración en la estructura 420 de soporte y de montaje general. Más particularmente, se ha demostrado que la eficiencia de conversión de los paneles fotovoltaicos se reduce en hasta aproximadamente el 50 por ciento cuando la temperatura de las células fotovoltaicas aumenta sobre ciertos niveles, es decir, cuando se consiguen temperaturas de celda de más de 130 grados centígrados. Véase, en particular, las descripciones sobre algunas de las razones de este hallazgo y que muestra también un posible enfoque a la refrigeración efectiva de los módulos fotovoltaicos. Una visión general de las posibles aplicaciones de refrigeración y su efecto respectivo sobre la eficiencia fotovoltaica se muestra en Roennelid, M., Perers, B.; Active Cooling of Low-Concentrating Hybrid PV/Thermal Collectors, artículo presentado en NorthSun '99, Edmonton, Alberta, Canadá, Agosto 11-14, 1999. Una opción de refrigeración podría implicar el uso de parte de la red 21 de tuberías de conducción de calor descrita con respecto a las Figs. 1-14. En ese caso, la energía captada a través de dicha red de tuberías podría hacerse disponible para su uso fuera de la isla (suministro de calefacción y agua caliente, aire acondicionado o, más generalmente, aplicaciones de refrigeración mediante el uso de máquinas de absorción, procesamiento de energía en aplicaciones industriales, etc.).

La Fig. 17 muestra detalles de una versión fotovoltaica de la isla 10 solar, en la que se usan números superiores a 400 para identificar los componentes fotovoltaicos, para diferenciarlos de la estructura descrita con respecto a las Figs. 1-14. Similar a la disposición mostrada en la Fig. 1, la totalidad de la isla 10 solar puede estar equipada con filas 419 de lentes 422 concentradoras de tipo de Fresnel y vigas 420 de soporte equipadas con soportes 431 que sostienen los colectores 421 fotovoltaicos sobre las lentes 422 en ángulos apropiados para maximizar la potencia de salida de los paneles 421 fotovoltaicos. Tal como se indica en la Fig. 16, la configuración puede realizarse de manera asimétrica, es decir, con las lentes 422 concentradoras, de tipo Fresnel, solamente en un lado de la viga 420 de soporte que sujeta el panel 421 fotovoltaico. Como alternativa, puede usarse una configuración simétrica, tal como se muestra en las Figs. 17, 17A y 17B, en la que dos paneles 421 fotovoltaicos están sujetos en forma de V por la viga 420 de soporte y los soportes 431, en el centro de un conjunto de lentes 422 concentradoras, de tipo Fresnel, totalmente simétricas.

Las estructuras mostradas en las Figs. 17, 17A y 17B, con los paneles 421 fotovoltaicos montados en esta configuración en V, ofrecen varias opciones para el empleo de características de refrigeración. Por ejemplo, tal como se muestra en la Fig. 17, las aletas 433 de refrigeración pueden integrarse en las partes posteriores de los soportes 431. Además, un ventilador 434 puede ser dirigido a lo largo de la forma en V, tal como se muestra en la Fig. 17, para aumentar la cantidad de convección sobre las aletas 433 de refrigeración y/o las partes posteriores de los propios paneles 421 fotovoltaicos. El funcionamiento del ventilador 434 podría ser coordinado por un sistema de control (no mostrado). Como alternativa, los intercambiadores de calor podrían ser instalados en la parte posterior de los soportes 431, en forma de una tubería 436 con forma arqueada en contacto directo con los soportes 431, tal como se muestra en la Fig. 17A. Además, un conducto 437 que tiene una sección transversal con forma triangular, para coincidir con la forma en V de los soportes 431, podría ser soportado por los soportes 431. Este conducto 437 podría sostener un haz de fibras 438.

Llenando este conducto 437 con fibras 438 de peso ligero, es decir, fibras naturales, tales como coco (un ejemplo es la denominada fibra de álamo temblón, véase, por ejemplo) o fibras sintéticas con propiedades similares o incluso mejoradas, dichas fibras 438 pueden ser empapadas con agua a intervalos regulares, o cuando las fibras 438 están demasiado secas, para causar un refrigeración por evaporación. Un sistema de empapado para dichas fibras 438 puede incluir un sistema de mangueras de agua y chorros de agua, esencialmente del tipo usado habitualmente en jardinería. Además, podría haber detectores de humedad (no mostrados) situados a lo largo de los conductos 437, para detectar cualquier desecación de las fibras 438 y para activar el flujo de agua.

Según un aspecto de esta opción de refrigeración, el conducto 437 podría tener aberturas para permitir que las fibras 438 sean empapadas sólo mediante el llenado de agua, de manera periódica, en la zanja con forma de V definida por los soportes 431. Esto se muestra mediante la línea 439 de agua, y las flechas direccionales.

En las variantes descritas anteriormente, se prevé también el uso de elementos de protección solar sobre los módulos fotovoltaicos, para reducir la temperatura de la parte posterior de los paneles 421 fotovoltaicos mientras se mejora, en general, el efecto refrigerante conseguido mediante las diversas soluciones descritas. Esto puede conseguirse en una de entre una serie de maneras. Una forma es mediante una cubierta 440 del tipo mostrado en la Fig. 17B.

Este enfoque de refrigeración fotovoltaica es útil en climas moderados en los que los módulos fotovoltaicos, que reciben irradiación de conjuntos de concentración con acabado de espejo, no experimentan temperaturas extremadamente altas.

En dichas condiciones, las realizaciones descritas evitan la necesidad de una tubería y un sistema intercambiador de calor a gran escala, tal como sería necesario de otra manera.

5 En el caso de la versión marítima de esta isla solar, el sistema de refrigeración podría hacer uso del hecho de que la temperatura del agua del mar disminuye con la profundidad. Un perfil típico de la temperatura del agua de mar puede observarse en. Una versión marítima de esta isla solar, que es desplegada en las aguas oceánicas cálidas cercanas al ecuador (el Golfo Pérsico, la masa oceánica más caliente del planeta, puede alcanzar hasta 36 grados centígrados, o aproximadamente 97 grados Fahrenheit, durante períodos de verano) podría estar equipada con un sistema intercambiador de calor completo que estaría fijado sólidamente a los lados posteriores de los soportes 431 que soportan los módulos 421 fotovoltaicos. Este sistema intercambiador de calor podría funcionar en un bucle cerrado con otro sistema intercambiador de calor que cuelga a profundidades considerables, ya que la temperatura del agua del mar disminuye típicamente en aproximadamente 10 grados centígrados a una profundidad de 500 metros. Incluso las masas marítimas poco profundas muestran caídas considerables de temperatura a profundidades de sólo 100 metros.

15 Se ha demostrado, en una serie de implementaciones técnicas en todo el mundo, que el bombeo de agua de mar desde profundidades considerables para su uso en aplicaciones de refrigeración es técnica y económicamente factible. Las pérdidas debidas al bombeo que dichos sistemas tienen que superar son moderadas, tal como se ha demostrado en la instalación de un sistema SWAC (Sea Water Air Conditioning, Acondicionamiento de aire con agua de mar) en el Natural Energy Laboratory en la isla hawaiana de Kona (véase). El volumen de corriente necesario en esta instalación se bombea desde una profundidad de 650,72 m (2.200 pies), y la potencia eléctrica total instalada para superar las pérdidas de bombeo es inferior a 20 kW. De esta manera, esta solución técnica podría emplearse en el contexto de la isla solar fotovoltaica, para la refrigeración de los paneles 421 fotovoltaicos.

20 En un aspecto adicional de la presente invención, cada uno de los paneles 421 fotovoltaicos individuales podría ser giratorio, o reorientable, alrededor de un eje horizontal correspondiente. Esto se muestra en la Fig. 18. Cuando se monta opuesto a un concentrador plano localizado apropiadamente, designado por 422a, esta rotación permite que el panel 421 sea orientado 90° con respecto a la luz solar reflejada, tal como se muestra mediante las flechas 429 direccionales y las líneas discontinuas para los paneles 421. Esta estructura aumenta adicionalmente el efecto de concentración de la radiación. Este ajuste dinámico de los paneles 421 fotovoltaicos puede conseguirse mediante motores de micro-posicionamiento (no mostrados) y un sistema de ordenador apropiado usando un algoritmo adecuado para este propósito (no mostrado).

30 Se prevé que el ajuste angular dinámico de la isla 10 solar ya conseguirá grandes beneficios en términos de energía y que, por lo tanto, la solución inventiva mostrada en la Fig. 18 es probable que sólo pueda aplicarse a las instalaciones de isla solar que están muy lejos del ecuador, y que puedan tener un mayor porcentaje de horas de funcionamiento bajo una cubierta de nubes.

35 Aunque la presente solicitud describe una serie de realizaciones preferentes y otras variantes de la invención, las personas con conocimientos en la materia apreciarán que las estructuras particulares mostradas y descritas son susceptibles de un grado razonable de modificación y, por lo tanto, la invención no está limitada en su alcance a los detalles específicos mostrados y descritos. Se pretende que las aplicaciones sólo estén limitadas por la interpretación más razonable de las reivindicaciones siguientes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de captación de energía solar que comprende:

- una plataforma (12) que flota sobre una masa de fluido, en el que la plataforma incluye una estructura (14) anillo exterior;
- 5 – una cubierta (16) flexible que define un volumen cerrado debajo de la cubierta (16);
- un compresor (32) o soplador para crear una condición de sobrepresión en el interior del volumen cerrado;
- una estructura superior situada sobre la cubierta;
- un conjunto de lentes (422) de Fresnel, lineales, soportadas por la estructura superior y que proporcionan la concentración de la radiación solar;
- 10 – un conjunto de colectores (421) solares fotovoltaicos soportados sobre la cubierta para recibir la radiación solar concentrada por las lentes de Fresnel; y
- la plataforma puede girar alrededor de un eje vertical central de la misma, para permitir, de esta manera, la orientación del grupo de lentes de Fresnel lineales y que los colectores solares fotovoltaicos correspondientes sean girados a una orientación deseada en función de la posición angular del sol.
- 15 caracterizado por que la cubierta (16) flexible encierra, de manera hermética, un extremo superior de la estructura anillo exterior, para definir, de esta manera, el volumen cerrado debajo de la cubierta.

