

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 794 273**

21 Número de solicitud: 202090043

51 Int. Cl.:

**A01G 9/24** (2006.01)

**H01L 31/055** (2014.01)

**A01G 7/04** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

**28.03.2019**

30 Prioridad:

**28.03.2018 US 62/649,516**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**17.11.2020**

71 Solicitantes:

**THE CLIMATE FOUNDATION (100.0%)  
3 Little Harbor Road Woods Hole  
02543 Massachusetts MA US**

72 Inventor/es:

**VON HERZEN, Brian**

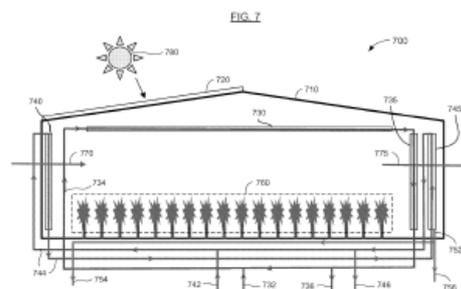
74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

54 Título: **ESTRUCTURAS Y MÉTODOS PARA CULTIVAR ORGANISMOS FOTOSINTÉTICOS Y SIMULTÁNEAMENTE CAPTAR ENERGÍA SOLAR**

57 Resumen:

Estructuras y métodos para cultivar organismos fotosintéticos y simultáneamente captar energía solar. Una estructura para cultivar plantas y/o algas y para capturar energía solar que incluye un recinto que tiene un techo y, opcionalmente, una o más paredes, un concentrador de energía solar en al menos parte de la estructura, un dispositivo de conversión de energía adyacente a al menos un borde periférico del concentrador de energía solar, y uno o más soportes o superficies configurados para permitir que las plantas y/o las algas reciban al menos parte de la energía solar. El concentrador de energía solar absorbe o recoge al menos una primera longitud de onda de luz y permite que pase a través suyo al menos una segunda longitud de onda de luz diferente de la primera longitud de onda de luz (por ejemplo, a las plantas y/o las algas). El concentrador de energía solar comprende uno o más absorbentes o fluoróforos seleccionados de entre ficobiliproteínas, fucoxantinas y moléculas y materiales luminiscentes. El dispositivo de conversión de energía está configurado para recibir y convertir en energía eléctrica o térmica la luz emitida y/o recogida por el concentrador de energía solar.



**DESCRIPCIÓN**

**ESTRUCTURAS Y MÉTODOS PARA CULTIVAR ORGANISMOS  
FOTOSINTÉTICOS Y SIMULTÁNEAMENTE CAPTAR ENERGÍA SOLAR**

CAMPO DE LA INVENCION

5           La presente invención se refiere a estructuras y métodos para cultivar cosechas (o producir compuestos químicos y/o biológicos valiosos y/o materiales de interés) y captar energía solar.

EXPOSICIÓN DE LOS ANTECEDENTES

10           La producción de cosechas de invernadero representa una parte significativa y creciente de la agricultura, especialmente para cosechas especiales y ciertas plantas. La superficie dedicada al cultivo de hortalizas de invernadero a nivel mundial se estima en 473.466 hectáreas (+14 % en 2015). Sin embargo, los invernaderos convencionales consumen mucha energía y son caros de iluminar, calentar o enfriar. La energía forma una fracción sustancial de  
15           los costes totales de producción (15-30 %) en al menos algunos invernaderos convencionales.

20           Los denominados "invernaderos inteligentes" también pueden capturar energía solar para generar electricidad sin reducir necesariamente la capacidad de crecimiento de las plantas. Por ejemplo, científicos de la Universidad de California, Santa Cruz (UCSC), han demostrado que cosechas tales como los tomates y los pepinos pueden crecer con relativa normalidad en tales invernaderos "inteligentes" alimentados con energía solar que capturan energía solar para generar electricidad.

25           Unos paneles magenta brillante cubren la parte superior de los invernaderos "inteligentes" de la UCSC, absorbiendo la luz solar en una longitud

de onda o banda de longitud de onda específica y transfiriendo la energía a tiras fotovoltaicas. Las tiras fotovoltaicas producen electricidad. Los invernaderos son capaces de tomar cierta porción de luz solar como energía y dejar el resto, permitiendo que las plantas crezcan usando una tecnología conocida como sistema fotovoltaico selectivo en longitud de onda (WSPV). La tecnología puede ser menos costosa y más eficiente que los sistemas fotovoltaicos tradicionales.

Se ha informado que en dos o tres lugares de California se probaron el crecimiento y la producción de frutos de 20 variedades de tomates, pepinos, limones, limas, pimientos, fresas y albahaca . El 80 % de las plantas no se vieron afectadas por la iluminación ligeramente más oscura de los paneles magenta, pero el 20 % de las cosechas crecieron mejor. Las tomateras necesitaban un 5 % menos de agua debajo de los paneles magenta.

Esta sección de "Exposición de los antecedentes" se proporciona solo como información de antecedentes. Las declaraciones en esta "Exposición de los antecedentes" no son una admisión de que el objeto desvelado en esta sección de "Exposición de los antecedentes" constituye la técnica anterior a la presente divulgación, y ninguna parte de esta sección de "Exposición de los antecedentes" puede usarse como una admisión de que cualquier parte de la presente solicitud, incluida esta sección de "Exposición de los antecedentes", constituye la técnica anterior a la presente divulgación.

### SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a estructuras (por ejemplo, edificios u otros recintos) adaptados para producir múltiples "cosechas", continua y/o intermitentemente durante un período de tiempo predeterminado (por ejemplo, un año natural u otro período de tiempo que comprenda múltiples temporadas

de cultivo). Las cosechas incluyen, en general, cosechas o plantas alimentarias de las que pueden obtenerse materiales valiosos (tales como ciertos compuestos biológicos y otros productos químicos), electricidad y agua potable. Durante la temporada de cultivo, pueden cultivarse múltiples plantas alimentarias, u otras cosechas biológicas, en el mismo espacio dentro de la estructura. Por lo tanto, en algunas realizaciones, la presente invención se refiere a un invernadero totalmente productivo, configurado para producir energía solar. Por ejemplo, la luz solar en la banda de longitud de onda verde puede ser capturada por un concentrador solar, y la luz en las bandas de longitud de onda roja y azul puede utilizarse para la producción de cosechas de invernadero. La luz captada por el concentrador solar puede producir energía eléctrica, que puede usarse en el invernadero o venderse para obtener ingresos. Los ingresos pueden, a su vez, financiar la producción del invernadero. Por lo tanto, la presente invención aumenta la resiliencia climática.

En un aspecto, la presente invención se refiere a una estructura para cultivar plantas y/o algas y para capturar energía solar, caracterizada por que la estructura comprende un recinto que tiene un techo y, opcionalmente, una o más paredes, un concentrador de energía solar en al menos parte de la estructura, un dispositivo de conversión de energía adyacente a al menos un borde periférico del concentrador de energía solar, y uno o más soportes o superficies configurados para permitir que las plantas y/o las algas reciban al menos parte de la energía solar. El concentrador de energía solar absorbe o recoge al menos una primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz y permite que pase a través suyo al menos una segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz diferente de la primera longitud de onda o banda de longitud de

onda de luz (por ejemplo, a las plantas y/o las algas). El concentrador de energía solar comprende uno o más absorbentes o fluoróforos seleccionados de entre ficobiliproteínas, fucoxantinas y moléculas y materiales luminiscentes. Las moléculas y los materiales luminiscentes pueden ser inorgánicos. El dispositivo  
5 de conversión de energía está configurado para recibir y convertir la luz emitida y/o recogida por el concentrador de energía solar en energía eléctrica o térmica.

La estructura puede estar caracterizada por que el dispositivo de conversión de energía comprende una pluralidad de células fotovoltaicas (PV) configuradas para recibir la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar, y/o el concentrador de energía solar absorbe la primera longitud de onda  
10 o banda de longitud de onda de luz y emite una tercera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz que tiene longitudes de onda más largas que la primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz. Por ejemplo, la tercera longitud de onda o banda de longitud de onda puede tener una longitud  
15 de onda mínima mayor que la longitud de onda máxima de la primera longitud de onda o banda de longitud de onda. La tercera longitud de onda o banda de longitud de onda puede ser diferente de la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda.

