

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 071**

51 Int. Cl.:

H01L 31/048 (2014.01)

H02S 20/00 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2019** **E 21168979 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023** **EP 3872984**

54 Título: **Una planta de energía solar**

30 Prioridad:

24.08.2018 GB 201813842

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

25.06.2024

73 Titular/es:

**OCEAN SUN AS (100.0%)
Widerøveien 5
1360 Fornebu, NO**

72 Inventor/es:

BJØRNEKLETT, BØRGE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 974 071 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

Una planta de energía solar

5 La presente invención se refiere a la producción de energía renovable y, más específicamente, a aparatos y métodos relacionados con plantas de energía solar flotantes que incluyen una pluralidad de módulos fotovoltaicos montados en una banda o membrana flexible.

Antecedentes

10 Los sistemas de energía solar fotovoltaica (FV) flotante son conocidos, aunque no se utilizan ampliamente en la actualidad. Estos sistemas se despliegan típicamente en aguas tranquilas, es decir, en lagos, presas de energía hidroeléctrica, depósitos de agua, ríos o similares. Algunos de los desafíos asociados con los sistemas de energía solar flotante incluyen la exposición a cargas de olas y corrientes, un despliegue desafiante y laborioso de la planta (o componentes de la misma) y problemas asociados con el acceso para el mantenimiento y la limpieza del sistema (por ejemplo, sal o partículas sólidas acumulándose en la superficie de las plantas). Los sistemas de energía solar flotante actualmente disponibles también están limitados por su costo relativamente alto.

15 Ejemplos de la técnica anterior que pueden ser útiles para comprender los antecedentes incluyen: el documento US 2012/0242275 A1, que describe un sistema de generación de energía solar móvil oceánica a gran escala; el documento US 2015/0162866 A1, que describe un dispositivo de soporte para un panel solar; el documento US 2014/0224165 A1, que describe un dispositivo para soportar un panel fotovoltaico; los documentos KR 1011013316 B y KR 101612832 B, que describen celdas solares dispuestas en dispositivos flotantes; y el documento WO2017/209625, que describe una planta de energía solar que comprende una pluralidad de módulos FV rígidos sobre una membrana flexible que, en uso, flota sobre la superficie de una masa de agua. Un ejemplo adicional de planta de energía solar flotante se divulga en el documento: Ocean Sun: "Ocean Sun new system", 31 de julio de 2018 (31-07-2018), recuperado de internet: URL:<https://oceansun.no/new-system/>

20

25 En la actualidad, existen desafíos técnicos y económicos asociados con las plantas de energía FV flotantes. En consecuencia, existe la necesidad de sistemas y métodos mejorados para dicha generación de energía renovable para una variedad de aplicaciones y propósitos. La presente invención tiene como objetivo proporcionar aparatos y métodos mejorados relacionados con plantas de energía solar flotante, proporcionando ventajas y/o solucionando los desafíos o desventajas actuales asociados con los sistemas y técnicas conocidos.

Sumario

30 De acuerdo con un aspecto, se proporciona una planta de energía solar que comprende una estera plegable dispuesta flotante en una masa de agua, teniendo la estera una pluralidad de módulos fotovoltaicos (FV) fijados sobre ella, comprendiendo cada módulo una capa de celdas fotovoltaicas intercaladas entre una placa de vidrio superior y una placa de vidrio inferior, y que se aseguran a la estera de manera que la placa inferior quede sobre o directamente adyacente a una superficie superior de la estera.

La placa inferior puede tener un grosor entre 0,5 mm y 4 mm, entre 1 mm y 3 mm, o aproximadamente 2,5 mm.

35 La placa superior puede tener un grosor entre 0,5 mm y 4 mm, entre 1 mm y 3 mm, o aproximadamente 2,5 mm.

Las placas superior e inferior pueden tener el mismo grosor.

La estera puede tener un espesor de entre 0,3 mm y 5 mm, entre 0,5 mm y 1,5 mm, o aproximadamente 1 mm.

40 Al menos uno de los módulos FV puede asegurarse a la estera mediante un conjunto de fijación que comprende un perfil de módulo alargado asegurado con un borde del módulo FV, y un perfil de estera alargado correspondiente unido a la estera.

Al menos uno de los módulos FV puede asegurarse a la estera mediante un conjunto de fijación que comprende dos perfiles de módulo alargados asegurados a dos bordes opuestos generalmente paralelos del módulo FV, y dos perfiles de estera alargados correspondientes unidos a la estera.

45 Los perfiles pueden configurarse de modo que el módulo FV se asegure a la estera poniendo en contacto los perfiles de los módulos FV con el perfil correspondiente en la estera y deslizando los perfiles entre sí en una dirección generalmente paralela al borde del módulo FV al que se asegura el perfil del módulo, hasta que alcanzan una posición final deseada en la que se evita sustancialmente la separación de los dos perfiles mediante la aplicación de una fuerza generalmente perpendicular al borde del módulo FV.

50 Se puede proporcionar un elemento de fijación, cuando está acoplado, evitando el elemento de fijación cualquier movimiento relativo adicional de los dos perfiles generalmente paralelos al borde del módulo FV.

Los perfiles del módulo se pueden pegar con adhesivo a los bordes del módulo FV.

Los perfiles de la estera se pueden soldar o coser a la estera.

El perfil del módulo puede incluir un elemento de retención alargado que se extiende generalmente en paralelo al borde del módulo FV al que está unido.

5 El elemento de retención se puede conectar al módulo FV por medio de una parte de marco alargada que tiene dos patas generalmente paralelas conectadas por una parte de base.

Las patas pueden asegurarse a las placas de vidrio superior e inferior mediante un adhesivo.

La parte del marco puede ser integral con el elemento de retención.

El perfil del módulo puede extenderse a lo largo de todo el borde del módulo FV.

10 El perfil de la estera puede incluir un elemento de retención alargado que está configurado para coincidir con el elemento de retención del perfil del módulo y que se asegura a la estera utilizando una banda. La banda puede asegurar que la separación entre la estera y el elemento de retención sea generalmente constante a lo largo de sustancialmente toda la longitud del elemento de retención.

Uno de los elementos de retención puede tener una parte macho que se inserta en una parte hembra correspondiente del otro elemento de retención.

15 La parte macho puede comprender un tubo o varilla alargada, mientras que la parte hembra comprende un tubo alargado que tiene una hendidura que se extiende paralela a su eje longitudinal.

La estera se puede fijar a un elemento de flotación.

El elemento de flotación puede ser un elemento de flotación alargado sin fin que rodea la estera.

20 De acuerdo con el primer aspecto cada módulo puede ser sustancialmente rígido por medio de que la placa superior sea una placa rígida, la placa inferior sea una placa rígida, o las placas superior e inferior sean placas rígidas. Ventajosamente, los módulos pueden no adaptarse al plegado o al doblado.

De acuerdo con el primer aspecto, los módulos pueden ser módulos separados que no están interconectados, sino que se fijan únicamente a la estera. Cada módulo puede estar separado de otros módulos.

25 De acuerdo con el primer aspecto, los módulos pueden disponerse en un patrón x-y, con filas y columnas de módulos, comprendiendo cada fila y cada columna una pluralidad de módulos individuales.