2. Sistema de captación de energía solar según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema está basado en tierra y comprende además:

- 20 – un canal (28) inferior, con forma de anillo, que reside debajo de la estructura anillo exterior y está adaptado para contener un fluido de viscosidad adecuada, para soportar, de esta manera, de manera flotante, la estructura anillo exterior sobre el fluido en el interior del canal.

3. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado además por que comprende:

- 25 – un número de dispositivos de refrigeración asociados con el conjunto de colectores (421) solares fotovoltaicos, en el que los dispositivos de refrigeración están integrados en un sistema de refrigeración adaptado para coordinar la refrigeración de los colectores solares fotovoltaicos soportados sobre la plataforma.

4. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además:

- 30 – un número adecuado de aletas de refrigeración montadas en los colectores solares fotovoltaicos.

5. Sistema de captación de energía solar según la reivindicación 4, caracterizado por que comprende además:

- un ventilador (434) asociado operativamente con una pluralidad de las aletas (433) de refrigeración para promover la convección de calor por dichas aletas de refrigeración.

6. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además:

- 35 – un sistema de bucle cerrado de intercambiadores de calor asociado operativamente con el conjunto de colectores solares fotovoltaicos, en el que los intercambiadores de calor están adaptados para recibir el fluido de refrigeración desde una fuente y para refrigerar los colectores solares fotovoltaicos.

7. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además:

- 40 – una zanja en forma de V, definida al menos en parte por los lados posteriores, situados de manera contigua, de los colectores solares fotovoltaicos montados de manera apropiada.

8. Sistema de captación de energía solar según la reivindicación 7, caracterizado por que comprende además:

- al menos una fibra (438) humedecible situada en el interior de la zanja con forma de V y adecuada para ser

empapada con el propósito de refrigerar por evaporación los colectores solares fotovoltaicos correspondientes.

9. Sistema de captación de energía solar según la reivindicación 8, caracterizado por que comprende además:

- 5
- un sistema de control de humedad, conectado de manera operativa a la al menos una fibra, en el que el sistema de control está adaptado para detectar la humedad y para mantener un nivel adecuado de humedad con respecto a la al menos una fibra (438), para refrigerar, de esta manera, los colectores solares fotovoltaicos asociados con la misma.

10. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además:

- 10
- un sistema de tuberías, que incluye tuberías para suministrar agua desde las profundidades del mar a los dispositivos de refrigeración.

11. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además:

- 15
- una cubierta para proteger los colectores solares fotovoltaicos y/o los dispositivos de refrigeración de la radiación solar directa, para mejorar, de esta manera, el efecto de refrigeración.

12. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende además:

- 20
- un número adecuado de soportes giratorios asociados con los colectores (421) solares fotovoltaicos, para permitir, de esta manera, un ajuste controlable de los colectores solares fotovoltaicos para mantener un ángulo óptimo con respecto a las lentes de Fresnel correspondientes.

13. Sistema de captación de energía solar según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende:

- una pluralidad de filas de soportes (431) soportados por encima de la cubierta, y por que dichos colectores (421) solares fotovoltaicos están sujetos por los soportes de manera que se encuentren frente a las lentes (422) de Fresnel.

25

14. Sistema de captación de energía solar según la reivindicación 13, caracterizado por que al menos algunos de los soportes definen una forma de V que sostiene un par de filas de colectores solares fotovoltaicos, y comprende además:

- un dispositivo de refrigeración que reside en la forma en V.

30

15. Sistema de captación de energía solar según cualquiera de las reivindicaciones 13 ó 14, caracterizado por que comprende además:

- al menos una fibra (438) humedecible situada contigua a uno de los soportes, en el que la fibra es adecuada para ser empapada para refrigerar por evaporación los colectores solares fotovoltaicos correspondientes montados en la parte inferior del soporte respectivo; y
  - un sistema de control de humedad, conectado operativamente a la al menos una fibra humedecible, en el que el sistema de control de humedad está adaptado para detectar la humedad y para mantener un nivel adecuado de humedad con respecto a la al menos una fibra (438) humedecible, para refrigerar, de esta manera, el colector fotovoltaico asociado con la misma.
- 35