La estructura puede estar caracterizada además por que el dispositivo de conversión de energía recibe la luz emitida por el concentrador de energía solar y convierte la luz recibida en energía eléctrica. El concentrador de energía solar  
20 puede cubrir sustancialmente el techo y también puede estar sobre o en al menos una de las paredes. Asimismo, el concentrador de energía solar puede tener una superficie principal (i) orientada hacia el techo, (ii) paralela al techo, o  
25 (iii) ortogonal o sustancialmente ortogonal a la luz solar durante al menos parte

del día (por ejemplo, el concentrador de energía solar puede configurarse para "seguir al sol"). La estructura puede estar caracterizada además por que el dispositivo de conversión de energía rodea uno o más, dos o más, o sustancialmente todos los bordes periféricos del concentrador de energía solar.

5 La estructura puede estar caracterizada por que los uno o más soportes o superficies están configurados para permitir que las algas reciban la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz. Como alternativa, la estructura puede estar caracterizada por que el o los soportes o superficies pueden configurarse para soportar uno o más tanques de agua, y los uno o más  
10 tanques de agua pueden configurarse para cultivar plantas y/o algas fotosintéticas en agua. Por ejemplo, las plantas pueden realizar la fotosíntesis usando el fotosistema II (PS2) u oxidorreductasa agua-plastoquinona. La estructura puede estar caracterizada por que los uno o más soportes o superficies comprenden una pluralidad de soportes o superficies que, tomados  
15 en conjunto, permiten que las plantas y/o las algas reciban al mismo tiempo la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

En algunas realizaciones, la estructura está caracterizada por que el concentrador de energía solar está configurado para absorber luz verde y permite que al menos pase luz azul a través de los uno o más soportes o  
20 superficies. En tales realizaciones, el concentrador de energía solar puede comprender (i) un compuesto o un material luminiscentes que absorben la luz verde y emiten luz roja y (ii) una o más guías de ondas y/o reflectores configurados para dirigir la luz roja al dispositivo de conversión de energía (por ejemplo, células fotovoltaicas).

25 Como alternativa, la estructura puede estar caracterizada por que el

concentrador de energía solar esté configurado para absorber luz azul y emitir luz verde, el dispositivo de conversión de energía reciba la luz verde y la convierta en energía eléctrica, y los uno o más soportes o superficies se configuren para recibir las luces amarilla y roja que pasan a través del  
5 concentrador de energía solar.

La estructura puede estar caracterizada por que comprende además (i) un dispositivo o un sistema de almacenamiento y recuperación de energía configurados para almacenar y proporcionar la energía térmica convertida por el dispositivo de conversión de energía y (ii) un mecanismo para calentar y/o enfriar  
10 la estructura usando la energía térmica proporcionada por el dispositivo o el sistema de almacenamiento y recuperación de energía. La estructura también puede estar caracterizada por que comprende además una batería configurada para almacenar y proporcionar la energía eléctrica convertida por el dispositivo de conversión de energía. En algunos ejemplos, la estructura comprende  
15 además al menos una bomba de agua configurada para recibir la energía eléctrica de la batería y proporcionar agua a las plantas y/o las algas en los uno o más soportes o superficies.

La estructura puede estar caracterizada por que el o los absorbentes o fluoróforos comprenden una o más ficobiliproteínas y/o fluoróforos orgánicos. La  
20 o las ficobiliproteínas y/o fluoróforos orgánicos pueden estar integrados en una matriz polimérica y/o mantenerse asociados a, o aglutinados por una molécula aglutinante, y pueden ser estables a la radiación UV y/o térmicamente tolerantes. La matriz polimérica y/o la molécula aglutinante pueden aumentar la estabilidad térmica de la ficobiliproteína y/o el fluoróforo en un intervalo de temperatura más  
25 amplio que el de la ficobiliproteína o el fluoróforo (nativos) en ausencia del

polímero o de la molécula aglutinante. Por lo tanto, por ejemplo, la o las ficobiliproteínas y/o fluoróforos orgánicos pueden ser tolerantes (por ejemplo, a la energía térmica) a una temperatura de hasta 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 100 °C, o más. Adicionalmente o como alternativa, la estructura puede comprender además un material fotoabsorbente que protege la ficobiliproteína o el fluoróforo y/o aumenta la estabilidad molecular de la ficobiliproteína o el fluoróforo en un entorno que contiene luces ultravioleta o azul. Por ejemplo, el material fotoabsorbente puede comprender un vidrio de bloqueo de UV que puede proteger a los fluoróforos de la degradación por la luz ultravioleta.

10 La estructura puede caracterizarse por estar configurada para una cosecha doble o mayor (por ejemplo, una cosecha triple, una cosecha cuádruple, etc.), por ejemplo, la estructura puede comprender además un desalinizador de agua, en cuyo caso una de las cosechas puede ser con agua (por ejemplo, dulce) desalinizada, y la estructura puede comprender además uno o más conductos y uno o más tanques o recipientes de agua dulce en comunicación de fluidos con los uno o más conductos, estando los uno o más tanques o recipientes de agua dulce configurados para almacenar el agua desalinizada. En algunos ejemplos, el desalinizador de agua puede comprender un evaporador configurado para evaporar agua dulce de una solución salina o una salmuera, y la estructura puede comprender además un condensador configurado para condensar el agua dulce evaporada del evaporador. El condensador puede comprender un conducto o un recipiente que incluyan o estén en comunicación con una fuente de agua fría. La estructura puede estar configurada además para regar las plantas y/o las algas con el agua dulce condensada.

25 Otro aspecto de la presente invención se refiere a un método para cultivar

plantas y/o algas y para capturar energía solar, estando el método caracterizado por que comprende absorber o recoger al menos una primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz usando un concentrador de energía solar en al menos parte del techo de un recinto que tiene el techo y una pluralidad de paredes, permitir que al menos una segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz diferente de la primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz pase a través del concentrador de energía solar, recibir la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar en un dispositivo de conversión de energía adyacente a al menos un borde periférico del concentrador de energía solar, convertir la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar en energía eléctrica o térmica usando el dispositivo de conversión de energía, e irradiar las plantas y/o las algas en uno o más soportes o superficies en el recinto con la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz. El concentrador de energía solar comprende uno o más absorbentes seleccionados de entre ficobiliproteínas, fucoxantinas y moléculas y materiales inorgánicos luminiscentes.

Al igual que con la presente estructura, el método puede estar caracterizado por que el dispositivo de conversión de energía comprende una pluralidad de células fotovoltaicas (PV) configuradas para recibir la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar. El método puede estar caracterizado por que comprende además absorber la primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz con el concentrador de energía solar y emitir una tercera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz que tiene una longitud de onda más larga que la primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz del concentrador de energía solar, en cuyo caso el método puede

comprender además recibir la luz emitida por el concentrador de energía solar en el dispositivo de conversión de energía y convertir la luz recibida en energía eléctrica usando el dispositivo de conversión de energía. La tercera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz puede ser diferente de la segunda  
5 longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

El presente método puede estar caracterizado por que el concentrador de energía solar cubre sustancialmente el techo del recinto y también puede estar sobre o en al menos una de las paredes. En cuanto a la presente estructura, el concentrador de energía solar puede tener una superficie principal (i) orientada  
10 hacia el techo, (ii) paralela al techo, o (iii) ortogonal o sustancialmente ortogonal a la luz solar durante al menos parte del día. El método puede estar caracterizado por que el dispositivo de conversión de energía rodea uno o más, dos o más, o sustancialmente todos los bordes periféricos del concentrador de energía solar.

El método puede estar caracterizado por que las algas reciben la segunda  
15 longitud de onda o banda de longitud de onda de luz, y los uno o más soportes o superficies pueden configurarse para permitir que las algas reciban la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz. Como alternativa o de manera adicional, el método puede estar caracterizado por que el o los soportes o superficies están configurados para soportar uno o más tanques de agua, y el  
20 método puede comprender además cultivar plantas fotosintéticas en agua en los uno o más tanques de agua. Por ejemplo, las plantas pueden realizar la fotosíntesis usando el fotosistema II (PS2) u oxidorreductasa agua-plastoquinona. El método también puede estar caracterizado por que los uno o  
25 más soportes o superficies comprenden una pluralidad de soportes o superficies que, tomados en conjunto, permiten que las plantas y/o las algas reciban la

segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz al mismo tiempo.