De acuerdo con el primer aspecto, cada módulo puede comprender una o más cajas de conexiones para distribución eléctrica. Las cajas de conexiones se pueden colocar en una superficie superior del módulo respectivo, en una superficie lateral del módulo o en los perfiles alargados del módulo.

Breve descripción de los dibujos

30 Ahora se describirán realizaciones ilustrativas con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 muestra una vista esquemática de una planta de energía solar según el aspecto descrito de la invención flotando en el mar.

La Fig. 2 muestra una ilustración esquemática de una sección transversal a través de una parte del módulo fotovoltaico (FV) adecuado para su uso en una planta de energía solar según el aspecto descrito de la invención.

35 La Fig. 3 muestra una vista en despiece de un módulo FV adecuado para su uso en una planta de energía solar según el aspecto descrito

La Fig. 4 muestra una sección transversal de un borde del módulo FV ilustrado en las Figs. 2 y 3 unido a una estera plegable utilizando un conjunto de fijación.

La Fig. 5 muestra una realización alternativa del conjunto de fijación,

40 La Fig. 6 muestra otra realización alternativa del conjunto de fijación,

La Fig. 7 muestra una vista en planta de un módulo FV adecuado para su uso en una planta de energía solar según el aspecto descrito de la invención, y

La Fig. 8 muestra una ilustración esquemática de una planta de energía solar en alta mar según el aspecto descrito de la invención.

45 Las Figs. 9 y 10 muestran realizaciones de un módulo que comprende más cajas de conexiones.

Descripción detallada

- Muchas unidades marinas fijas o flotantes, como plataformas de producción de petróleo y gas, instalaciones de perforación o procesamiento, requieren cantidades considerables de energía para funcionar. Otras instalaciones exigentes incluyen grandes piscifactorías o islas pobladas que se encuentran lejos de la red. La demanda de energía para estos sitios se abastece comúnmente a través de generadores de turbina de gas o diésel. Debido al alto consumo energético procedente de fuentes de combustibles fósiles y la posterior liberación de dióxido de carbono, la actividad ha suscitado un considerable debate entre ecologistas y políticos. Además, el costo de la energía es una consideración importante por parte de los operadores y propietarios de tales instalaciones.
- De acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento, se proporciona una instalación flotante de generación de energía renovable adecuada para la conexión a una red eléctrica terrestre regular a través de un cable, o para la generación de energía autónoma fuera de la red. Las realizaciones pueden emplearse en ubicaciones mar adentro remotas o cercanas a la costa o en aguas interiores y pueden, por ejemplo, diseñarse para reemplazar generadores o centrales eléctricas basados en combustibles fósiles y reducir así la huella de CO₂ de la generación de energía eléctrica. Por ejemplo, muchas áreas densamente pobladas, incluidas muchas megaciudades, se encuentran cerca de la costa. En tales áreas, el área disponible o los tejados utilizables para las energías renovables convencionales, como la energía eólica y solar, es muy limitada. De acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento, se pueden hacer contribuciones significativas a la generación de energía renovable en tales áreas, a un costo moderado y con alta confiabilidad operativa.
- Las realizaciones del sistema son adecuadas para una variedad de aplicaciones y, por ejemplo, pueden diseñarse para reemplazar o proporcionar una parte sustancial de la demanda de energía durante el día en primavera, verano y otoño. Por ejemplo, la FV puede funcionar bien en sistemas de energía híbrida donde los generadores flexibles basados en combustible pueden nivelar fácilmente las irregularidades típicas que ocurren con la salida cambiante de los sistemas de energía solar debido a las nubes y la posición del sol. Alternativamente, también pueden usarse baterías para almacenamiento de energía.
- La invención comprende una planta de energía solar que comprende una pluralidad de módulos FV 1 instalados sobre una membrana o banda flexible, en lo sucesivo denominada estera 2, para formar una matriz FV. La matriz FV es flotante, por lo que puede flotar en la superficie de una masa de agua como el mar, para formar una planta de energía solar en alta mar. Para lograr esto, la estera 2 puede estar hecha al menos en parte de un material flotante, y/o el matriz FV puede comprender además elementos de flotación que están fijados o incorporados a la estera 2. En el documento WO2017/209625 se describen varias formas de lograr esta flotabilidad.
- La estera 2 de sustrato es totalmente flexible, sigue esencialmente el movimiento de las olas del mar y generalmente muestra un comportamiento denominado hidroelástico. La presencia de la estera 2, que puede cubrir grandes áreas, previene eficazmente las olas cortadas y el rocío del mar. También se pueden interconectar una pluralidad de esteras 2.
- La estera 2 puede estar perforada o no, tener huecos, válvulas unidireccionales, bombas u otras disposiciones para permitir el drenaje del agua acumulada en la superficie superior de la estera (como el agua de lluvia). Alternativamente, la estera 2 puede estar hecha de una red, es decir, tener aberturas relativamente grandes. Si es deseable, la flotabilidad de la estera 2 puede diseñarse para mantener una fina película de agua sobre partes o sustancialmente toda la estera 2. Esto puede ser beneficioso para enfriar la propia estera 2 y/o los módulos FV 1.
- En una realización preferida, la estera 2 tiene un grosor entre 0,3 mm y 5 mm, más preferentemente entre 0,5 mm y 1,5 mm, lo más preferentemente aproximadamente 1 mm. Las tolerancias típicas para estas cifras pueden ser de +/- 0,2 mm.
- Las esteras 2 se pueden construir a partir de una hoja, una red, un tejido, una película o una placa de p. ej. polietileno, polipropileno, poliuretano, EVA, caucho sintético o copolímeros que se pueden fabricar en grandes secciones. Alternativamente, la tela también puede tener múltiples capas y/o estar parcialmente inflada por bolsillos o túneles alargados que contienen gas, agua que tiene baja salinidad, sólidos flotantes, aceites, gelatinas, espuma u otros componentes. En una realización preferida, la estera 2 es una membrana textil revestida de polímero. Pueden usarse múltiples polímeros, p. ej. diferentes polímeros en cada lado de la estera 2, y/o capas de diferentes polímeros que componen el recubrimiento de polímero.
- Como se mencionó anteriormente, la matriz FV se puede diseñar con suficiente flotabilidad para flotar, con la parte posterior de los módulos FV 1 parcialmente sumergida, lo que permite la transferencia de calor con el agua. Los módulos FV 1 pueden ser flotantes o no. Las cuerdas del módulo 2, o las cuerdas múltiples que forman una matriz, están amarradas al lecho marino mediante anclas 5, cadenas y en combinación con una cuerda ligera 4 hecha de p. ej. poliéster o nailon. También son posibles medios alternativos de amarre, por ejemplo, las cuerdas del módulo 2 se pueden fijar a tierra, p. ej. en aplicaciones cerca de la costa o de presas. En la realización ilustrada en la Figura 1, también se instalan boyas 3 para evitar que la instalación FV sea arrastrada por la corriente del mar y/o las fuerzas de deriva de las olas. La geometría, así como el número y el tamaño de los anclajes 5 y las boyas 3 pueden diseñarse para minimizar las fuerzas de deriva lateral. También pueden proporcionarse puntos de flotabilidad y fijación

adecuados para el anclaje mediante uno o varios elementos tubulares sin fin que abarquen el perímetro de la estera. Las boyas 3 también pueden estar equipadas con linternas apropiadas para marcar la ubicación de la central eléctrica para la gente de mar.