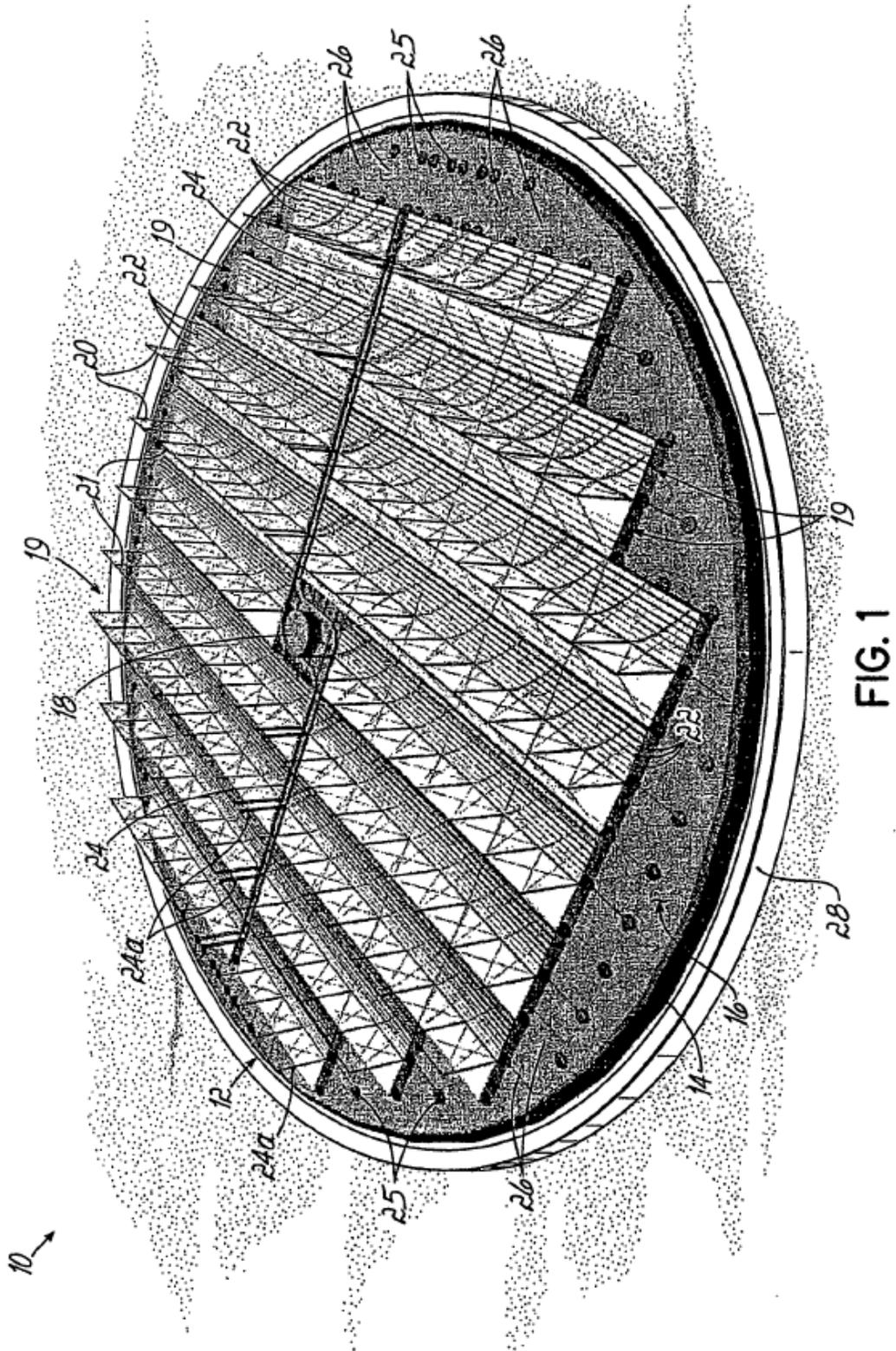


FIG. 1

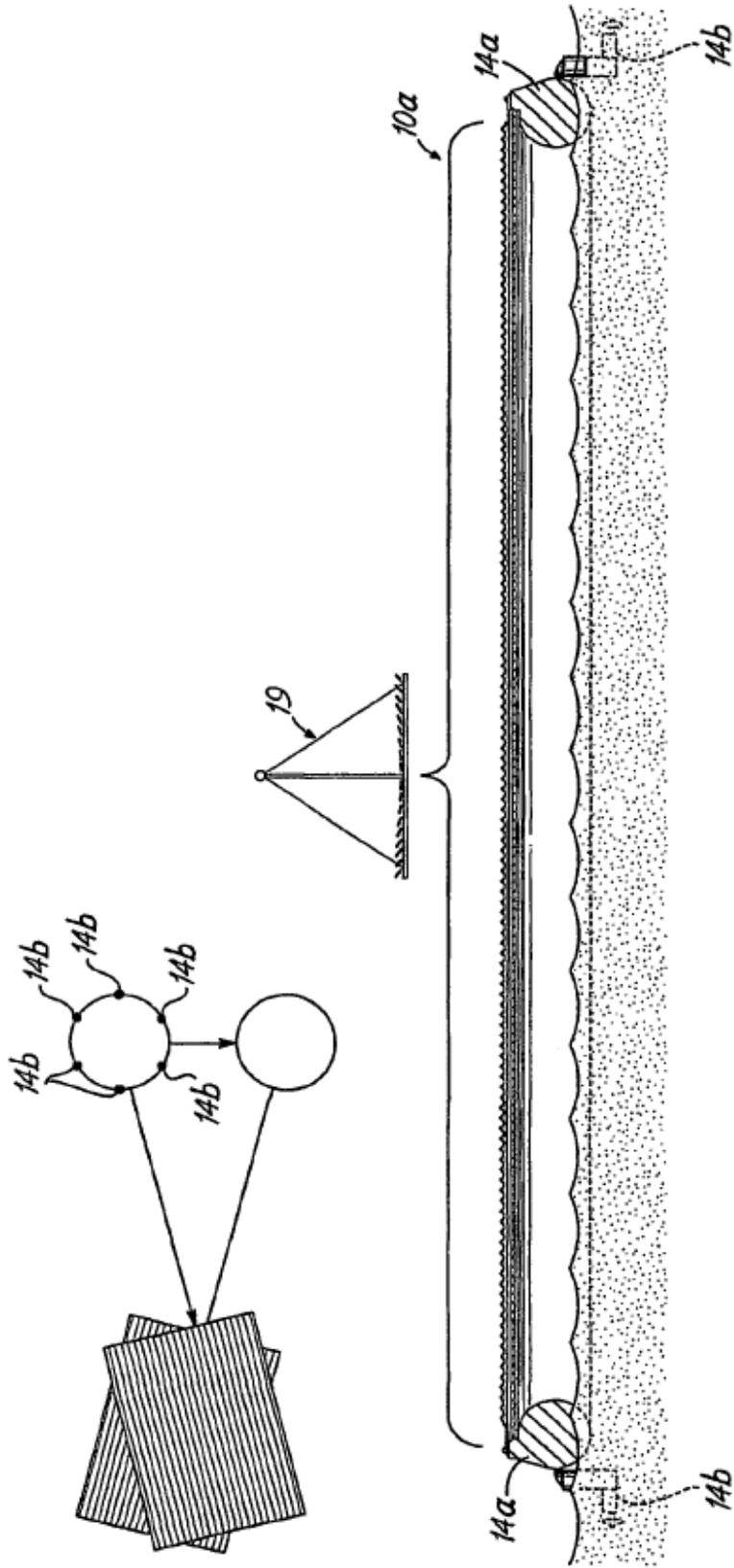


FIG. 1A

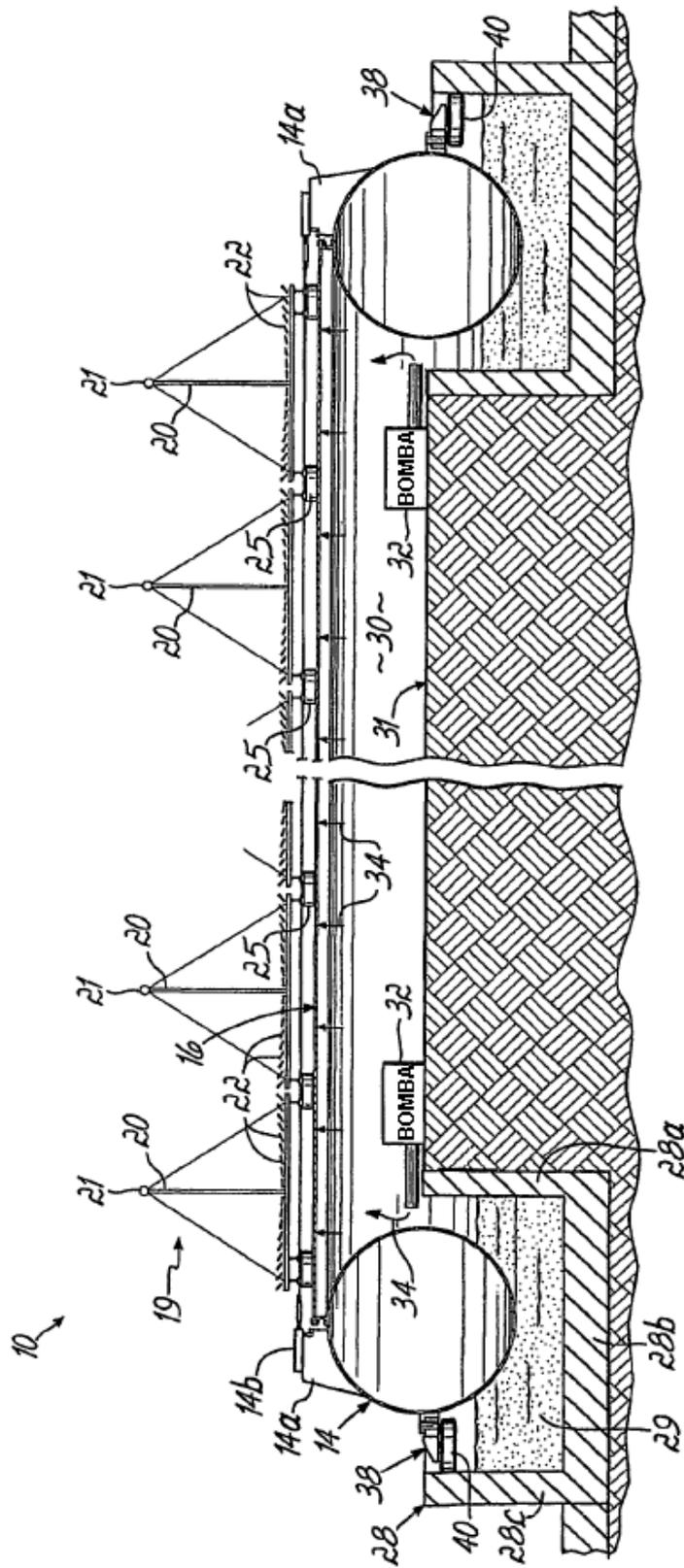


FIG. 2