El presente método puede estar caracterizado por que comprende absorber luz verde en el concentrador de energía solar y permitir que al menos pase luz azul a través de los uno o más soportes o superficies. Como alternativa,  
5 el método puede estar caracterizado por que comprende absorber luz azul en el concentrador de energía solar y emitir luz verde desde el concentrador de energía solar, recibir y convertir la luz verde en energía eléctrica en el dispositivo de conversión de energía, y recibir las luces amarilla y roja que pasan a través del concentrador de energía solar en las plantas y/o las algas en los uno o más  
10 soportes o superficies.

El presente método puede estar caracterizado por que comprende además almacenar la energía térmica convertida por el dispositivo de conversión de energía en un dispositivo o un sistema de almacenamiento y recuperación de energía, recuperar la energía térmica del dispositivo o del sistema de  
15 almacenamiento y recuperación de energía, y/o calentar y/o enfriar el recinto (o una parte del mismo) usando la energía térmica del dispositivo o del sistema de almacenamiento y recuperación de energía. Como alternativa o de manera adicional, el método puede estar caracterizado por que comprende además almacenar en una batería la energía eléctrica convertida por el dispositivo de  
20 conversión de energía y proporcionar la energía eléctrica de la batería a un dispositivo eléctrico en el recinto y/o a un medio de transmisión eléctrica fuera del recinto. Por ejemplo, el método puede estar caracterizado por que comprende además proporcionar agua a las plantas y/o las algas en los uno o más soportes o superficies usando al menos una bomba de agua configurada  
25 para recibir la energía eléctrica de la batería.

El presente método puede estar caracterizado por que el o los absorbentes comprenden una o más ficobiliproteínas, en cuyo caso la una o más ficobiliproteínas pueden estar integradas en una matriz polimérica. En cuanto a la presente estructura, la una o más ficobiliproteínas pueden ser estables a la radiación UV y/o térmicamente tolerantes. Por ejemplo, durante el método, una temperatura del concentrador de energía solar y/o la matriz polimérica puede alcanzar los 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 100 °C, o más, y la o las ficobiliproteínas deben ser tolerantes a (por ejemplo, conservar su actividad a) una o más de tales temperaturas.

El método puede estar caracterizado por que comprende además cultivar una primera cosecha en una primera temporada de cultivo y cultivar al menos una segunda cosecha en una segunda temporada de cultivo, produciéndose la totalidad de las temporadas de cultivo primera y segunda dentro de un período de tiempo de doce meses consecutivos. El método puede estar además caracterizado por que comprende además cultivar una tercera cosecha en una tercera temporada de cultivo, produciéndose la totalidad de las temporadas de cultivo primera, segunda y tercera dentro de los doce meses consecutivos.

En realizaciones adicionales, el método puede estar caracterizado por que comprende además desalinizar una solución salina o una salmuera usando un desalinizador de agua. En tales realizaciones, el método puede además estar caracterizado por que comprende además transportar agua dulce desde el desalinizador de agua a las plantas y/o las algas, o almacenar el agua dulce del desalinizador de agua en uno o más tanques o recipientes de agua dulce. Como alternativa o de manera adicional, el método puede además estar caracterizado por que comprende además evaporar el agua dulce de la solución salina o la

salmuera de un evaporador en el desalinizador de agua y condensar el agua dulce del evaporador en un condensador. Tales métodos pueden además estar caracterizados por que comprenden además enfriar el condensador usando una fuente de agua fría y/o regar las plantas y/o las algas con el agua dulce condensada.

De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se proporcionan estructuras y métodos para cosechas triples, cuádruples o mayores. La invención proporciona además un invernadero totalmente productivo que también es capaz de producir energía eléctrica o térmica a base de energía solar. El presente invernadero puede usarse para el crecimiento de las cosechas durante todo el año y la producción de energía solar. En algunas realizaciones, el presente invernadero duplica con eficacia los ingresos por acre (en relación con la agricultura convencional con suelo), reduce el coste de cultivo de las cosechas y usa hasta 10 veces menos agua que la agricultura convencional con suelo. El presente invernadero puede ampliar las fuentes de ingreso de los agricultores (por ejemplo, la producción de energía fotovoltaica puede financiar parte o la totalidad de las actividades y/u operaciones del invernadero). Estas y otras ventajas de la presente invención resultarán fácilmente evidentes a partir de la descripción detallada de diversas realizaciones a continuación.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un invernadero (o más exactamente, una casa "magenta");  
la figura 2A es una gráfica que muestra los espectros de absorción de luz visible de diversas clorofilas;  
la figura 2B es una gráfica que muestra los espectros de absorción de luz

visible de diversas ficobiliproteínas en comparación con las clorofilas A y B;

la figura 3 es una vista despiezada de las capas de un colector de energía solar a base de colorante luminiscente;

la figura 4A representa diversos ciclos del fotosistema II;

5 la figura 4B representa el complejo fotosintético del fotosistema II;

la figura 5 es un diagrama de un concentrador solar luminoso a modo de ejemplo;

la figura 6 es un diagrama que muestra la o las operaciones de un concentrador solar luminoso a modo de ejemplo de acuerdo con realizaciones de la invención;

la figura 7 es un diagrama esquemático que muestra un invernadero evaporativo a modo de ejemplo adaptado/configurado para una cosecha cuádruple de acuerdo con realizaciones de la invención;

la figura 8 es un diagrama que muestra una estructura a modo de ejemplo adaptada/configurada para una cosecha cuádruple de acuerdo con realizaciones de la invención; y

la figura 9 es un diagrama de flujo de un método a modo de ejemplo para generar electricidad y simultáneamente cultivar cosechas de acuerdo con realizaciones de la invención.

## 20 DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, se hará referencia en detalle a diversas realizaciones de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Aunque la invención se describirá junto con las siguientes realizaciones, se entenderá que las descripciones no pretenden limitar la invención a estas realizaciones. Por el  
25 contrario, la invención está destinada a cubrir alternativas, modificaciones y

equivalentes que pueden incluirse dentro del espíritu y alcance de la invención. Asimismo, en la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión exhaustiva de la presente invención. Sin embargo, para los expertos en la materia será evidente que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En 5 otros casos, no se han descrito en detalle métodos, procedimientos y componentes bien conocidos para no complicar innecesariamente aspectos de la presente invención. Asimismo, debe entenderse que las posibles permutaciones y combinaciones descritas en el presente documento no pretenden limitar la invención. Específicamente, las variaciones que no sean 10 inconsistentes pueden mezclarse y combinarse según se desee.

Por conveniencia y simplicidad, los términos "parte", "porción", y "región" pueden usarse indistintamente, pero estos términos, en general, reciben sus significados reconocidos en la técnica. Además, a menos que se indique lo 15 contrario en el contexto de su uso en el presente documento, los términos "conocido", "fijado", "dado", "cierto" y "predeterminado" se refieren, en general, a un valor, una cantidad, un parámetro, una restricción, una condición, un estado, un proceso, un procedimiento, un método, una práctica, o una combinación de los mismos que es, en teoría, variable, pero normalmente se establece de 20 antemano y no se modifica posteriormente cuando está en uso.

La figura 1 representa un invernadero 100 a modo de ejemplo adaptado para una cosecha cuádruple de acuerdo con una o más realizaciones de la presente invención. La expresión "cosecha cuádruple" hace referencia a la capacidad de cultivar cosechas durante tres temporadas en un año (por ejemplo, 25 un período de tiempo de 12 meses consecutivos), además de captar energía

solar durante ese período. Como alternativa, cosecha cuádruple puede hacer referencia a la capacidad de cultivar cosechas durante dos temporadas en un año, además de captar energía solar y producir agua dulce durante ese período. La expresión "cosecha quintuple" puede hacer referencia a la capacidad de cultivar cosechas durante tres temporadas en un año, además de captar energía solar y producir agua dulce durante ese período. Un invernadero u otra estructura capaz de multiplicar por cuatro o cinco las cosechas, puede producir al menos el doble de ingresos por acre en relación con la mayoría de las granjas del mundo, usando 10 veces menos agua. Por lo tanto, la producción de las cosechas es menos costosa y las fuentes de ingresos de los agricultores pueden ampliarse (por ejemplo, a cosechas adicionales y/o vendiendo excedentes de electricidad y/o agua).