5 Los módulos FV 1 en esta realización son módulos de vidrio duales que comprenden una capa de celdas solares 6 intercaladas entre una placa superior 7 y una placa de vidrio inferior 8, como se ilustra en las Figuras 2 y 3.

La placa superior 7 tiene preferentemente un espesor entre 0,5 mm y 4 mm, más preferentemente entre 1 mm y 3 mm, e incluso más preferentemente alrededor de 2,5 mm.

La placa inferior 8 tiene preferentemente un espesor entre 0,5 mm y 4 mm, más preferentemente entre 1 mm y 3 mm, e incluso más preferentemente alrededor de 2,5 mm.

10 De acuerdo con la invención, la placa superior 7 y la placa inferior 8 son ambas placas de vidrio.

En una realización, la placa superior 7 y la placa inferior 8 tienen el mismo grosor.

El inventor ha descubierto que un diseño con estas configuraciones y espesores proporciona un rendimiento particularmente ventajoso del módulo FV cuando se utiliza en alta mar, al tiempo que garantiza la confiabilidad estructural y una larga vida útil.

15 La capa de celdas solares 6 consiste típicamente en múltiples celdas solares que están conectadas en serie por conductores metálicos soldados en la parte delantera y trasera de las celdas. Por ejemplo, se pueden disponer varias cadenas de celdas solares estándar de 6 x 6 pulgadas en una matriz de 6 x 10 o 6 x 12 celdas y luego interconectarse.

En este ejemplo, las celdas solares están laminadas entre dos capas de EVA (etileno acetato de vinilo) 9, las celdas solares laminadas intercaladas entre las placas superior e inferior.

20 Para proteger la capa de celdas solares de la entrada de agua, se aplica una capa de sellante, típicamente EVA, a los bordes 1a alrededor de todo el perímetro del módulo FV 1.

Los módulos FV 1 están interconectados eléctricamente utilizando contactos no degradables de alta calidad capaces de sumergirse. Cada módulo FV 1 puede equiparse con una o varias cajas de conexiones (JB) más pequeñas para los conductores positivo y negativo, así como con diodos que separan cadenas individuales de celdas. Además, los cables eléctricos pueden opcionalmente unirse mecánicamente al módulo FV 1 con el fin de fortalecer las propiedades de alivio de tensión más allá de lo que ofrecen los terminales de caja de conexiones normales.

25 Dependiendo del tamaño de la matriz FV, el número de módulos FV 1, el vataje máximo diseñado, etc., la matriz FV se conecta a inversores capaces de transformar la energía para el consumidor previsto en tierra o en alta mar. Si los inversores y transformadores no se instalan directamente en las instalaciones costa afuera de un usuario final, se pueden encapsular y hacer flotantes. Esto último es particularmente relevante para instalaciones de gran superficie con p. ej. múltiples inversores de cadena y donde la energía se entrega a través de un cable de alimentación principal al usuario final.

30 Sin tener en cuenta los JB, el tamaño del módulo de vidrio doble suele estar en el rango: espesor de 4 a 8 mm, ancho entre 0,9 y 1 m largo entre 1,6 y 1,7 metros.

35 Para operar con la máxima eficiencia, se debe evitar el sobrecalentamiento de los módulos FV 1. Convencionalmente, esto se logra evitando colocar la parte trasera del módulo FV 1 contra un aislante térmico, por ejemplo, dejándolo abierto a la circulación de aire. Cuando se utiliza en una matriz FV flotante como se describe anteriormente, la placa inferior 8 está en contacto directo con la estera 2, que de nuevo está dispuesta en la masa de agua sobre la que flota la matriz. Como tal, el módulo 1 es enfriado por la masa de agua. Tal enfriamiento estable y eficaz de los módulos FV
40 1 puede mejorar la eficiencia de una planta de energía solar que utiliza tales matrices FV. Para mejorar aún más la refrigeración del módulo FV 1, la estera 2 puede disponerse de modo que una pequeña cantidad de agua fluya y quede retenida en su superficie, o para que flote ligeramente por debajo de la superficie del agua, de modo que la parte inferior la placa 8 está en contacto directo con la masa de agua.

La presente invención puede utilizar una nueva forma de instalar un módulo FV 1 plano sobre una estera plegable 2.

45 En la Figura 4 se ilustra una realización del conjunto de fijación. En este caso, dos perfiles alargados 10 están asegurados a dos bordes opuestos generalmente paralelos 1a del módulo FV 1, y están diseñados para acoplarse con los correspondientes perfiles alargados 11 unidos a la estera 2, para asegurar el módulo FV 1 en la estera 2. Los perfiles 10, 11 están diseñados de manera que el módulo FV 1 se asegura a la estera 2 poniendo los perfiles 10 de los módulos FV en contacto con el perfil correspondiente 11 en la estera 2 y deslizando los perfiles entre sí en
50 dirección generalmente paralela al borde 1a del módulo FV 1 al que se asegura el perfil 10 hasta que alcance la posición final deseada en la que la separación de los dos perfiles 10, 11 mediante la aplicación de una fuerza generalmente perpendicular al borde 1a del módulo FV 1 está sustancialmente impedido. Entonces se puede aplicar un elemento de fijación para evitar cualquier movimiento relativo adicional de los dos perfiles generalmente paralelos al borde 1a del módulo FV 1, en cuyo punto, el módulo FV 1 se asegura a la estera 2. Se apreciará que, por en virtud

de esta disposición, la fijación de los módulos FV 1 a la estera 2 es un proceso relativamente rápido y sencillo.

5 En el caso de que sea necesario reemplazar un módulo FV 1, este proceso se puede invertir para retirar el módulo FV 1 de la estera 2 de forma rápida y sencilla. Además, los módulos FV 1 son apilables y, utilizando de tal conjunto de fijación de liberación rápida, se pueden desplegar o replegar fácilmente en caso de condiciones meteorológicas extremas.

En esta realización, los perfiles alargados 10 están unidos con adhesivo a los bordes 1a del módulo FV, mientras que los perfiles alargados 11 están soldados o cosidos a la estera 2.

10 El perfil 10 asegurado al módulo FV 1 puede estar hecho de un metal resistente a la corrosión como aluminio anodizado o acero inoxidable, mientras que el perfil asegurado a la estera 2 puede estar hecho de un polímero como PVC o un material compuesto.

15 En esta realización, el perfil 10 unido al módulo FV 1 incluye un elemento de retención 12 que se extiende generalmente paralela al borde 1a del módulo FV 1 al que está unido. En la realización ilustrada en la Figura 4, el elemento de retención 12 está conectado al módulo FV 2 por medio de una parte de marco alargada que tiene dos patas generalmente paralelas 10a, 10b conectadas por una parte de base 10c. La parte del marco se inserta sobre el borde 1a del módulo FV 1 de modo que el borde 1a del módulo FV 1 quede intercalado entre las dos patas 10a, 10b, y el sello de EVA esté intercalado entre la base 10c y el borde 1a del módulo FV 1. Las patas 10a, 10b se aseguran a las placas de vidrio inferior y superior 7, 8 por medio de una capa de adhesivo tal como pegamento de silicona. En esta realización, la parte del marco es integral con el elemento de retención 12.