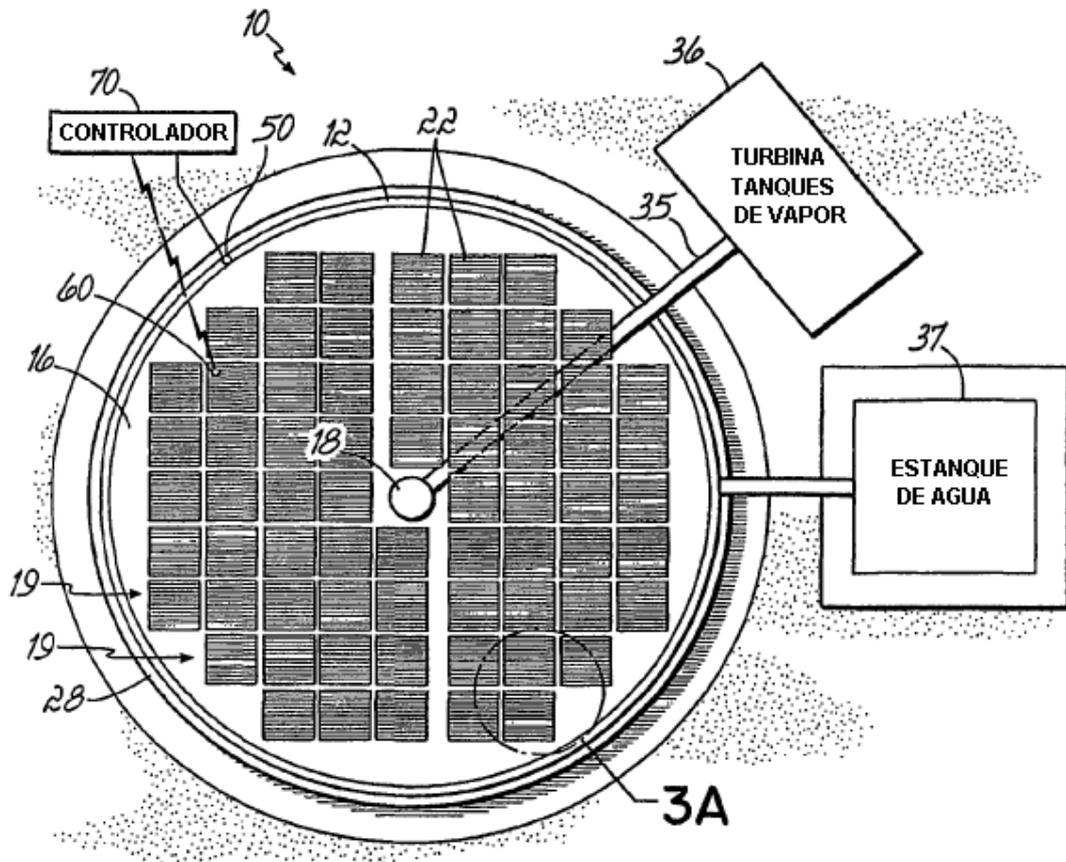


FIG. 3

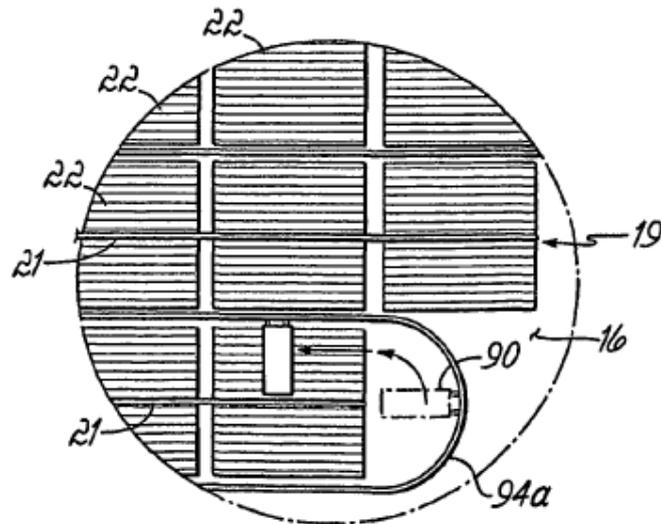
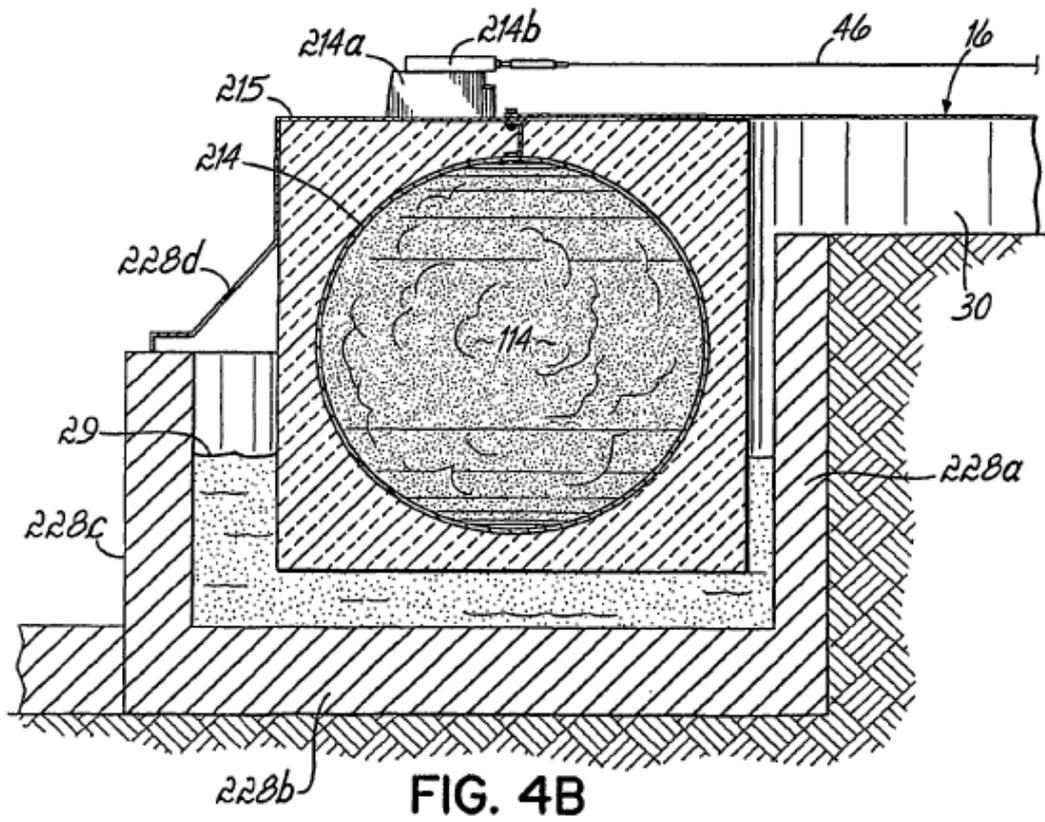
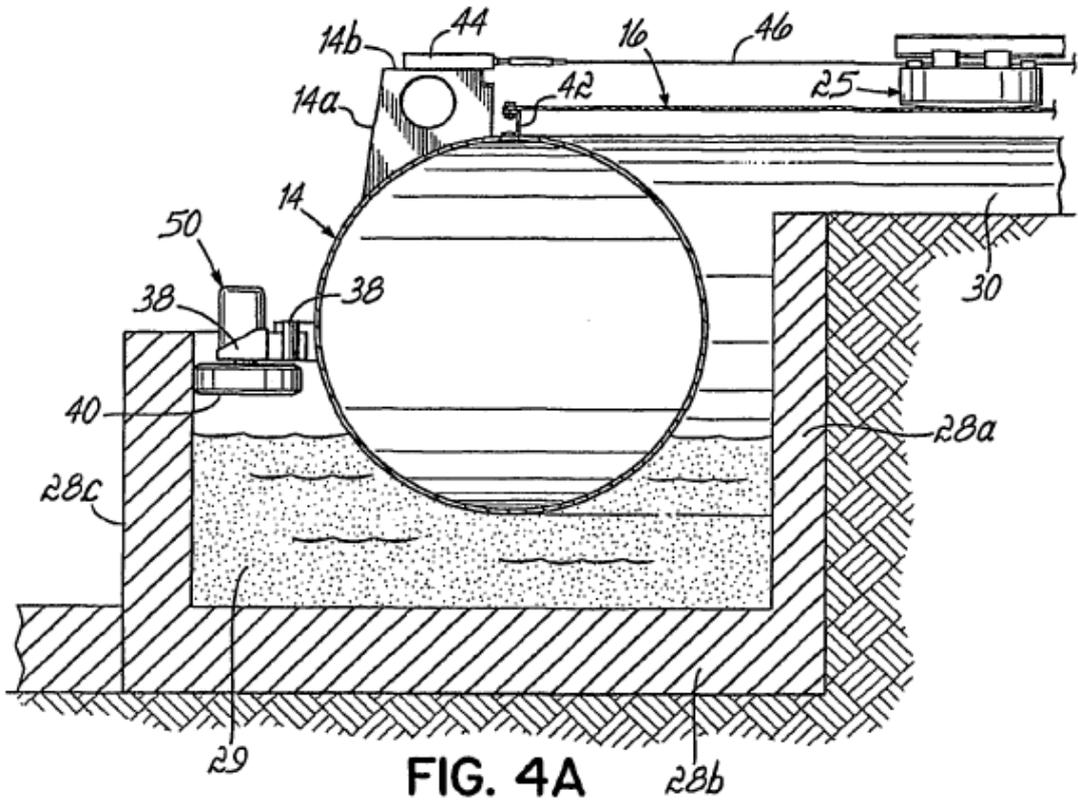