La estructura 100 incluye unos paneles de techo 110, unas paredes 140, un panel delantero 130, un panel trasero (no mostrado), una o más puertas 135, y unos gabletes delantero y trasero opcionales 120. Los paneles de techo 110 incluyen, en general, un colector solar (por ejemplo, un colector solar luminiscente, o LSC). Al menos un panel de techo 110 (y preferentemente al menos la mitad de los paneles de techo 110) incluye un colector solar. En algunas realizaciones, las paredes 140, el panel delantero 130 y/o el panel trasero también incluyen un colector solar, dependiendo de su orientación hacia el sol. Por ejemplo, una estructura 100 localizada en el hemisferio norte y que tiene puertas orientadas al este u oeste puede incluir uno o más colectores solares en o sobre la pared orientada al sur.

Incluso las combinaciones de cosechas dobles o triples e invernaderos evaporativos (por ejemplo, invernaderos adaptados para recoger y,

opcionalmente, usar agua evaporada) permiten el uso de una fuente de agua que no se usa habitualmente para regar cosechas, tales como agua de mar o aguas residuales, y, por lo tanto, son combinaciones novedosas. Por lo tanto, los invernaderos evaporativos pueden incluir estructuras y/o equipos para la  
5 desalinización del agua y tener la capacidad de desalinizar una solución salina o una salmuera (por ejemplo, agua que contiene una o más sales) y usar el agua desalinizada para el riego y/o el enfriamiento.

Por ejemplo, haciendo referencia ahora a la figura 7, que muestra una representación esquemática de un invernadero evaporativo 700 a modo de  
10 ejemplo, la entrada de salmuera fría en los circuitos de agua primero y segundo en las entradas 732 y 742 puede formar la parte fría (o de condensación) de un intercambiador de calor en el "lado de escape" (es decir, por donde sale el aire de escape 775) del invernadero evaporativo 700. La salmuera puede transportarse desde aguas marinas profundas (por ejemplo, agua desde una  
15 profundidad de  $\geq 300$  m,  $\geq 500$  m o cualquier otra profundidad mínima superior a 300 m por debajo del nivel del mar) o puede provenir de otra fuente (por ejemplo, fabricación de productos químicos, purificación del agua, fermentación u otros procesos de producción biológicos, procesamiento de alimentos, minería, fabricación de pulpa y papel, etc.). Las tuberías 734 que transportan la solución  
20 salina o la salmuera a un evaporador 735 pueden atravesar un calentador solar 730 en el techo del invernadero 700 u otra estructura similar (por ejemplo, justo debajo de los paneles de techo 710), en parte para limitar la luz solar en regiones con mucha luz solar (tales como el desierto) a las plantas 760, y también para absorber más calor solar u otra energía en el techo 710 (debajo de los paneles  
25 colectores solares 720). A partir de entonces, la salmuera u otro líquido a base

de agua, ahora calentado, pasa a un medio evaporativo (por ejemplo, el evaporador 735, que puede comprender un medio poroso), a través del cual el aire 775 es aspirado por uno o más ventiladores de escape (no mostrados). El aire 775 pasa a través del medio evaporativo 735, recogiendo vapor de agua (por ejemplo, absorbiendo moléculas de agua evaporada) y potencialmente enfriando el aire. Corriente abajo del ventilador, el vapor de agua (ahora una fuente de agua dulce) se condensa en/sobre un condensador 745. Con una fuente de agua fría (por ejemplo, la salmuera fría inyectada en la entrada 742 que finalmente fluye hacia el condensador 745), el agua evaporada puede condensarse en el lado de escape del invernadero 700. El condensado puede recogerse en una o más tuberías 752 como agua dulce para su uso como agua de riego para el riego por goteo y/o la nebulización de plantas (por ejemplo, en 754 y/o 756). Como alternativa, el agua dulce puede simplemente recogerse y venderse o usarse para otros fines. La salmuera más salada sale del evaporador 735 a través de la salida 736 (y, a continuación, del invernadero 700) y puede usarse para la producción de sal, etc.

Las tuberías 744 llevan la salmuera desde la entrada 742 a un segundo evaporador 740, a través del cual pasa el aire exterior caliente 770. El aire 770 transfiere calor a la salmuera, absorbiendo el aire 770 algo de vapor de agua y enfriándose en el proceso. La salmuera ligeramente más caliente y ligeramente más concentrada fluye, a continuación, al condensador 745, donde se calienta un poco más antes de salir del circuito de agua (y, por lo tanto, del invernadero 700) por la salida 746. Si se desea, parte de (o toda) la salmuera del condensador 745 puede hacerse recircular de vuelta al evaporador 740 (por ejemplo, usando una o más válvulas y bombas, no mostradas).

La figura 2A es una gráfica 200 que muestra los espectros de absorción de luz visible de diversas clorofilas. Por ejemplo, el espectro de absorción de luz visible de la clorofila a se muestra en la línea 210, el espectro de absorción de luz visible de la clorofila d se muestra en la línea 220, el espectro de absorción  
5 de luz visible de la clorofila b se muestra en la línea 230, y el espectro de absorción de luz visible de la clorofila f se muestra en la línea 240. Las diversas clorofilas no absorben significativamente en el intervalo de 470-630 nm, lo que significa que la luz en este intervalo desfavorable puede usarse para otros fines (por ejemplo, generación eléctrica, almacenamiento de energía, etc.).

10 Las ficobiliproteínas son proteínas fotodinámicas que pueden impulsar la fotosíntesis y funcionar como receptores de luz. Por ejemplo, la ficoeritrina muestra una fluorescencia muy intensa (por ejemplo, en la banda roja del espectro visible). Puede producirse una amplia diversidad de ficobiliproteínas a partir de una fuente bastante bien caracterizada. Por ejemplo, las cianobacterias  
15 producen ficobilisomas, conteniendo cada uno ~ 1.500 pigmentos. Los mercados de ficobiliproteínas incluyen cosméticos, marcadores fluorescentes, tintes y biomateriales.

La figura 2B es una gráfica que muestra los espectros de absorción de luz visible de diversas ficobiliproteínas en comparación con las clorofilas A y B. En  
20 la presente estructura y método, el colector solar usa ventajosamente ficobiliproteínas (PBP) para absorber la luz en bandas de longitud de onda no usadas por las clorofilas y/u otras plantas y algas fotosintéticas (por ejemplo, que usan el fotosistema II para la fotosíntesis). Las PBP pueden emitir luz (que tiene, en general, una longitud de onda diferente) a un dispositivo de conversión de  
25 energía adyacente a al menos un borde periférico del concentrador de energía

solar (por ejemplo, a lo largo de un borde periférico de un panel de techo 110, en una interfaz entre un panel de techo 110 y una pared 140, etc.). La luz no absorbida por las PBP pasa a través de los paneles de techo 110 hacia la estructura 100, que puede incluir uno o más soportes o superficies configurados para permitir que las plantas y/o las algas reciban la luz que pasa a través de los paneles de techo 110. Por lo tanto, las cosechas pueden comprender las plantas, y las algas pueden usarse para fabricar productos químicos beneficiosos y compuestos y materiales biológicos que pueden recogerse usando técnicas conocidas.

Las PBP pueden volverse estables a la radiación UV y térmicamente tolerantes integrándolas en una matriz polimérica (por ejemplo, una película de polímero). La protección ante la radiación UV también puede estar provista de un vidrio de bloqueo de UV encima de la matriz polimérica, o puede usarse otro tipo o clase de película y/o filtro UV compuestos. Las películas, incluida la película de polímero que contiene PBP, puede adherirse al vidrio. Como alternativa, el o los absorbentes y/o fluoróforos pueden combinarse (por ejemplo, mezclarse) con una o más proteínas de tardígrado. Los tardígrados pueden sobrevivir en entornos del espacio exterior (por ejemplo, en la superficie de una nave espacial), por lo que son resistentes a una amplia diversidad de entornos térmicos, libres de oxígeno y agua, y UV. Sus proteínas, incluyendo las proteínas intrínsecamente desordenadas específicas de tardígrados (TDP) y/o una proteína conocida como Dsup, se sabe que protegen a los tardígrados de la desecación e incluso pueden proteger los ácidos nucleicos de los animales del daño y/o estrés provocados por una radiación de alta energía (por ejemplo, rayos X). Las proteínas de tardígrado también pueden aumentar la estabilidad térmica

y fotoquímica del o de los absorbentes y/o fluoróforos que, de otro modo, podrían degradarse a altas temperaturas y/o bajo el estrés de la luz UV.