20 Ventajosamente, el perfil 10 se extiende a lo largo de toda la longitud del borde 1a del módulo FV 1, pero no es necesario que sea así. Igualmente, se pueden montar una pluralidad de perfiles 10 más cortos en cada uno o en algunos de los bordes 1a. Un par, o pares, de perfiles 10 pueden fijarse al módulo 1 en lados opuestos 1a del módulo 1. Esto se ilustra esquemáticamente en la Fig. 7.

25 En una realización preferida, cada perfil 10 tiene una longitud que es al menos el 40%, al menos el 50%, al menos el 60% o al menos el 70% de la longitud del borde 1a. El módulo 1 puede comprender exactamente dos de tales perfiles 10, dispuestos en bordes opuestos 1a. Alternativamente, el módulo 1 puede comprender exactamente cuatro de tales perfiles 10 dispuestos en bordes opuestos 1a, siendo la longitud combinada de dos perfiles 10 al menos el 40%, al menos el 50%, al menos el 60% o al menos el 70% de la longitud del borde 1a.

30 El perfil 11 asegurado a la estera 2 incluye un elemento de retención 13 correspondiente que está asegurado a la estera 2 utilizando una banda 14 que asegura que la separación entre la estera 2 y el elemento de retención 13 es generalmente constante a lo largo de sustancialmente toda la longitud del elemento de retención 13. Uno de los elementos de retención 12 puede ser una parte macho que se inserta en una parte hembra correspondiente del otro elemento de retención 13.

35 Por ejemplo, la parte macho podría comprender un tubo o varilla alargada que está dispuesto de manera que su eje longitudinal se extienda generalmente paralelo al borde 1a del módulo FV 1, mientras que la parte hembra comprende un tubo alargado con una hendidura que se extiende paralela a su eje longitudinal. La hendidura puede tener una abertura que sea menor que el ancho del tubo o varilla.

40 Este es el caso de la realización ilustrada en la Figura 4 en la que la parte hembra forma parte del perfil 10 que se asegura al módulo FV 1, mientras que la parte macho forma parte del perfil 11 que se asegura a la estera 2. Para asegurar el módulo FV 1 a la estera 2, la parte macho 13 de cada perfil 11 se inserta en un extremo de la parte hembra 12 de cada perfil correspondiente 10 con la banda 14 extendiéndose a través de la división.

45 También en la realización ilustrada en la Figura 4, la parte macho 13 es un tubo con una sección transversal generalmente anular, mientras que la parte hembra 12 es un tubo dividido con una sección transversal generalmente en forma de C. Sin embargo, se apreciará que varias configuraciones de piezas, como las ilustradas en las Figuras 5 y 6, serían igualmente eficaces. Por ejemplo, la parte macho podría ser un tubo o varilla con una sección transversal cuadrada, rectangular o triangular, y la parte hembra un tubo dividido con una sección transversal de forma correspondiente. Alternativamente, la parte macho podría tener una sección transversal generalmente en forma de T, mientras que la parte hembra es un tubo dividido con una sección transversal generalmente rectangular. También debe apreciarse que la parte macho podría asegurarse igualmente al módulo FV 1 mientras que la parte hembra se asegura a la estera 2, como en el ejemplo ilustrado en la Figura 6.

50 Como se mencionó anteriormente, una vez que la parte hembra está alojada en la posición deseada en la parte macho, preferentemente para que quede completamente encerrada por la parte macho, se aplica un clip, tornillo u otro elemento de fijación para evitar que la parte hembra se deslice hacia afuera de la parte macho cuando la estera está en movimiento debido a las olas, la corriente de agua o el personal de instalación que camina sobre la estera. Este proceso se repite luego con los perfiles 10, 11 en el borde opuesto 1a del módulo FV 1, para asegurar completamente el módulo FV 1 a la estera 2.

En las realizaciones descritas anteriormente, el elemento de retención 13 está asegurado a la estera 2 mediante una

5 banda flexible 14, mientras que la otra formación de retención. Ventajosamente, para mejorar la facilidad de instalación del módulo FV 1, hay una pequeña cantidad de holgura en esa banda 14, por lo que se permite una cantidad limitada de movimiento entre el módulo FV 1 instalado y la estera 2 cuando el módulo FV 1 está instalado. Sin embargo, se apreciará que esto podría lograrse igualmente conectando el elemento de retención 12 al módulo FV 1 por medio de una banda flexible, mientras que la conexión entre el elemento de retención 13 y la estera 2 es rígida.

En una realización alternativa, un módulo FV de vidrio doble está equipado con uno o varios soportes. El soporte puede tener ranuras, agujeros o características similares que pueden servir como puntos de anclaje para atar, doblar o envolver bandas o cuerdas de polímero al módulo.

10 En otra realización alternativa, el módulo FV se fija tal cual con la ayuda de características en la propia estera. Estos pueden ser bolsillos, correas de velcro, cremalleras o similares que están integrados en la superficie de la estera, ya sea por soldadura termoplástica, unión adhesiva o cosido.

15 Ventajosamente, una disposición de fijación según las realizaciones descritas anteriormente puede proporcionar una instalación y/o recuperación más fácil y segura de los módulos FV. Además, o alternativamente, los perfiles 10 y su disposición reducen la carga estructural sobre el módulo 1 cuando se someten, por ejemplo, al movimiento de las olas, y por tanto puede permitir el uso de combinaciones de materiales y/o espesores para las placas superior e inferior 7, 8 que de otro modo no serían posibles, por ejemplo, el uso de una combinación de vidrio/vidrio. Los perfiles 10 se pueden equipar con revestimiento de goma para evitar el contacto metálico directo. En general, las realizaciones descritas en este documento reducen así el riesgo de fractura de los componentes relativamente frágiles de los módulos 1 así como otros daños mecánicos o fatiga.

20 La planta de energía solar se instala desplegando cada matriz FV en un cuerpo de agua como el mar, de modo que flote en o sobre la superficie del cuerpo de agua. Este paso se puede realizar desde un barco o desde la orilla. Una vez instalada en la ubicación deseada, la estera 2 puede fijarse al lecho marino mediante un elemento flotante como se describe anteriormente.

25 Los módulos FV pueden asegurarse a la estera 2 como se describió anteriormente, o retirarse de la estera, antes de que la estera 2 se despliegue sobre el cuerpo de agua, o cuando la estera 2 esté flotando sobre la superficie del cuerpo de agua.

Cuando la matriz FV se despliega o se recupera en una embarcación, se puede transportar en la embarcación doblada y apilada a bordo de la embarcación.

30 La Figura 8 ilustra una realización de una planta de energía fotovoltaica en alta mar 100. La planta de energía 100 está dispuesta en una ubicación cercana a la costa cerca de un área 101 densamente poblada, como una ciudad. La planta de energía 100 comprende una pluralidad de matrices FV como se describió anteriormente, que en esta realización están montados sobre estereras circulares 2. En la realización mostrada en la Fig. 8, seis unidades están amarradas cerca de la costa. La planta de energía 100 está conectada eléctricamente a una estación de energía en tierra 101, para la distribución de la energía eléctrica producida a la ciudad 101 y/o a otros consumidores en tierra a través de una red en tierra (no mostrada). Por lo tanto, una realización como la que se muestra en la Figura 8 puede, por ejemplo, proporcionar significativamente más energía eléctrica que la que estaría disponible en las plantas de energía solar en tierra en vista de la superficie terrestre normalmente limitada cerca de áreas densamente pobladas.