FIG. 3A



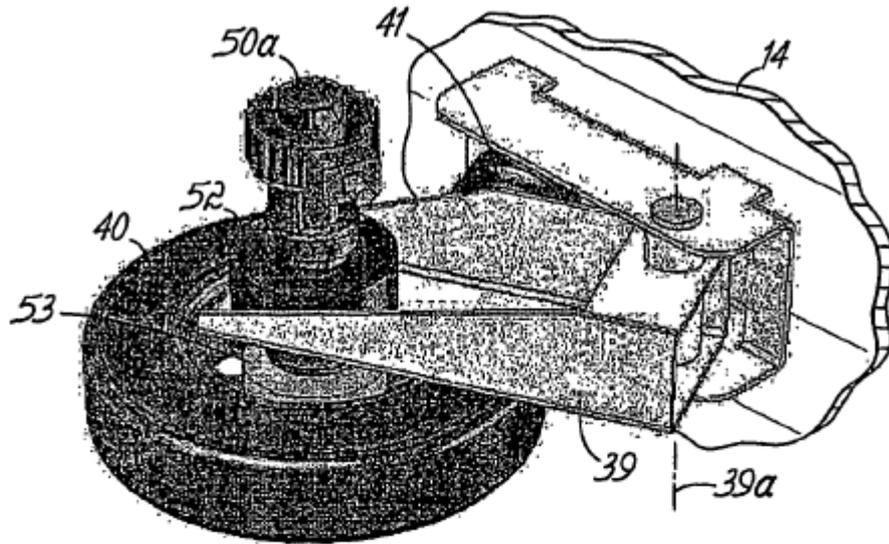


FIG. 5

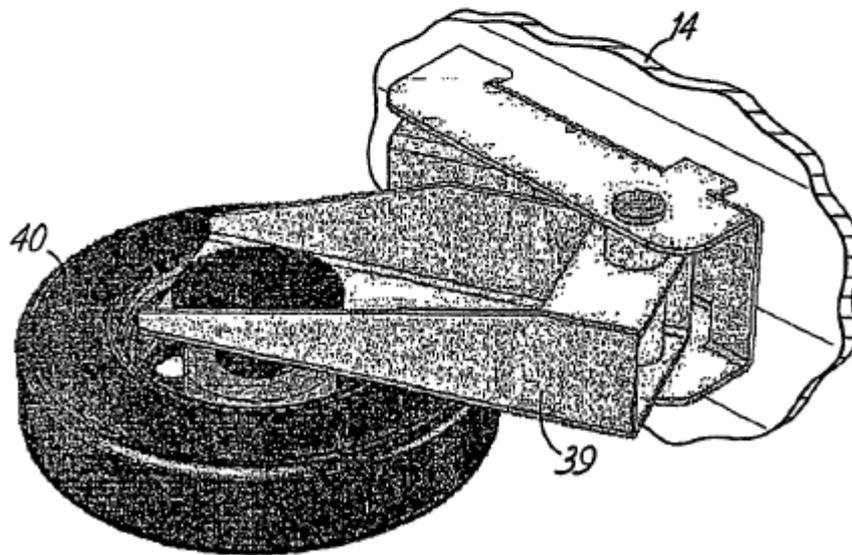


FIG. 6

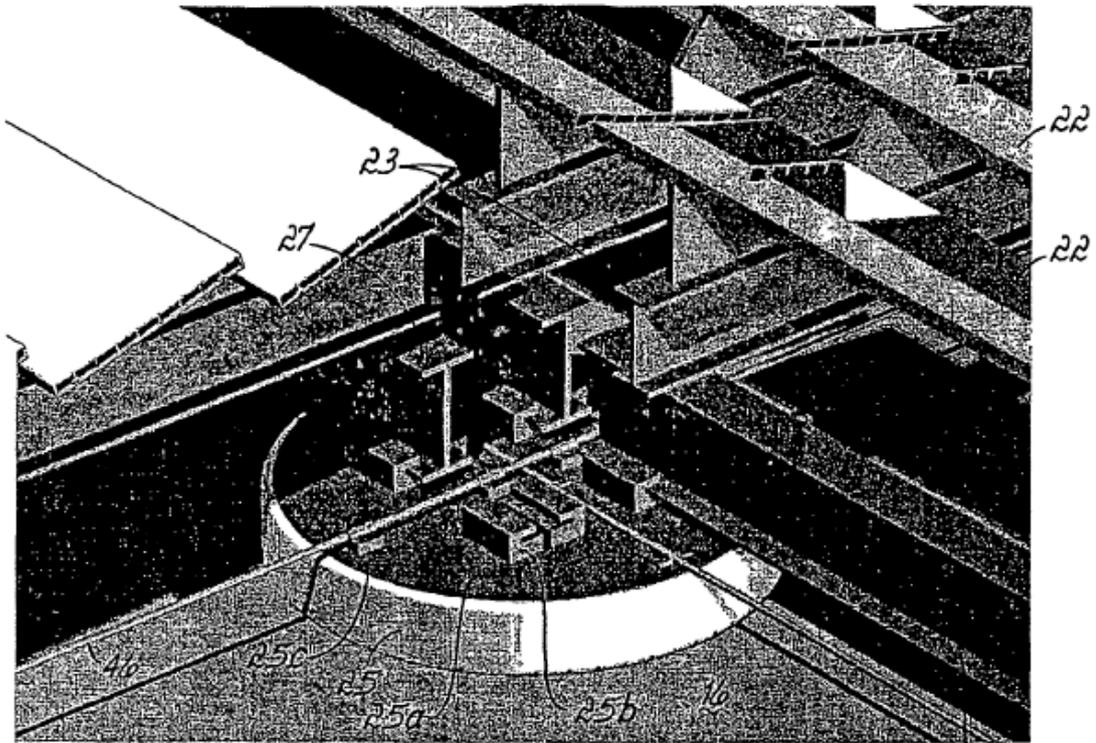


FIG. 7A

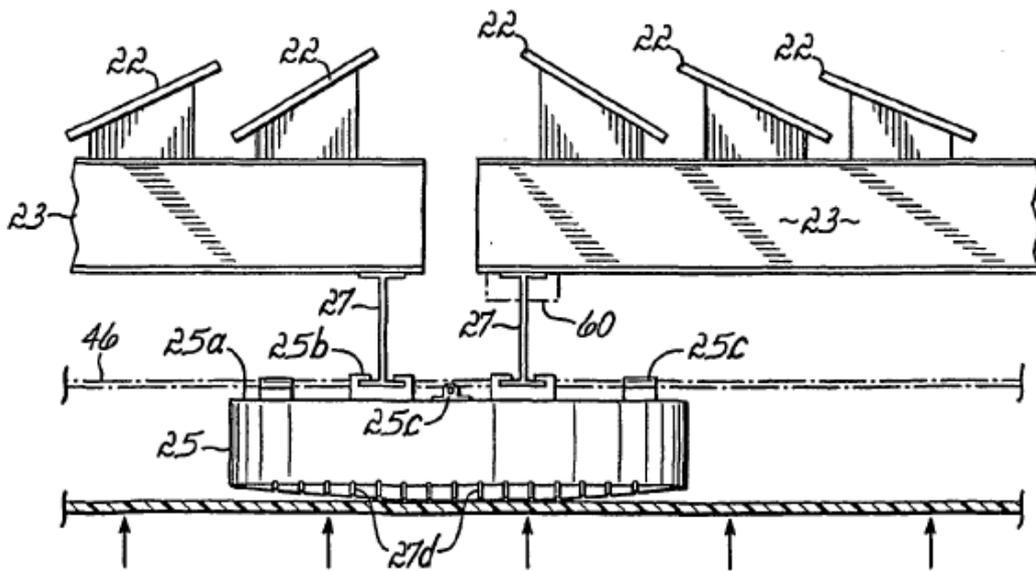


FIG. 7B

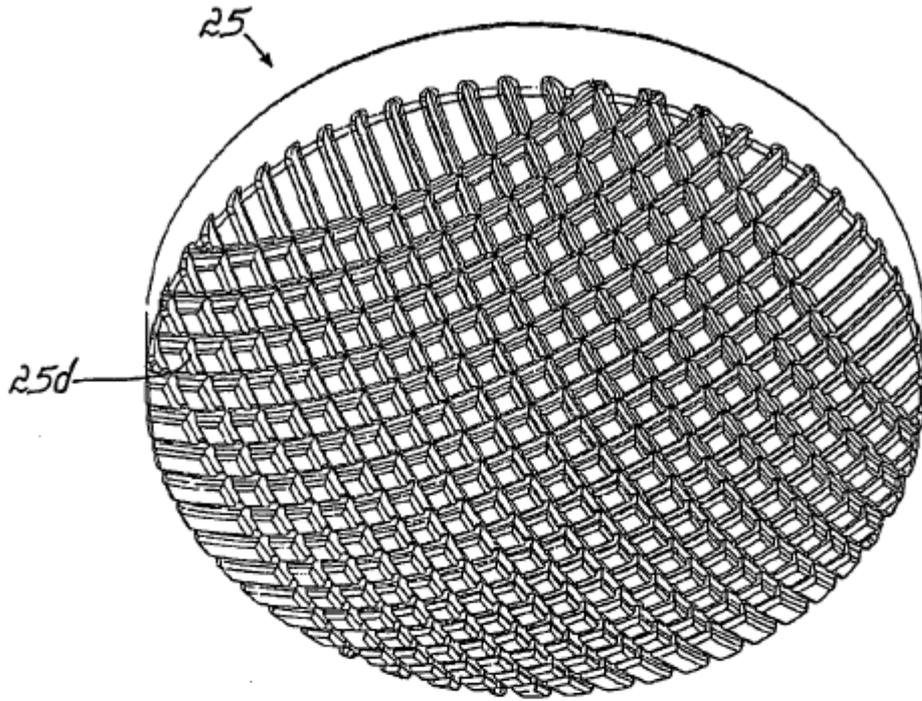