La eficiencia fotosintética es un factor útil para comprender las posibles utilidades de las ficobiliproteínas. Por ejemplo, las plantas terrestres tienen habitualmente una eficiencia fotosintética del 0,2-2 % (por ejemplo, como se ejemplifica por la eficiencia fotosintética de las clorofilas a y b), mientras que algunas plantas acuáticas pueden tener una eficiencia fotosintética superior al 8 % (por ejemplo, como se ejemplifica por la eficiencia fotosintética de la ficobiliproteína B-ficoeritrina de las algas rojas).

Los ingresos potenciales de los productos elaborados a partir de, o que incluyen, ficobiliproteínas son bastante elevados. Por ejemplo, en el mercado de marcadores fluorescentes, los cálculos muestran que ciertas algas marinas en condiciones repletas de nitratos pueden contener hasta un 0,05 % de ficoeritrina (PE) por peso en fresco. La PE tiene un valor de hasta 300 \$US/mg. Eso corresponde a 15M \$US/ton de peso en fresco. El mercado de PE será de 4B \$US en 2022, y posiblemente mayor a medida que crezcan el o los mercados.

La figura 3 es una vista despiezada de las capas de un colector de energía solar a base de tinte luminiscente 300, que puede incluir una capa, lámina o placa de vidrio 310 (que puede ser de protección UV), la capa luminiscente 320 (por ejemplo, que contiene ficobiliproteína), y una capa, película o lámina de soporte reflectante 330, que puede dirigir la luz emitida (usando la reflexión interna total) al dispositivo de conversión de energía (por ejemplo, una célula fotovoltaica [PV]). Como alternativa, la capa 320 puede comprender una matriz de células PV configuradas para generar electricidad a partir de una luz que tiene una longitud de onda o banda de longitud de onda predeterminada (que puede

superponerse con las longitudes de onda o bandas de longitud de onda de luz usadas por las plantas y las algas para la fotosíntesis), y la capa 330 puede ser la capa luminiscente (por ejemplo, que contiene ficobiliproteína), que puede emitir una luz que tiene una longitud de onda o una banda de longitud de onda  
5 útil para la fotosíntesis en plantas y/o algas. En una alternativa adicional, la capa 330 puede ser la capa luminiscente (por ejemplo, que contiene ficobiliproteína), y la capa 320 puede ser una capa de recogida de luz que enfoca la luz emitida a las células PV en la periferia del colector 300. Un ejemplo del colector de energía solar luminiscente 300 puede encontrarse en la solicitud de patente de Estados  
10 Unidos número de publicación 2012/0132278, cuyas partes relevantes se incorporan en el presente documento como referencia.

La figura 4A representa diversos ciclos del fotosistema II, incluyendo el ciclo de reducción de quinonas y el ciclo de estado-S. En el fotosistema II, las enzimas capturan fotones de luz para excitar electrones que, a continuación, se  
15 transfieren a través de diversas coenzimas y cofactores para reducir la plastoquinona a plastoquinol. Los electrones excitados son reemplazados por electrones del agua, que se oxida para formar iones de hidrógeno y oxígeno molecular. Al reponer los electrones perdidos con electrones de la disociación del agua, el fotosistema II proporciona los electrones para que se produzca toda  
20 la fotosíntesis. El fotosistema II (de cianobacterias y plantas verdes) contiene, en general, aproximadamente 20 subunidades (dependiendo del organismo), así como otras proteínas captadoras de luz complementarias. Cada fotosistema II contiene una o más unidades de clorofila a 440, betacaroteno, feofitina, plastoquinona, uno o más grupos hemos, uno o más iones de bicarbonato,  
25 lípidos 450, un grupo de óxido de Mn-Ca (que puede incluir iones cloruro), un ion

$\text{Fe}^{2+}$  no hemo y, posiblemente, unos iones  $\text{Ca}^{2+}$ . La figura 4B representa el megacomplejo de ficobilisomas 400. Los elementos 410, 420 y 430 identifican los componentes del ficobilisoma, que incluye grupos de moléculas de ficocianina y ficoeritrina.

5           La figura 5 es un diagrama de un concentrador solar luminoso 500 a modo de ejemplo que puede implementarse en o mediante el colector de energía solar 300 de la figura 3. Los rayos incidentes 510 del sol pueden incidir sobre el concentrador solar 500 y atravesar una cubierta o capa superior 520 del concentrador solar 500. La cubierta 520 puede comprender un vidrio o un  
10           plástico que sean transparentes a la luz visible y que puedan absorber o reflejar la luz ultravioleta (UV). Una pluralidad de centros luminiscentes 530 (solo uno de los cuales se muestra por motivos de claridad) están presentes en todo el concentrador solar 500. Por ejemplo, en una sección transversal horizontal del concentrador solar 500, los centros luminiscentes 530 están presentes  
15           sustancialmente en la totalidad del área o superficie principal del mismo (por ejemplo, diferente de la periferia y cualquier guía de ondas que pueda estar presente). Los centros luminiscentes 530 pueden ser o comprender una ficobiliproteína (por ejemplo, en una matriz polimérica), una fucoxantina o una molécula o un material inorgánicos luminiscentes. Por lo tanto, los centros  
20           luminiscentes 530 pueden absorber una longitud de onda o banda de longitud de onda de radiación solar específica y emitir una luz que tenga una longitud de onda o banda de longitud de onda diferente (y habitualmente más larga). En las realizaciones preferidas, los centros luminiscentes 530 están integrados en una matriz polimérica y están protegidos contra daños (por ejemplo, la  
25           desnaturalización) por o del sol y/o el calor, como se describe en el presente

documento.

La luz emitida por los centros luminiscentes 530 puede ser absorbida por un dispositivo de conversión de energía 550, o bien directamente (por ejemplo, mediante emisiones directas 532) o indirectamente (por ejemplo, mediante emisiones reflejadas 534). Por lo tanto, el concentrador solar 500 puede incluir una capa inferior o un recubrimiento inferior 540 (por ejemplo, un espejo selector de longitudes de onda) que reflejan la luz que tiene la longitud de onda o banda de longitud de onda de la luz emitida por los centros luminiscentes 530, pero son transparentes o sustancialmente transparentes a la luz que tiene otras longitudes de onda o bandas de longitud de onda. Por ejemplo, la capa inferior o el recubrimiento inferior 540 pueden reflejar completa o sustancialmente por completo una longitud de onda o banda de longitud de onda de luz visible, y ser transparentes o sustancialmente transparentes a algunas o todas las otras longitudes de onda o bandas de longitud de onda de luz visible. Parte de la luz emitida 536 puede escapar del concentrador solar 500 a través de la cubierta o capa superior 520. Para permitir la máxima intensidad de los rayos incidentes 510 que tienen la misma longitud de onda o banda de longitud de onda que la luz emitida desde los centros luminiscentes 530, la cubierta o la capa superior 520 pueden no incluir un espejo selector de longitudes de onda. Como alternativa, si la intensidad de las emisiones de los centros luminiscentes 530 es mayor que la de la radiación solar en la misma longitud de onda o banda de longitud de onda, la cubierta o la capa superior 520 pueden incluir un espejo selector de longitudes de onda configurado para reflejar la luz que tiene una longitud de onda dentro de la banda de longitud de onda de luz emitida desde los centros luminiscentes 530.

El dispositivo de conversión de energía 550 puede comprender una o más células fotovoltaicas (PV) (por ejemplo, para convertir la luz recibida en electricidad) o un material fotoabsorbente en contacto térmico o en comunicación con un intercambiador de calor que transfiere calor a un fluido de trabajo para su almacenamiento en un tanque o recipiente de almacenamiento de calor. Por ejemplo, el material fotoabsorbente puede configurarse para absorber una luz que tiene la longitud de onda o banda de longitud de onda de la luz emitida por los centros luminiscentes 530, convertir la luz absorbida en calor y transferir el calor a través del intercambiador de calor al fluido de trabajo (por ejemplo, un gas o un líquido, tal como agua, una salmuera o una solución salina, un glicol [por ejemplo, etilenglicol, propilenglicol, glicerol, etc.] o una mezcla de los mismos con agua, una sal fundida, etc.). El fluido de trabajo calentado puede ser transportado por uno o más conductos aislados hasta un recipiente de almacenamiento. El fluido de trabajo calentado puede recuperarse del recipiente de almacenamiento y usarse para calentar el invernadero o generar otra forma de energía (por ejemplo, electricidad) mediante un proceso o un método conocidos.