La planta de energía FV también puede combinarse con baterías y preferentemente usarse en combinación con tecnología de batería de flujo redox de baja densidad de energía.

40 Una planta de energía FV según las realizaciones descritas en el presente documento puede combinarse ventajosamente con otros generadores de energía renovable en alta mar, tales como generadores de turbinas eólicas.

45 Las realizaciones de la invención pueden funcionar bien en combinación con parques eólicos marinos donde el acceso a y desde los molinos de viento puede ser problemático en mar agitado. La presencia de varios matrices FV grandes como se describe anteriormente puede tener un efecto calmante en el mar en las proximidades de las instalaciones en alta mar. Puede, por ejemplo, evitar el rompimiento de olas, ondulaciones y mares picados inducidos por el viento, mientras que los módulos FV individuales 1 experimentarán un movimiento de levantamiento lento cuando se sometan a grandes oleajes. Amortiguación de olas, similar al efecto del petróleo en aguas turbulentas o amortiguación de olas de p. ej. el hielo graso puede tener una profunda influencia en el entorno de trabajo y/o en la vida de fatiga general de las construcciones costa afuera. Esto mejora la vida útil de los generadores de energía eólica y reduce las necesidades de inspección y mantenimiento, al tiempo que facilita el acceso a los generadores de energía eólica. La energía solar FV también funciona bien en combinación con la energía eólica debido a las condiciones climáticas de generación de energía superpuestas durante, p. ej. poco viento y alta radiación solar y viceversa. Además, para tales aplicaciones, la energía solar FV flotante y los molinos de viento en alta mar pueden compartir una infraestructura de cable de alimentación a tierra.

55 La planta de energía FV según las realizaciones descritas anteriormente podría usarse para proporcionar energía eléctrica para una granja de peces, como se describe en el documento WO2017/209625, por ejemplo.

Las realizaciones de acuerdo con la presente invención proporcionan por tanto una planta de energía fotovoltaica marina nueva y mejorada, y métodos asociados. De acuerdo con algunas realizaciones, la instalación de una planta de energía de este tipo en un entorno marino hostil se puede hacer más fácil y más segura, con un costo de instalación reducido.

5 En algunas realizaciones, se puede reducir el problema de la producción de energía reducida provocada por el calentamiento de las celdas solares y se puede habilitar una baja temperatura de funcionamiento de la celda, lo que aumenta la eficiencia energética. La influencia de las olas en la instalación, operación e integridad estructural de la planta de energía puede ser menor que para las soluciones conocidas, asegurando así un funcionamiento confiable y de larga duración.

10 En cualquiera de las realizaciones anteriores, cada módulo 1 puede ser sustancialmente rígido por medio de que la placa superior 7 sea una placa rígida, la placa inferior 8 sea una placa rígida, o las placas superior e inferior sean placas rígidas. Al ser sustancialmente rígidos, los módulos no se adaptan al plegado ni a la flexión.

En cualquiera de las realizaciones anteriores, los módulos pueden ser módulos separados que no están interconectados, sino que están fijados únicamente a la estera 2. Por tanto, cada módulo 1 puede estar separado de otros módulos. Al estar separados entre sí, los módulos 1 en sí mismos no están conectados físicamente. Esto puede, por ejemplo, reducir el riesgo de daños en los módulos 1 o en las celdas FV dispuestas dentro de los módulos.

15 Los módulos 1 pueden, por ejemplo, estar dispuestos en un patrón x-y, con filas y columnas de módulos, comprendiendo cada fila y cada columna una pluralidad de módulos 1 individuales.

Ilustrado en las Figuras 9 y 10, en cualquiera de las realizaciones anteriores, cada módulo 1 puede comprender una o más cajas de conexiones 21a-c, 22a-c para distribución eléctrica. Las cajas de conexiones se pueden colocar en una superficie superior, es decir, una superficie orientada hacia arriba, del módulo 1, como se muestra en la Fig. 9 con las cajas de conexiones 21a-c. Alternativamente, las cajas de conexiones se pueden colocar en una superficie lateral del módulo 1, como se muestra en la Fig. 10 con las cajas de conexiones 22a-c. Alternativamente, las cajas de conexiones se pueden colocar en los perfiles 10 (este caso no se ilustra).

25 Ventajosamente, colocando las cajas de conexiones en una de estas configuraciones, se puede conseguir una superficie plana ininterrumpida entre el módulo 1 y la estera 2. Las cajas de conexiones 22a-c, 23a-c se pueden colocar preferentemente en o adyacentes a los bordes laterales o la cara frontal del módulo de panel solar 1, como se ve en las Figs. 9 y 10.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una planta de energía solar que comprende una estera (2) plegable dispuesta flotante sobre una masa de agua, teniendo la estera (2) una pluralidad de módulos fotovoltaicos (FV) (1) asegurados sobre ella, caracterizada por que cada módulo (1) comprende una capa de celdas fotovoltaicas (6) intercaladas entre una placa de vidrio superior (7) y una capa de vidrio inferior (8), y que se aseguran a la estera (2) de manera que la placa de vidrio inferior (8) quede sobre o directamente adyacente a una superficie superior de la estera (2).
2. Una planta de energía solar según la reivindicación 1, en la que la placa de vidrio inferior (8) tiene un grosor entre 0,5 mm y 4 mm, entre 1 mm y 3 mm, o aproximadamente 2,5 mm.
- 10 3. Una planta de energía solar según la reivindicación 2, en la que la placa de vidrio superior (7) tiene un grosor entre 0,5 mm y 4 mm, entre 1 mm y 3 mm, o aproximadamente 2,5 mm.
4. Una planta de energía solar según cualquier reivindicación precedente, en la que las placas de vidrio superior e inferior (7, 8) tienen el mismo grosor.
5. Una planta de energía solar según cualquier reivindicación precedente, en la que la estera (2) tiene un grosor entre 0,3 mm y 5 mm, entre 0,5 mm y 1,5 mm, o aproximadamente 1 mm.
- 15 6. Una planta de energía solar según cualquier reivindicación precedente, en la que al menos uno de los módulos FV (1) está asegurado a la estera (2) por medio de un conjunto de fijación que comprende un perfil de módulo alargado asegurado a un borde del módulo FV (1), y un perfil de estera alargado correspondiente unido a la estera (2).
7. Una planta de energía solar según cualquier reivindicación precedente, en la que la estera (2) está fija a un elemento de flotación.
- 20 8. Una planta de energía solar según la reivindicación precedente, en la que el elemento de flotación es un elemento de flotación alargado sin fin que rodea la estera (2).
9. Una planta de energía solar según cualquier reivindicación precedente, en la que cada módulo (1) es sustancialmente rígido por medio de que las placas superior e inferior (7, 8) sean placas rígidas.
- 25 10. Una planta de energía solar según cualquier reivindicación precedente, en la que cada módulo (1) comprende una o más cajas de conexiones (21a-c, 22a-c) para distribución eléctrica, posicionadas las cajas de conexiones (21a-c, 22a-c) en una superficie orientada hacia arriba o una superficie lateral del módulo (1).
11. Una planta de energía solar según cualquier reivindicación precedente, en la que cada uno de la pluralidad de módulos (1) está fijo a la estera (2) de modo que estén separados y desconectados unos de otros de la pluralidad de módulos (1).