FIG. 8

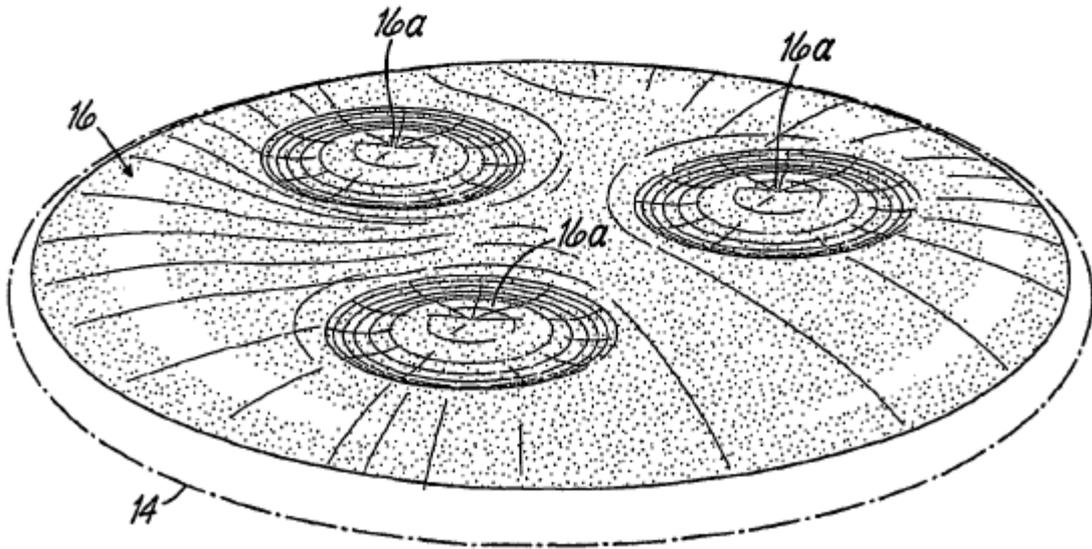


FIG. 9

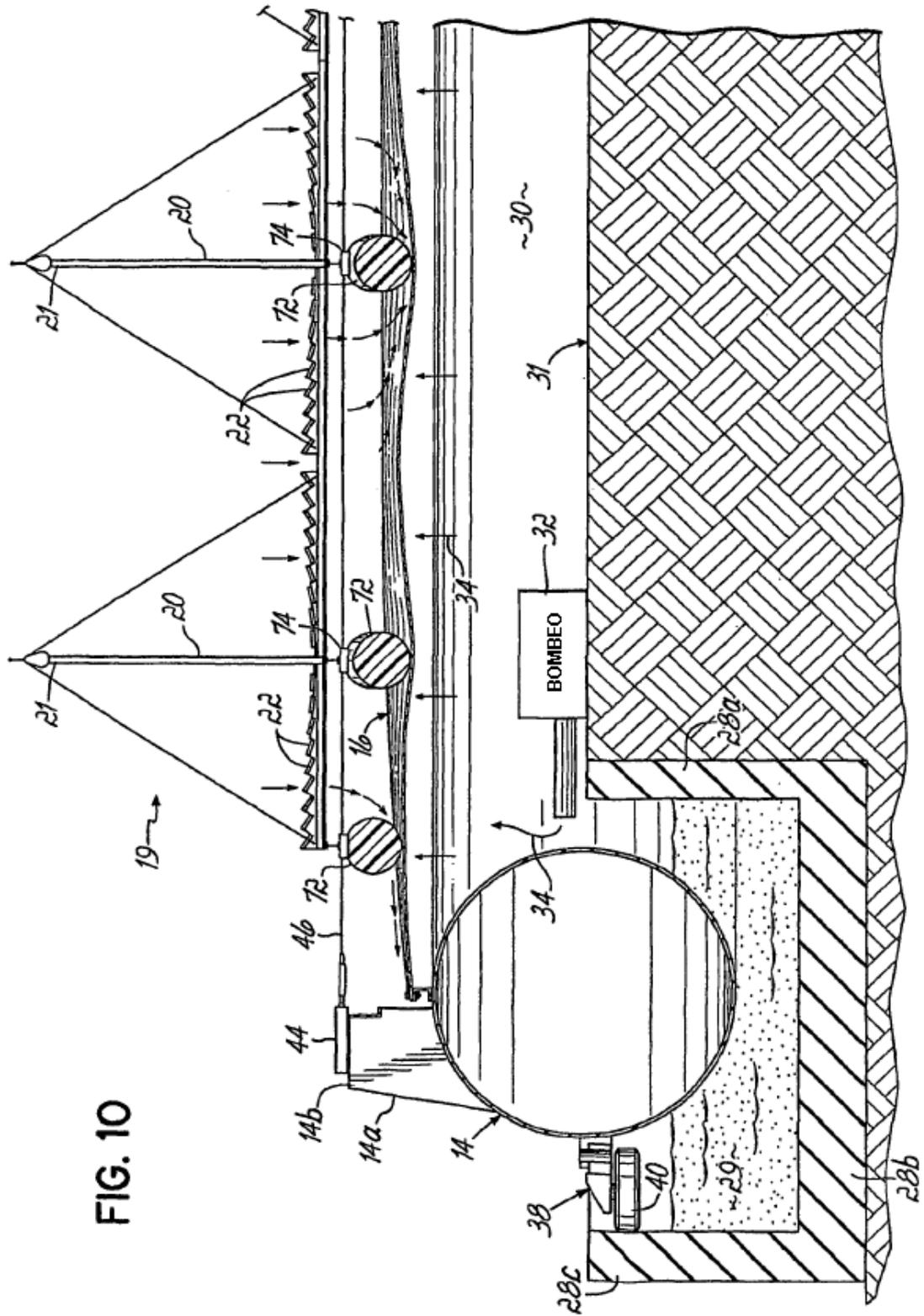


FIG. 10

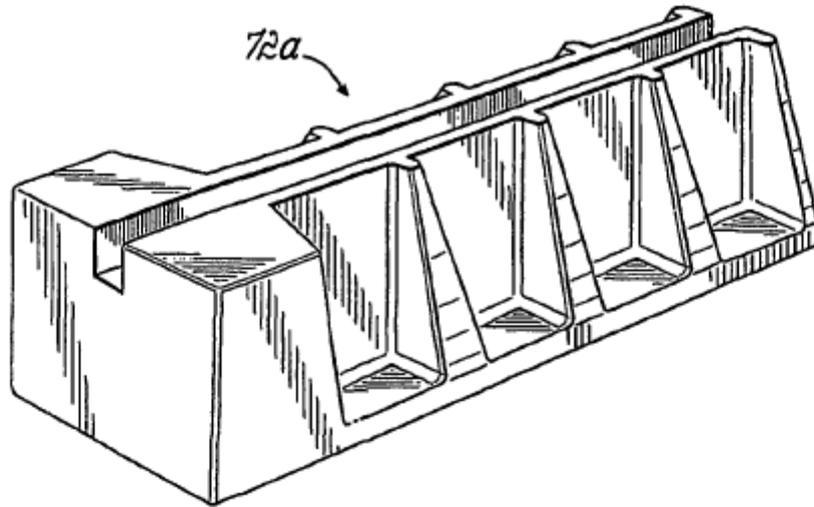


FIG. 10A

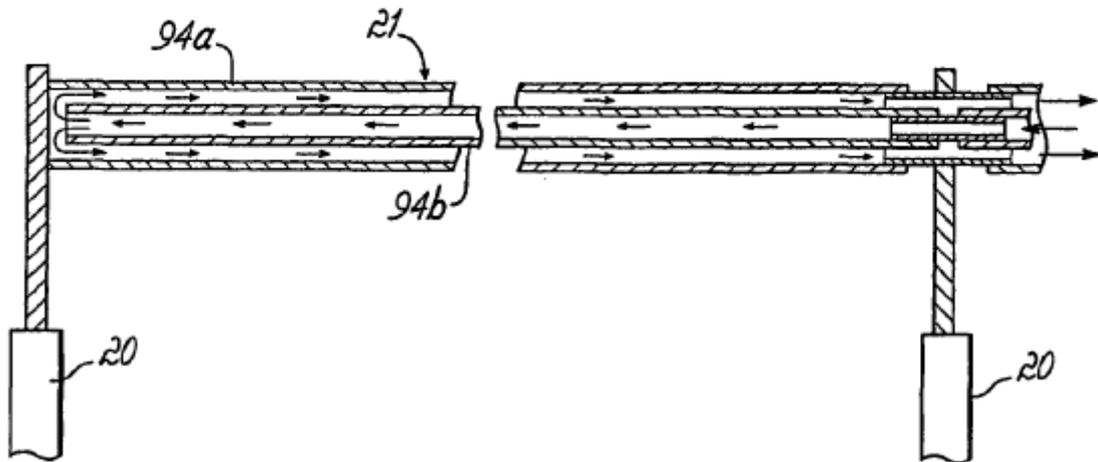
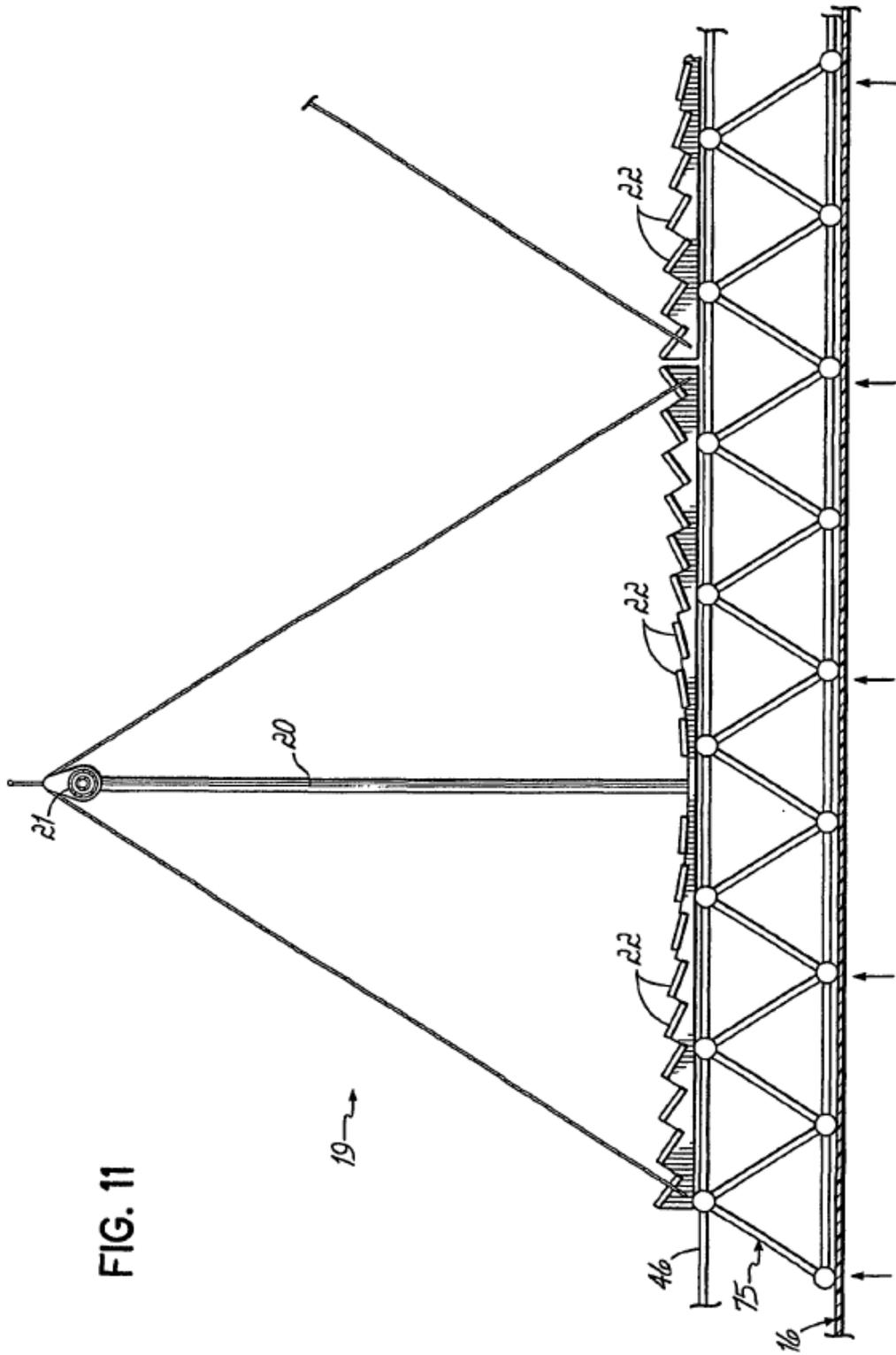