La luz 515 que no es absorbida por los centros luminiscentes 530, reflejada por la capa inferior o el recubrimiento inferior 540, absorbida por el dispositivo de conversión de energía 550 o emitida a través de la cubierta o la capa superior 520 se transmite a través de la capa inferior o el recubrimiento inferior 540 a plantas o algas (no mostradas en la figura 5). Opcionalmente, cuando el dispositivo de conversión de energía 550 comprende una o más células PV, parte de la luz transmitida puede ser absorbida por un calentador solar (por ejemplo, el calentador solar 730 de la figura 7).

La figura 6 es un diagrama que muestra la o las operaciones de un concentrador solar luminoso 600 a modo de ejemplo de acuerdo con realizaciones de la invención. La luz 610 del sol 615 incide sobre la capa luminiscente 620 del concentrador solar 600. La luz que tiene una primera longitud de onda o color (por ejemplo, luz verde) es absorbida por un material o una sustancia luminiscentes en la capa luminiscente 620, que, a continuación, emite una luz que tiene una segunda longitud de onda o color (por ejemplo, luz roja 625). La luz roja 625 es reflejada por una capa o un recubrimiento inferiores 630 configurados para reflejar selectivamente la luz roja y es recibida por una o más células PV (no mostradas) a lo largo del o de los bordes periféricos del concentrador solar 600. Otras longitudes de onda o colores de luz (por ejemplo, azul, verde, amarillo, violeta, naranja) pasan a través de la capa o el recubrimiento inferiores 630. La luz roja recibida por la o las células PV se convierte en electricidad 640 y, en este ejemplo, se vende a una empresa eléctrica municipal, estatal, regional o privada y pasa a una red eléctrica 645. En una realización, el concentrador solar luminoso 600 puede ser o comprender un panel LUMO disponible en el mercado en Soliculture, Scotts Valley, California.

La figura 8 es un diagrama que muestra una estructura 810 a modo de ejemplo adaptada/configurada para un sistema de cosecha cuádruple 800 de acuerdo con realizaciones de la invención. La estructura 810 puede comprender una casa o un invernadero inteligente que tienen una pluralidad de ventanas 812, 814, 815, 816 y 818, y uno o más paneles colectores solares 820 que tienen una o más células PV a lo largo de la periferia 824 de los mismos o en una capa (por ejemplo, 822) de los mismos. La luz solar 840 irradia los paneles colectores solares 820. La luz verde es capturada por los concentradores solares 820 (por

ejemplo, en una capa fotoluminiscente 830 que comprende una pluralidad de especies fotoluminiscentes 835a-z orientadas al azar o direccionalmente en una matriz configurada para soportar y/u orientar las especies fotoluminiscentes 835a-z) y la luz (por ejemplo, la luz emitida por las especies fotoluminiscentes 835a-z) para generar electricidad es dirigida a las células PV tal como se describe en el presente documento. La capa fotoluminiscente 830 puede comprender una pluralidad de subcapas fotoluminiscentes 832, 834. Al menos la subcapa fotoluminiscente más baja 834 (y, en una realización, cada una de las subcapas fotoluminiscentes) tiene un espejo o un recubrimiento selectores de longitudes de onda en la parte inferior de los mismos, configurados para reflejar la luz emitida por las especies fotoluminiscentes 835a-z hacia la o las células PV. Se utilizan diferentes colores o longitudes de onda de luz (por ejemplo, luz roja y azul) que pasan a través de la capa más baja o la cubierta trasera 826 de los paneles colectores solares 820 (algunas de las cuales pueden haber sido generadas por los paneles colectores solares 820) para la producción de cosechas de invernadero. Además de los ingresos por las cosechas, los ingresos por la producción de electricidad pueden financiar adicionalmente la producción del invernadero, aumentando la resiliencia climática.

La figura 9 es un diagrama de flujo 900 de un método a modo de ejemplo para generar electricidad y simultáneamente cultivar cosechas de acuerdo con realizaciones de la invención. En 910, una primera longitud de onda o banda de longitud de onda predeterminada de radiación solar (por ejemplo, luz verde, violeta o ultravioleta) es absorbida con un material luminiscente (por ejemplo, una ficobiliproteína o un tinte) en un concentrador solar, tal como se describe en el presente documento. A continuación, en 920, el material luminiscente en el

concentrador solar emite una radiación que tiene una segunda longitud de onda predeterminada o en una segunda banda de longitud de onda predeterminada a una o más células fotovoltaicas (PV) de alta tensión a lo largo de uno o más bordes del concentrador solar. Como alternativa, la radiación emitida puede ser recibida por un material o una sustancia configurados para convertir la radiación emitida en calor y transferir el calor a un medio de almacenamiento de calor (por ejemplo, el fluido de trabajo descrito en el presente documento). En algunas realizaciones, el método puede comprender, además, reflejar o dirigir de otro modo al menos parte de la radiación emitida a las células PV o al material o la sustancia absorbentes de radiación.

La segunda longitud de onda o banda de longitud de onda predeterminada de radiación es, en general, más larga que la primera longitud de onda o banda de longitud de onda predeterminada de radiación. Por ejemplo, cuando el material luminiscente absorbe luz ultravioleta, el material luminiscente puede emitir luz en cualquier banda o tener cualquier longitud de onda en el espectro visible. Cuando el material luminiscente absorbe luz violeta, el material luminiscente puede emitir una luz que tiene una longitud de onda más larga o un color diferente (por ejemplo, luz verde). De manera similar, cuando el material luminiscente absorbe luz verde, puede emitir luz en una banda de longitud de onda más larga o tener una longitud de onda más larga (por ejemplo, luz roja).

En paralelo con 920-930, una o más longitudes de onda o bandas de longitud de onda de radiación solar adicionales pueden pasar a través del concentrador solar en 940, tal como se describe en el presente documento. Las longitudes de onda o bandas de longitud de onda de radiación solar adicionales pueden tener múltiples usos. Por ejemplo, en 950, las células PV de baja tensión

debajo del concentrador solar pueden irradiarse con la o las longitudes de onda o bandas de longitud de onda de radiación solar adicionales. Por ejemplo, las células PV de baja tensión pueden configurarse para absorber y convertir luz amarilla y/o naranja en electricidad en 960. Como alternativa, un calentador solar (por ejemplo, como se describe en el presente documento) debajo del concentrador solar puede ser irradiado con la o las longitudes de onda o bandas de longitud de onda de radiación solar adicionales. El calentador solar puede usarse en un proceso de desalinización de salmuera o agua salada, tal como se describe en el presente documento. En 955, las plantas y/o las algas debajo del concentrador solar pueden ser irradiadas con diferentes longitudes de onda y/o bandas de longitud de onda de radiación solar (por ejemplo, luz roja y/o azul), como se describe en el presente documento.

En 965, se determina si las plantas o las algas están listas para recolectarse. Normalmente, un agricultor o un científico de cosechas determinan si las plantas están listas para recolectarse, y un técnico, un biólogo o un fisiólogo determinan si las algas están listas para recolectarse. Puede haber uno o más criterios estándar para tales determinaciones. Por ejemplo, las plantas pueden tener cierto tamaño mínimo o dar frutos u otras cosechas que tengan cierto tamaño mínimo o color. Las algas pueden producir una cierta concentración mínima de una sustancia o un compuesto deseados.

Cuando el criterio o los criterios de recolección se cumplen o se toma la determinación de recolectar de uno u otro modo (por ejemplo, ha transcurrido un cierto período de tiempo desde que se inició el cultivo de las plantas o las algas), las plantas o las algas se recolectan en 970 y se inicia una nueva cosecha de plantas o algas (por ejemplo, se plantan o colocan en tanques y/o sobre soportes

debajo del o de los colectores solares) en 980. Normalmente, a lo largo de un año (por ejemplo, un período de 12 meses naturales consecutivos) tendrán lugar un mínimo de dos o tres ciclos de cultivo y recolección de plantas/algas de principio a fin.