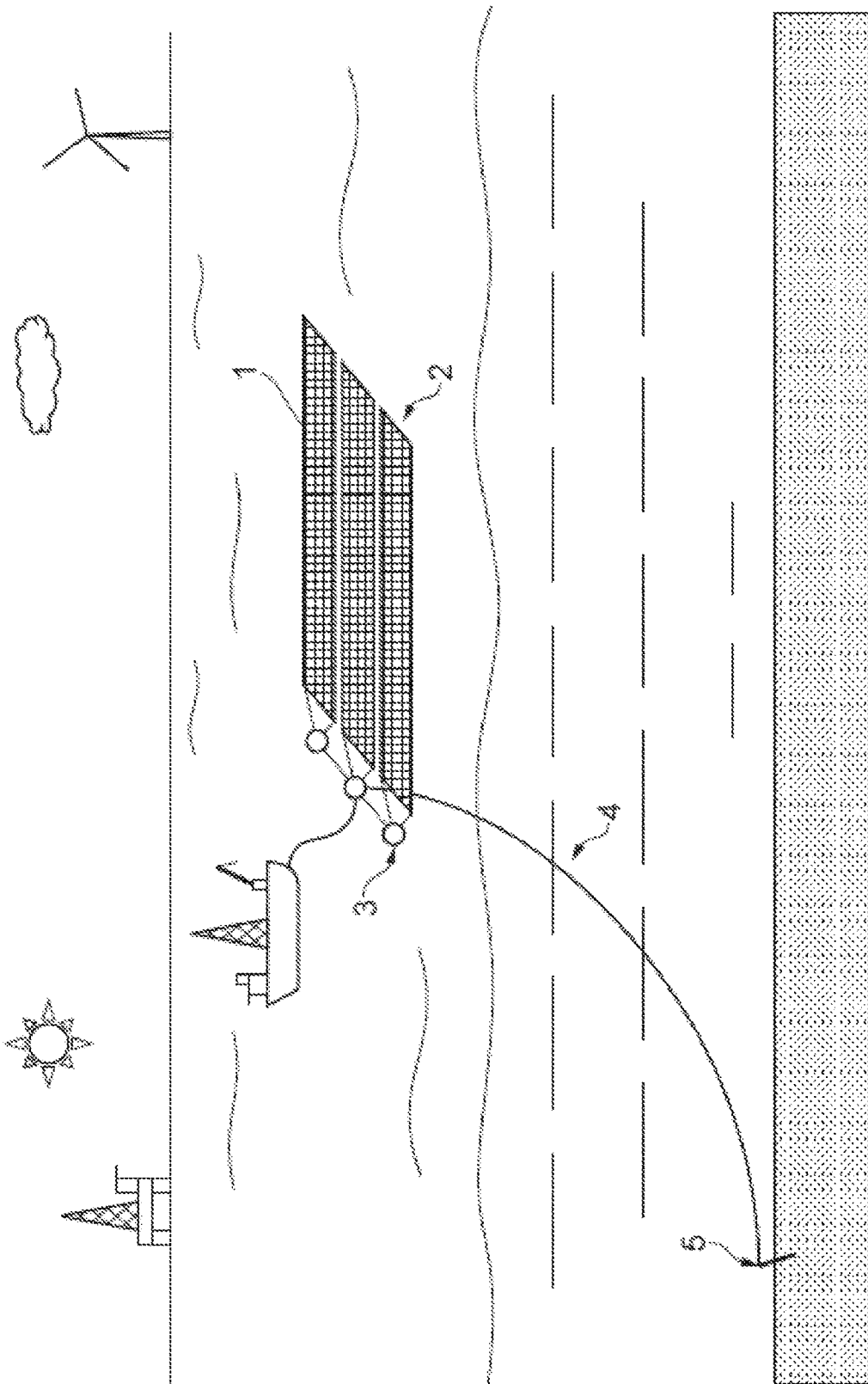


FIG. 1

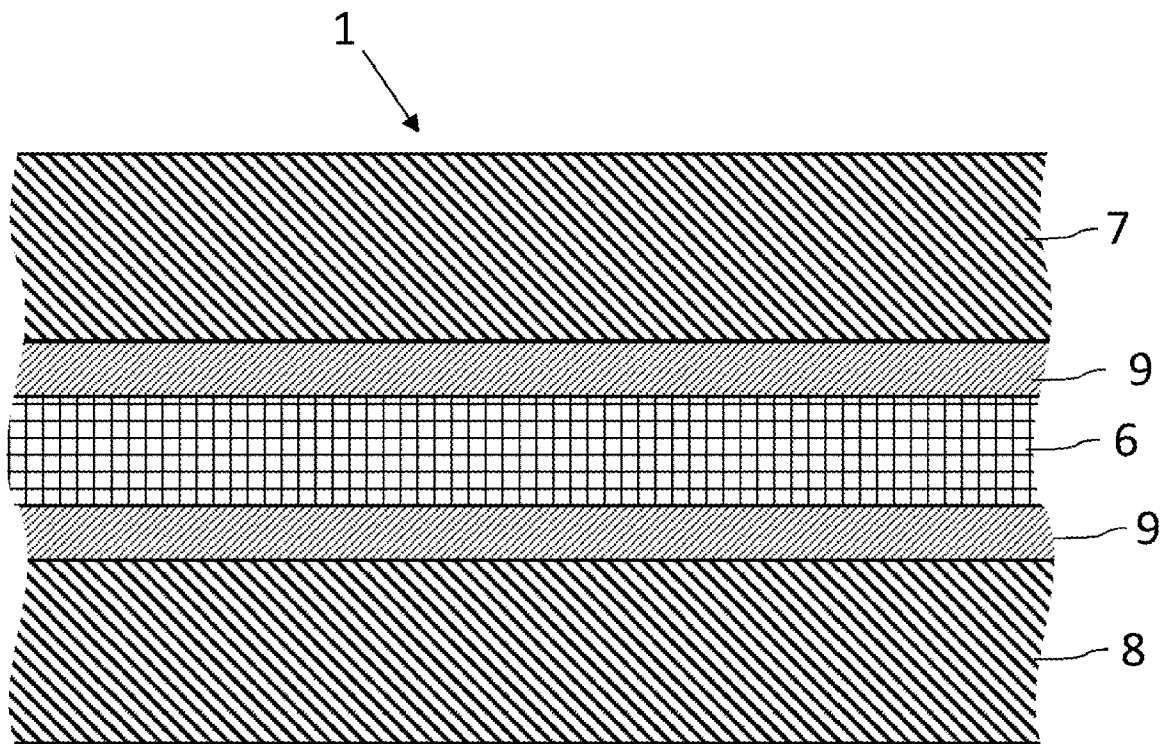


FIG. 2

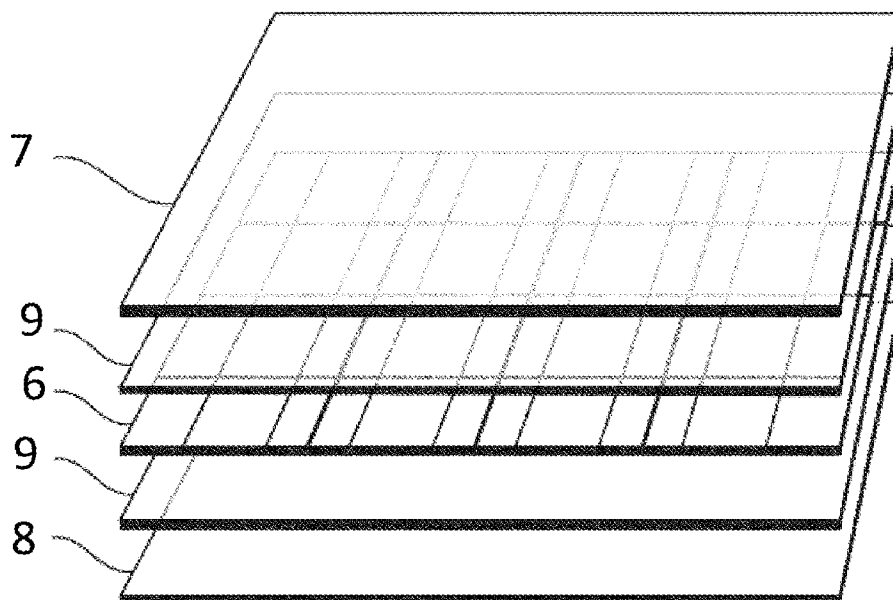


FIG. 3