FIG. 13B



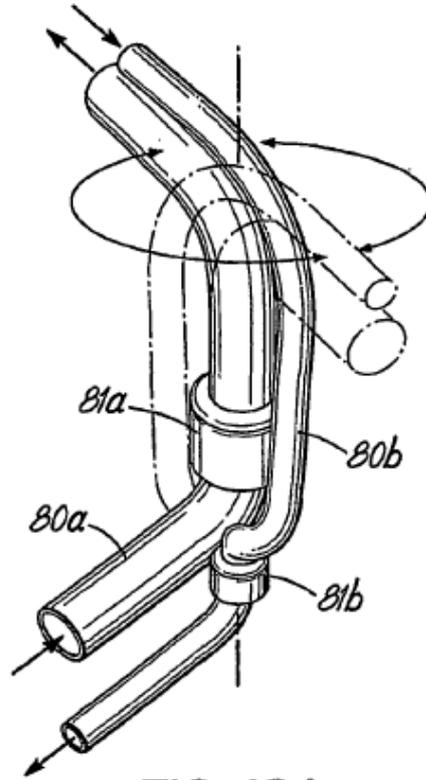


FIG. 12A

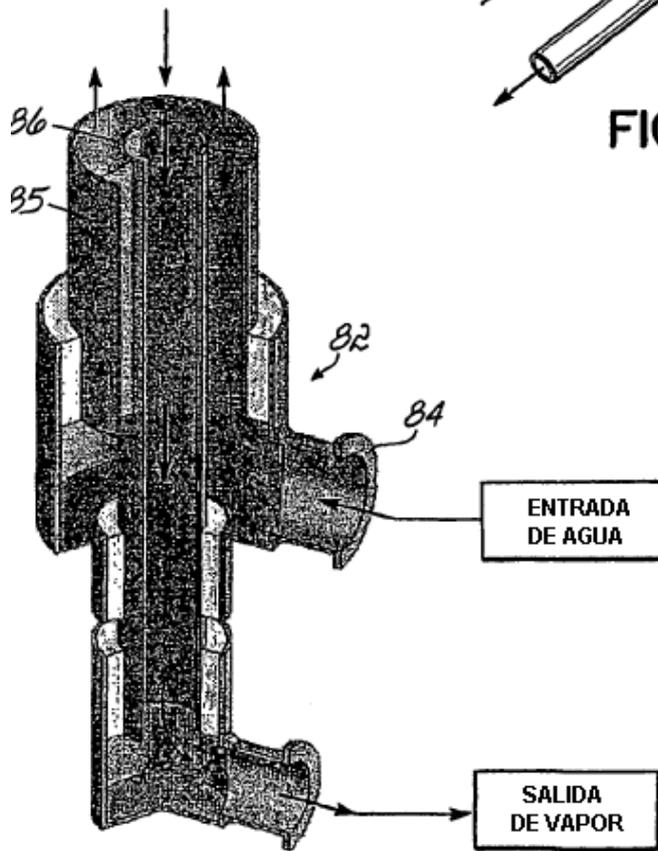


FIG. 12B

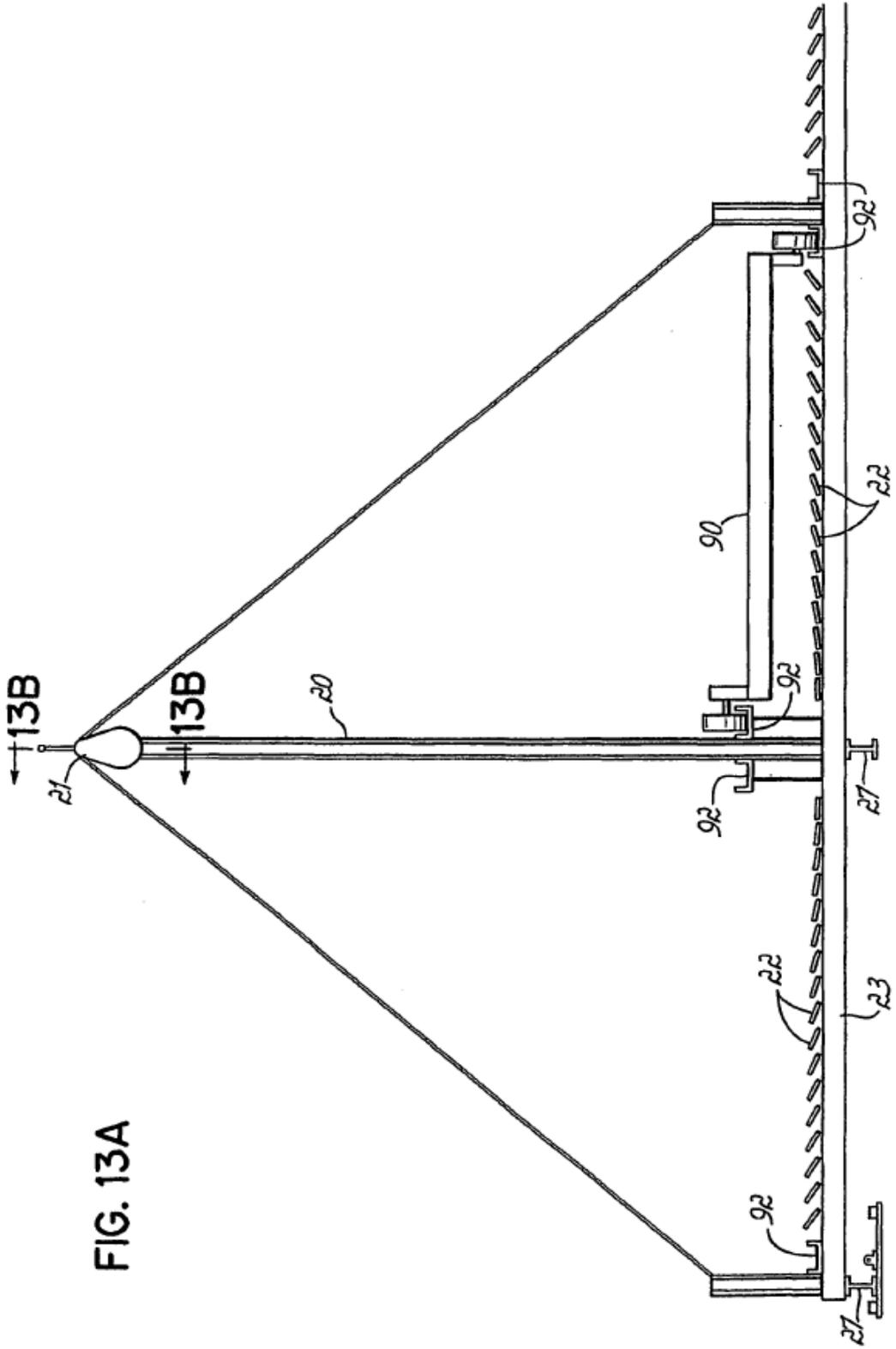


FIG. 13A

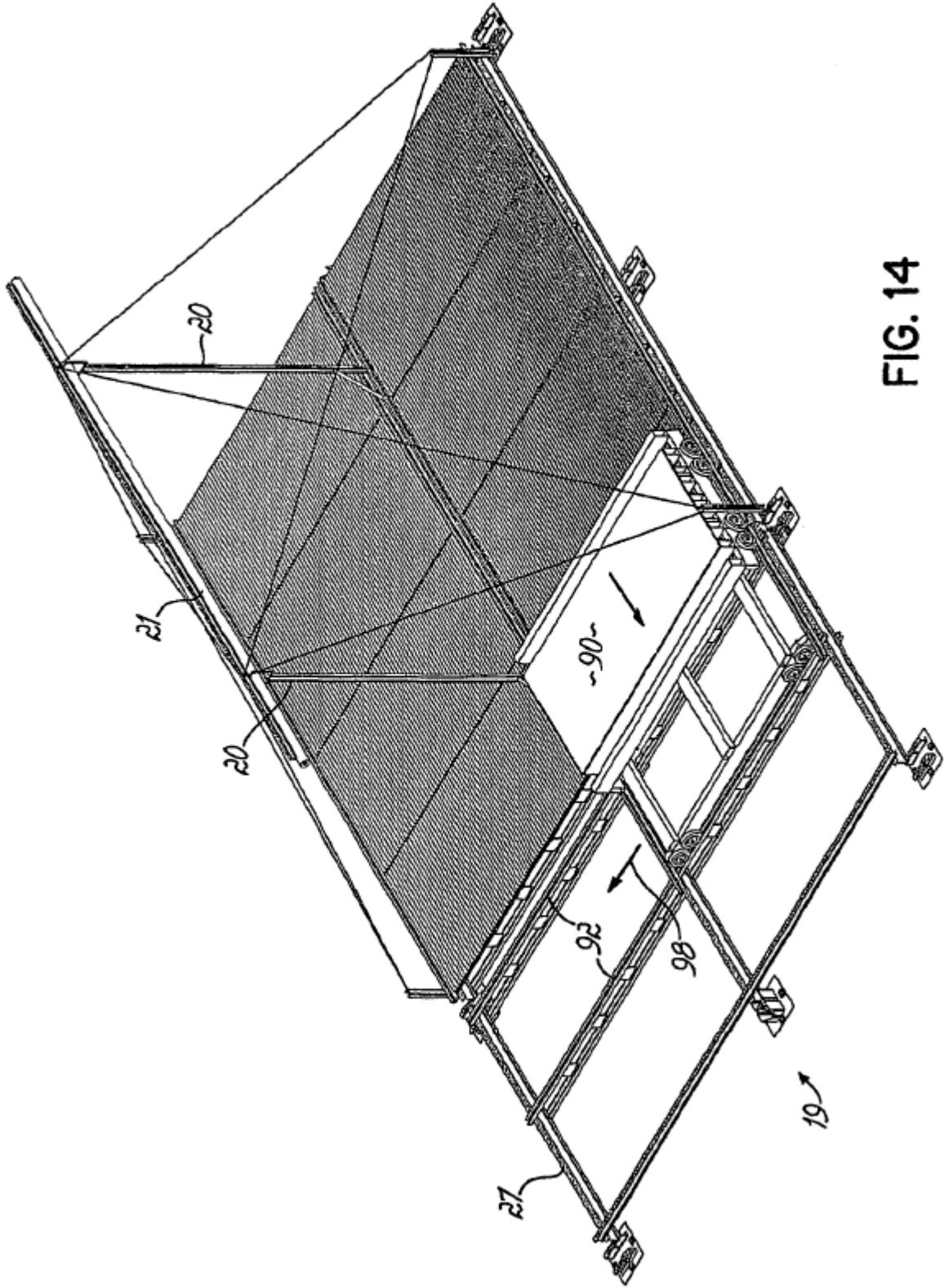


FIG. 14

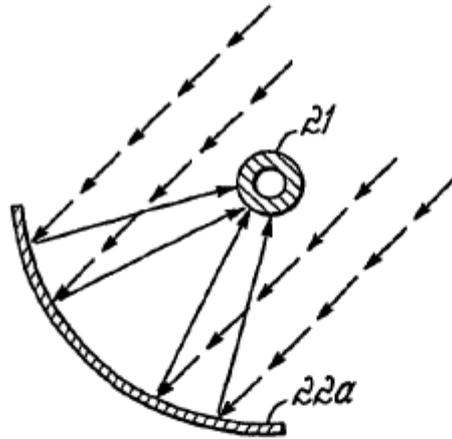