5           En paralelo con la irradiación de las plantas o las algas en 955, la recolección de las plantas o las algas en 970 y el comienzo de una nueva cosecha en 980, la electricidad generada en 930 y 960 puede usarse para hacer funcionar equipos eléctricos en el invernadero en 990. Por ejemplo, una o más bombas de agua, inyectores de fertilizante, controladores, temporizadores,  
10   luces, cámaras, etc., en el invernadero pueden hacerse funcionar usando la electricidad generada en 930 y 960. Como alternativa o de manera adicional, cuando el método 900 incluye la desalinización de salmuera o de agua salada, el agua dulce producida por el método también puede usarse en el invernadero para regar las cosechas (por ejemplo, en 955). En otras alternativas, la  
15   electricidad y/o el agua dulce pueden venderse (por ejemplo, a un proveedor de electricidad o agua municipal, estatal, regional o privado).

Las descripciones anteriores de realizaciones específicas de la presente invención se han presentado con fines ilustrativos y descriptivos. No pretenden ser exhaustivas ni limitar la invención a las formas precisas desveladas y,  
20   evidentemente, son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de la enseñanza anterior. Las realizaciones se eligieron y describieron con el fin de explicar mejor los principios de la invención y su aplicación práctica, permitiendo de este modo que otros expertos en la materia utilicen mejor la invención y diversas realizaciones con diversas modificaciones que sean adecuadas para el  
25   uso específico contemplado. Se pretende que el alcance de la invención se

defina mediante las reivindicaciones adjuntas a la misma y sus equivalentes.

## REIVINDICACIONES

1. Una estructura para cultivar plantas y/o algas y para capturar energía solar, estando la estructura caracterizada por que comprende:
- 5 a) una estructura que tiene al menos un techo y, opcionalmente, una o más paredes;
- b) un concentrador de energía solar en al menos parte de la estructura, absorbiendo o recogiendo el concentrador de energía solar al menos una primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz y permitiendo  
10 que pase a través suyo al menos una segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz diferente de la primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz, comprendiendo el concentrador de energía solar uno o más fluoróforos seleccionados de entre ficobiliproteínas, fucoxantinas y moléculas y materiales luminiscentes en el mismo o sobre el mismo;
- 15 c) un dispositivo de conversión de energía adyacente a al menos un borde periférico del concentrador de energía solar, estando el dispositivo de conversión de energía configurado para recibir y convertir en energía eléctrica o térmica la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar; y
- d) uno o más soportes o superficies configurados para permitir que las plantas  
20 y/o las algas reciban la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.
2. La estructura de la reivindicación 1, caracterizada por que dicho dispositivo de conversión de energía comprende una pluralidad de células  
25 fotovoltaicas (PV) configuradas para recibir la luz emitida o recogida por el

concentrador de energía solar.

3. La estructura de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada por que el  
concentrador de energía solar absorbe la primera longitud de onda o banda de  
5 longitud de onda de luz y emite una tercera longitud de onda o banda de longitud  
de onda de luz que tiene una longitud de onda más larga que la primera longitud  
de onda o banda de longitud de onda de luz.

4. La estructura de la reivindicación 3, caracterizada por que el dispositivo  
10 de conversión de energía recibe la luz emitida por el concentrador de energía  
solar y convierte la luz recibida en energía eléctrica.

5. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada  
por que el concentrador de energía solar cubre sustancialmente el techo.  
15

6. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende  
las una o más paredes, caracterizada por que el concentrador de energía solar  
también está sobre o en al menos una de las una o más paredes.

20 7. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada  
por que el concentrador de energía solar tiene una superficie principal orientada  
hacia el techo.

8. La estructura de la reivindicación 7, caracterizada por que el dispositivo  
25 de conversión de energía rodea sustancialmente todos los bordes periféricos del

concentrador de energía solar.

9. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, caracterizada por que la tercera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz es  
5 diferente de la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

10. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que los uno o más soportes o superficies están configurados para permitir que las algas reciban la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda  
10 de luz.

11. La estructura de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada por que los uno o más soportes o superficies están configurados para soportar uno o más tanques de agua, estando los uno o más tanques de agua configurados para  
15 cultivar plantas fotosintéticas en agua.

12. La estructura de la reivindicación 11, caracterizada por que las plantas realizan la fotosíntesis usando el fotosistema II (PS2) u oxidorreductasa agua-plastoquinona.  
20

13. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada por que los uno o más soportes o superficies comprenden una pluralidad de soportes o superficies que, tomados en conjunto, permiten que las plantas y/o las algas reciban al menos una porción de iluminación directa en la segunda  
25 longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

14. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizada por que el concentrador de energía solar está configurado para absorber luz verde y permitir que al menos pase luz roja a través de los uno o más soportes  
5 o superficies.

15. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizada por que el concentrador de energía solar está configurado para absorber luz azul y emitir luz verde, el dispositivo de conversión de energía recibe y convierte la  
10 luz verde en energía eléctrica, y los uno o más soportes o superficies están configurados para recibir las luces amarilla y roja que pasan a través del concentrador de energía solar.

16. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 5 a 15, estando la  
15 estructura caracterizada por que comprende además un dispositivo o sistema de almacenamiento y recuperación de energía configurado para almacenar y proporcionar la energía térmica convertida por el dispositivo de conversión de energía, y un mecanismo para calentar y/o enfriar la estructura usando la energía térmica proporcionada por el dispositivo o sistema de almacenamiento y  
20 recuperación de energía.

17. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, estando la estructura caracterizada por que comprende además una batería configurada para almacenar y proporcionar la energía eléctrica convertida por el dispositivo  
25 de conversión de energía.

18. La estructura de la reivindicación 17, estando la estructura caracterizada por que comprende además al menos una bomba de agua configurada para recibir energía eléctrica de la estructura y proporcionar agua a las plantas y/o las  
5 algas en los uno o más soportes o superficies.

19. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizada por que dichos uno o más fluoróforos comprenden uno o más fluoróforos orgánicos.  
10

20. La estructura de la reivindicación 19, caracterizada por que dichos uno o más fluoróforos orgánicos están integrados en una matriz polimérica.

21. La estructura de la reivindicación 20, caracterizada por que dichos uno o  
15 más fluoróforos orgánicos son estables a la radiación UV y/o térmicamente tolerantes.

22. La estructura de la reivindicación 21, caracterizada por que dichos uno o más fluoróforos orgánicos son tolerantes a una temperatura de hasta 40 °C,  
20 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 90 °C, 100 °C o más.

23. La estructura de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, estando dicha estructura caracterizada por que está configurada para una cosecha doble o mayor.  
25

24. La estructura de la reivindicación 23, estando dicha estructura caracterizada por que comprende además un desalinizador de agua.

25. La estructura de la reivindicación 23, estando dicha estructura  
5 caracterizada por que comprende además un refrigerador por vía húmeda.

26. La estructura de la reivindicación 24, estando dicha estructura caracterizada por que comprende además uno o más conductos y uno o más tanques o recipientes de agua dulce en comunicación de fluidos con dichos uno  
10 o más conductos, estando dichos uno o más tanques o recipientes de agua dulce configurados para almacenar agua desalinizada.

27. La estructura de la reivindicación 26, caracterizada por que dicho desalinizador de agua comprende un evaporador configurado para evaporar  
15 agua dulce de una solución salina o una salmuera, y dicha estructura comprende además un condensador configurado para condensar dicha agua dulce del evaporador.

28. La estructura de la reivindicación 27, caracterizada por que dicho  
20 condensador comprende un conducto o un recipiente que incluyen o están en comunicación con una fuente de agua fría, y dicha estructura está configurada además para regar dichas plantas y/o algas con el agua dulce condensada.

29. La estructura de una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22, que  
25 comprende además una molécula aglutinante que retiene o aglutina el fluoróforo

y aumenta la estabilidad térmica del fluoróforo en un intervalo de temperatura más amplio que el del fluoróforo sin la molécula aglutinante.

30. La estructura de una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 22 y 29, que  
5 comprende además un material fotoabsorbente que protege el fluoróforo y aumenta la estabilidad molecular del fluoróforo en un entorno que contiene luces ultravioleta o azul.