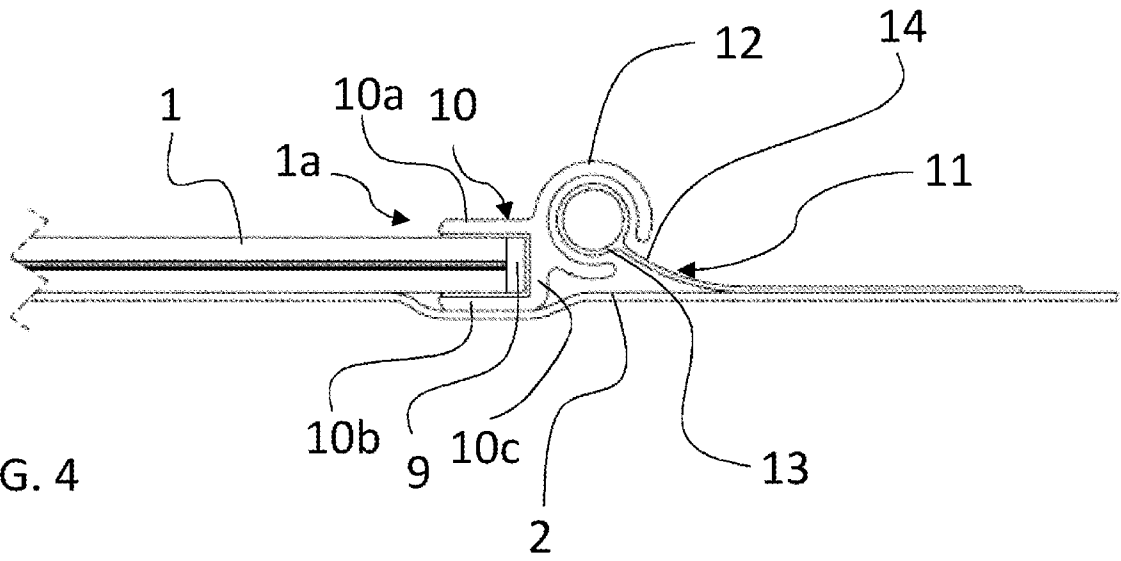


FIG. 4

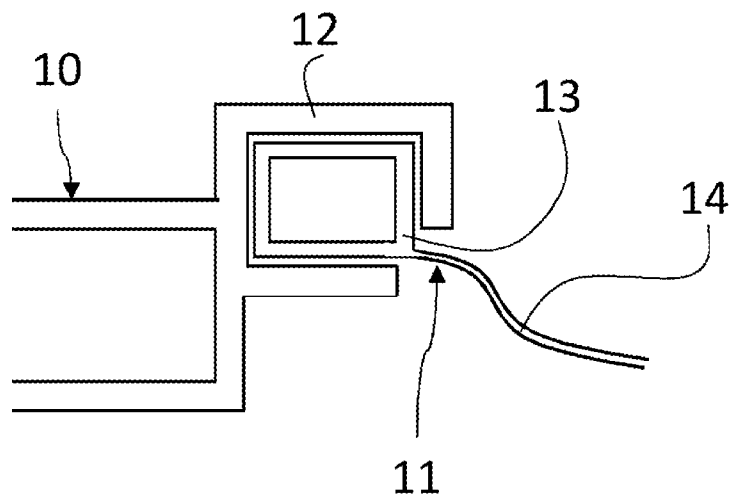


FIG. 5

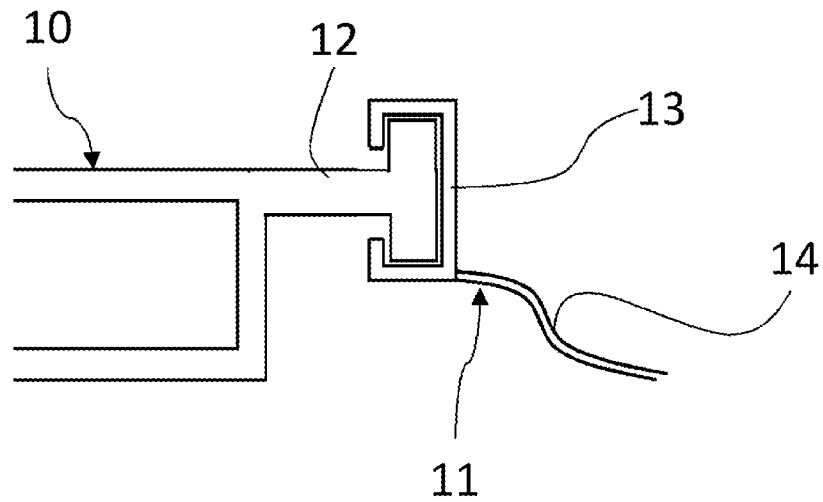


FIG. 6

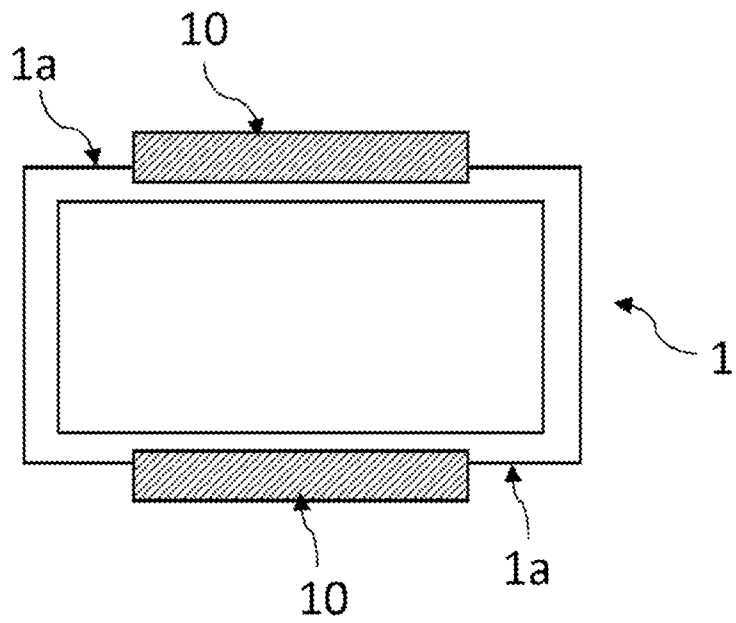