FIG. 15

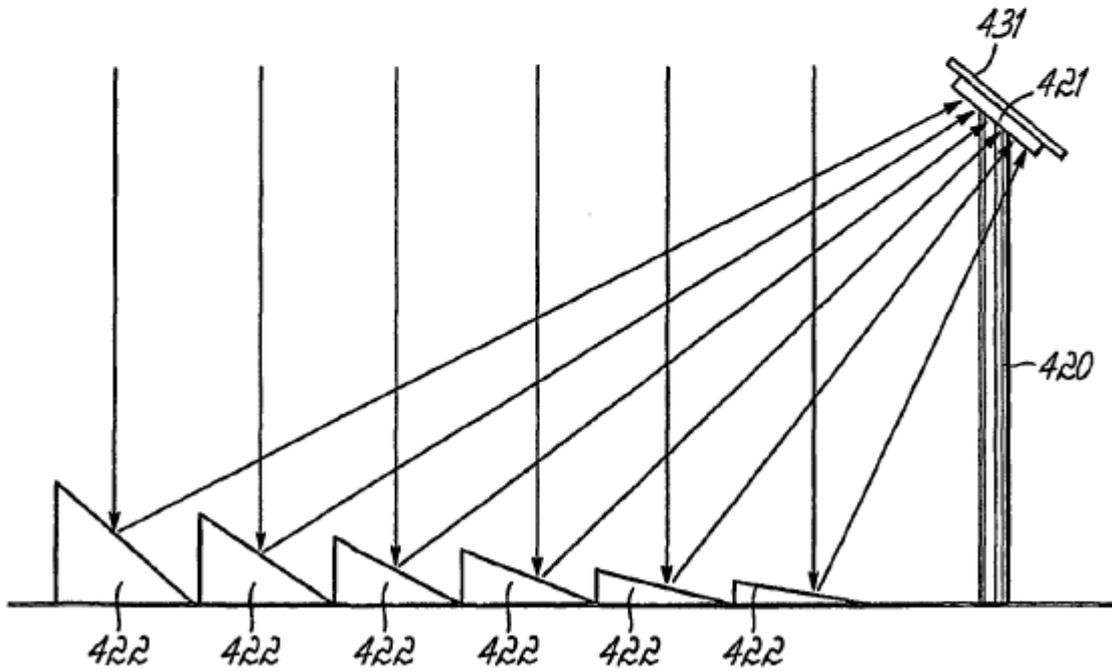


FIG. 16

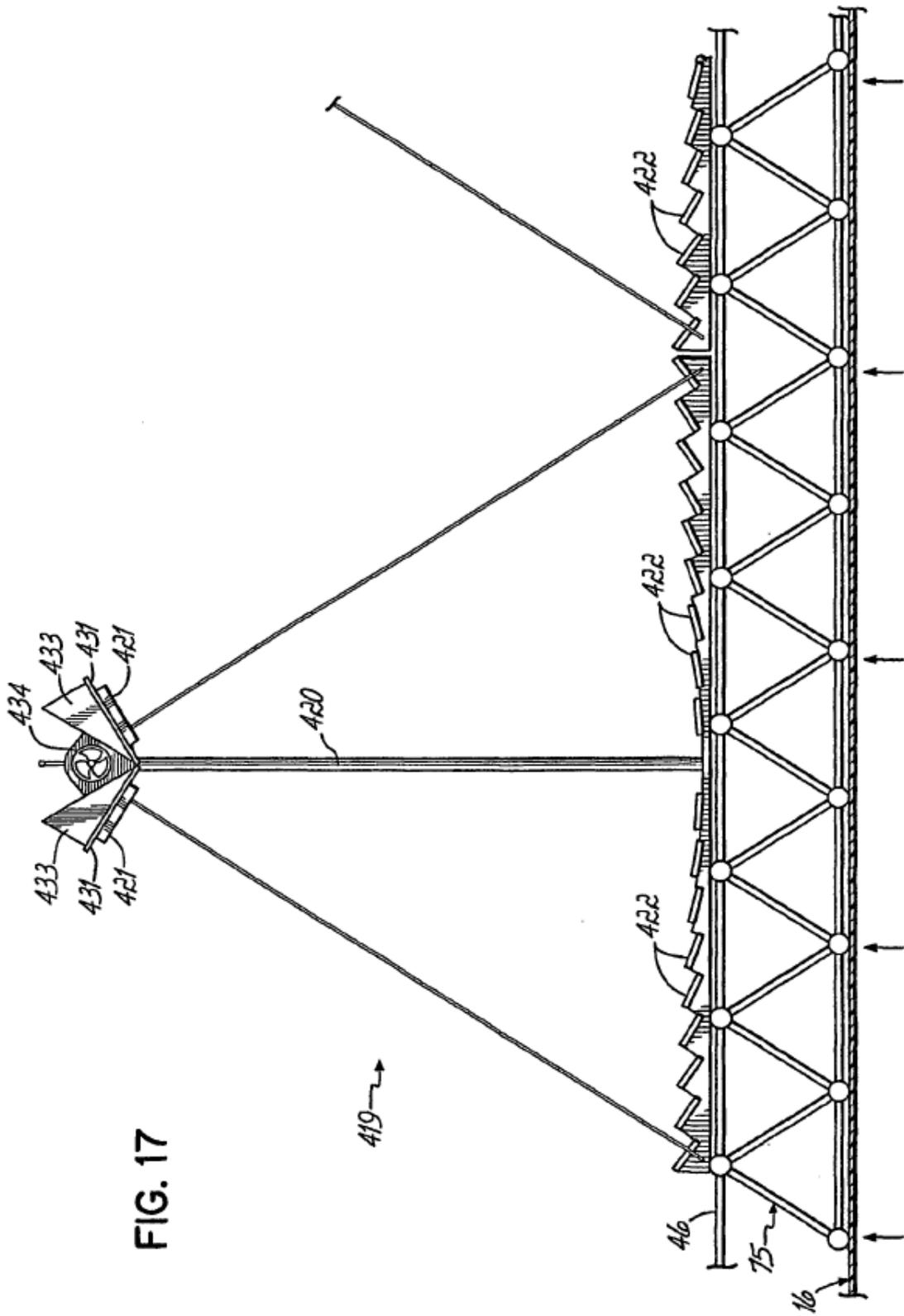


FIG. 17

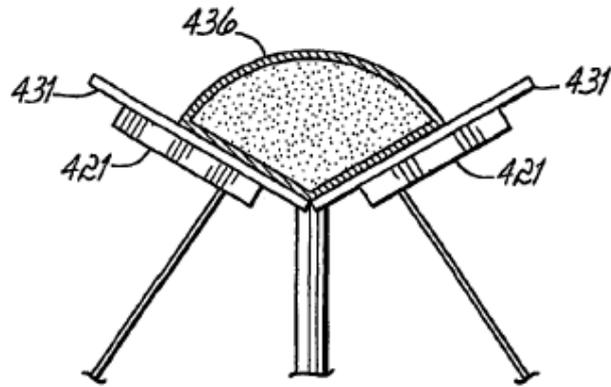


FIG. 17A

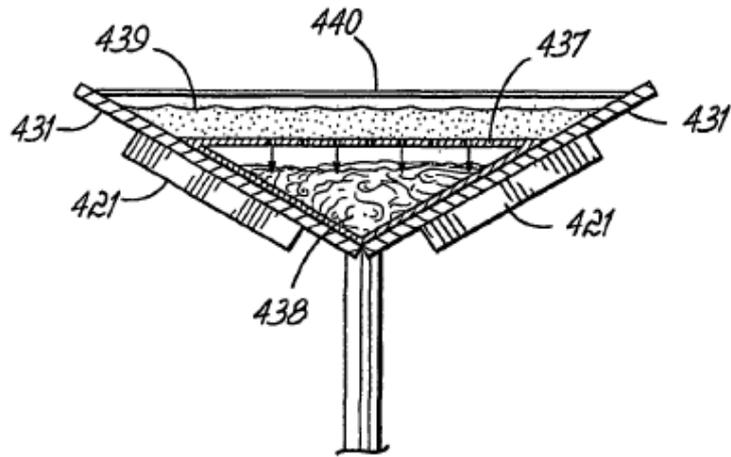


FIG. 17B

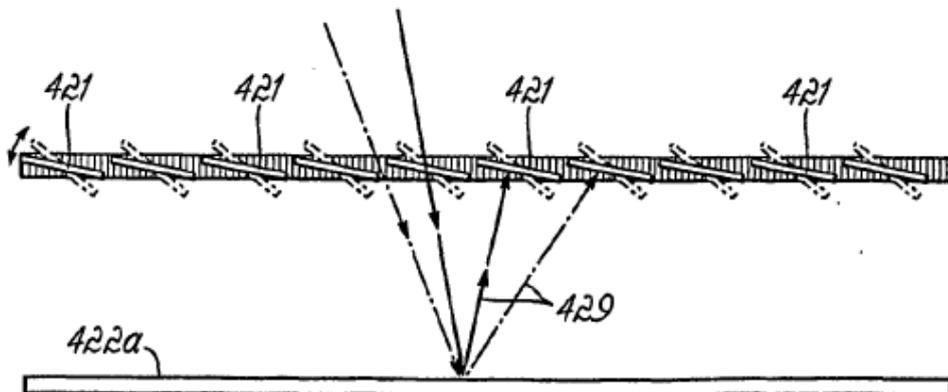


FIG. 18