FIG. 7

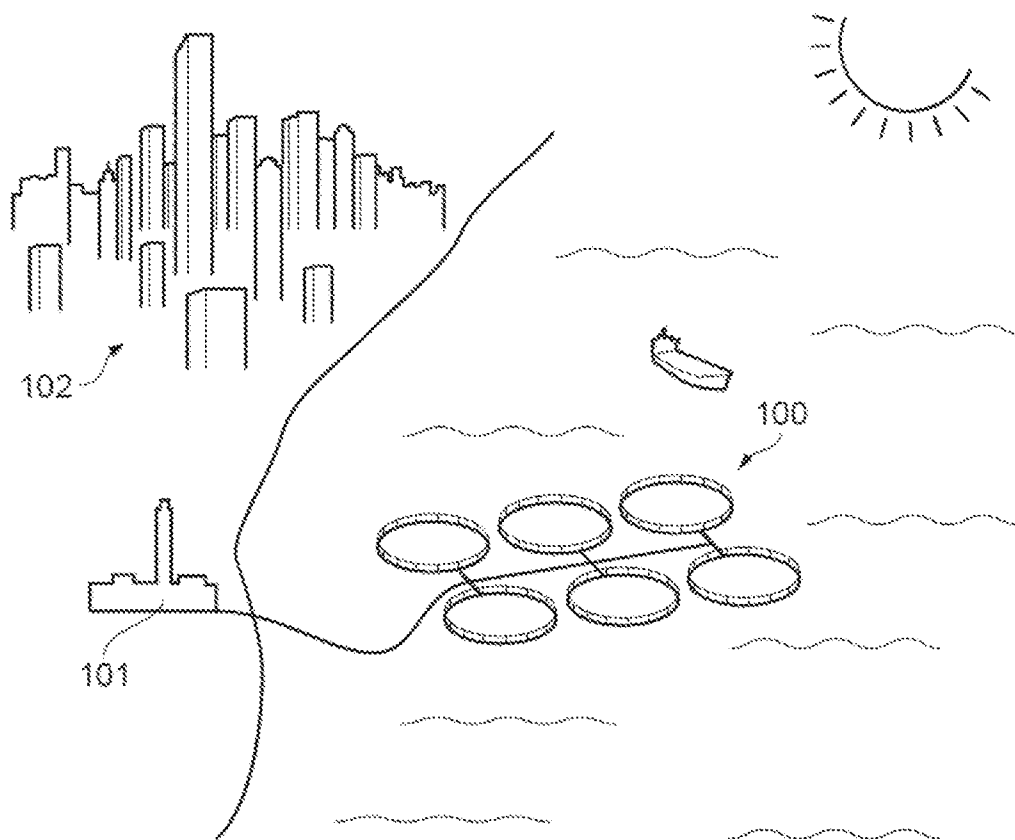


FIG. 8

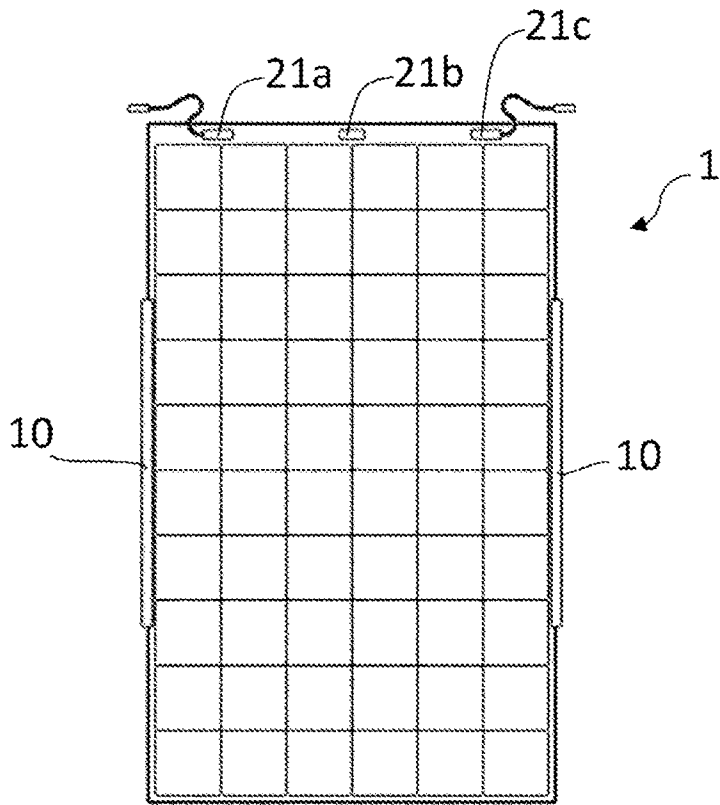


FIG. 9

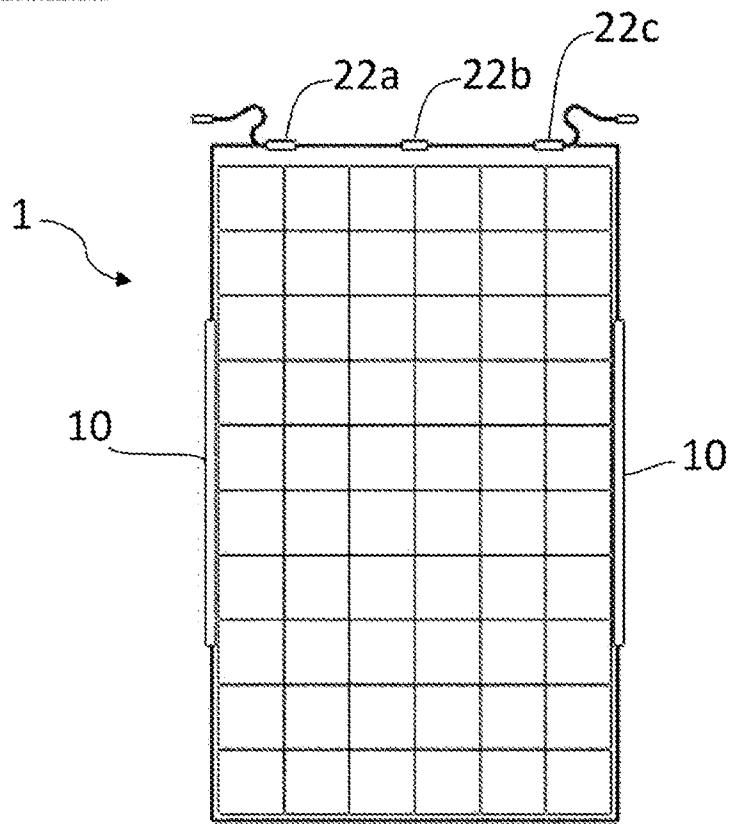


FIG. 10