31. Un método para cultivar plantas y/o algas y para capturar energía solar,  
10 estando el método caracterizado por que comprende:

a) absorber o recoger al menos una primera longitud de onda o banda de longitud  
de onda de luz usando un concentrador de energía solar en al menos parte  
de una estructura, teniendo la estructura al menos un techo y, opcionalmente,  
una o más paredes, comprendiendo el concentrador de energía solar uno o  
15 más absorbentes o fluoróforos seleccionados de entre ficobiliproteínas, fucoxantinas y moléculas y materiales luminiscentes en el mismo o sobre el mismo;

b) permitir que al menos una segunda longitud de onda o banda de longitud de  
onda de luz diferente de la primera longitud de onda o banda de longitud de  
20 onda de luz pase a través del concentrador de energía solar;

c) recibir la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar en un  
dispositivo de conversión de energía adyacente a al menos un borde periférico  
del concentrador de energía solar;

d) convertir la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar en  
25 energía eléctrica o térmica usando el dispositivo de conversión de energía; e

e) irradiar plantas y/o algas en uno o más soportes o superficies en el recinto con la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

32. El método de la reivindicación 31, caracterizado por que dicho dispositivo de conversión de energía comprende una pluralidad de células fotovoltaicas (PV) configuradas para recibir la luz emitida o recogida por el concentrador de energía solar.

33. El método de las reivindicaciones 31 o 32, estando el método caracterizado por que comprende además absorber la primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz con el concentrador de energía solar y emitir una tercera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz que tenga una longitud de onda más larga que la primera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz del concentrador de energía solar.

15

34. El método de la reivindicación 33, estando el método caracterizado por que comprende recibir la luz emitida por el concentrador de energía solar en el dispositivo de conversión de energía y convertir la luz recibida en energía eléctrica usando el dispositivo de conversión de energía.

20

35. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 34, caracterizado por que el concentrador de energía solar cubre sustancialmente el techo del recinto.

36. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 35, en el que la estructura incluye las una o más paredes, caracterizado por que el concentrador

25

de energía solar también está sobre o en al menos una de las una o más paredes.

37. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 36, caracterizado por  
5 que el concentrador de energía solar tiene una superficie principal orientada hacia el techo.

38. El método de la reivindicación 37, caracterizado por que el dispositivo de  
10 conversión de energía rodea sustancialmente todos los bordes periféricos del concentrador de energía solar.

39. El método de cualquiera de las reivindicaciones 33 a 38, caracterizado por  
15 que la tercera longitud de onda o banda de longitud de onda de luz es diferente de la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

40. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 39, caracterizado por  
20 que las algas reciben la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz, y los uno o más soportes o superficies están configurados para permitir que las algas reciban la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

41. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 39, caracterizado por  
25 que los uno o más soportes o superficies están configurados para soportar uno o más tanques de agua, y el método comprende además cultivar plantas fotosintéticas en agua en los uno o más tanques de agua.

42. El método de la reivindicación 41, caracterizado por que las plantas realizan la fotosíntesis usando el fotosistema II (PS2) u oxidorreductasa agua-plastoquinona.

5

43. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 42, caracterizado por que los uno o más soportes o superficies comprenden una pluralidad de soportes o superficies que, tomados en conjunto, permiten que las plantas y/o las algas reciban al mismo tiempo la segunda longitud de onda o banda de longitud de onda de luz.

10

44. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 43, estando el método caracterizado por que comprende absorber luz verde en el concentrador de energía solar y permitir que al menos pase luz roja a través de los uno o más soportes o superficies.

15

45. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 43, estando el método caracterizado por que comprende absorber luz azul en el concentrador de energía solar y emitir luz verde desde el concentrador de energía solar, recibir y convertir la luz verde en energía eléctrica en el dispositivo de conversión de energía, y recibir las luces amarilla y roja que pasan a través del concentrador de energía solar en las plantas y/o las algas en los uno o más soportes o superficies.

20

25 46. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 y 35 a 45, estando el

método caracterizado por que comprende además almacenar la energía térmica convertida por el dispositivo de conversión de energía en un dispositivo o sistema de almacenamiento y recuperación de energía, recuperar la energía térmica del dispositivo o sistema de almacenamiento y recuperación de energía, y calentar  
5 y/o enfriar el recinto (o una parte del mismo) usando la energía térmica del dispositivo o sistema de almacenamiento y recuperación de energía.

47. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 45, estando el método caracterizado por que comprende además almacenar en una batería la  
10 energía eléctrica convertida por el dispositivo de conversión de energía y proporcionar la energía eléctrica de la batería a un dispositivo eléctrico o un medio de transmisión en el recinto o fuera del recinto.

48. El método de la reivindicación 47, estando el método caracterizado por  
15 que comprende además proporcionar agua a las plantas y/o las algas en los uno o más soportes o superficies usando al menos una bomba de agua configurada para recibir la energía eléctrica de la batería.

49. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 48, caracterizado por  
20 que dicho(s) absorbente(s) o fluoróforo(s) comprende(n) una o más ficobiliproteínas.

50. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 48, caracterizado por  
25 que dicho(s) absorbente(s) o fluoróforo(s) comprende(n) uno o más fluoróforos orgánicos.

51. El método de la reivindicación 50, caracterizado por que dichos uno o más fluoróforos orgánicos están integrados en una matriz polimérica.

5 52. El método de la reivindicación 51, caracterizado por que dichos uno o más fluoróforos orgánicos son estables a la radiación UV y/o térmicamente tolerantes.

53. El método de la reivindicación 52, caracterizado por que, durante dicho método, una temperatura de dicho concentrador de energía solar y/o dicha matriz  
10 polimérica es de hasta 40 °C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C, 100 °C o más.

54. El método de cualquiera de las reivindicaciones 31 a 53, estando dicho método caracterizado por que comprende además cultivar una primera cosecha en una primera temporada de cultivo, y cultivar al menos una segunda cosecha  
15 en una segunda temporada de cultivo, produciéndose la totalidad de dichas temporadas de cultivo primera y segunda dentro de un período de tiempo de doce meses consecutivos.

55. El método de la reivindicación 54, estando dicho método caracterizado por  
20 que comprende además cultivar una tercera cosecha en una tercera temporada de cultivo, produciéndose la totalidad de dichas temporadas de cultivo primera, segunda y tercera dentro de los doce meses consecutivos.

56. El método de las reivindicaciones 54 o 55, estando dicho método  
25 caracterizado por que comprende además desalinizar una solución salina o una

salmuera usando un desalinizador de agua.

57. El método de la reivindicación 56, estando dicho método caracterizado por que comprende además transportar agua dulce desde dicho desalinizador de  
5 agua a dichas plantas y/o algas o almacenar dicha agua dulce de dicho desalinizador de agua en uno o más tanques o recipientes de agua dulce.

58. El método de la reivindicación 57, estando dicho método caracterizado por que comprende además evaporar dicha agua dulce procedente de dicha solución  
10 salina o dicha salmuera en un evaporador en dicho desalinizador de agua, y condensar dicha agua dulce del evaporador en un condensador.

59. El método de la reivindicación 58, estando dicho método caracterizado por que comprende además enfriar dicho condensador usando una fuente de agua  
15 fría, y regar dichas plantas y/o algas con el agua dulce condensada.

60. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 50 a 52, en el que el fluoróforo se aglutina o se mantiene asociado a una molécula aglutinante que  
20 aumenta la estabilidad térmica del fluoróforo en un intervalo de temperatura más amplio que el del fluoróforo sin la molécula aglutinante.

61. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 50 a 52 y 60, que comprende además proteger el fluoróforo con una capa de bloqueo ultravioleta  
25 con el fin de aumentar la estabilidad molecular del fluoróforo en un entorno que contiene luz ultravioleta.

FIG. 1

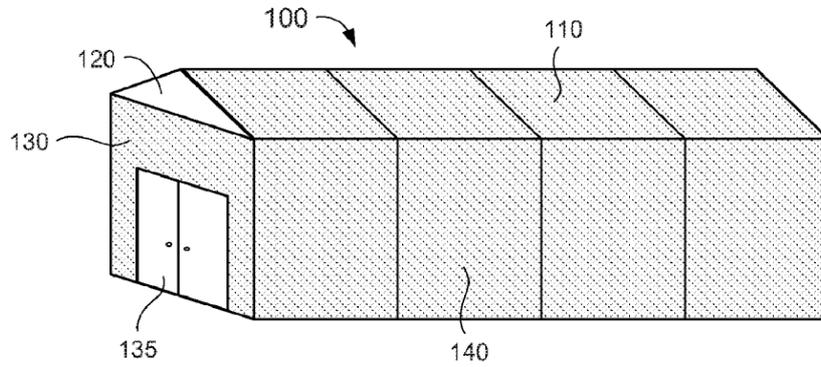


FIG. 2A

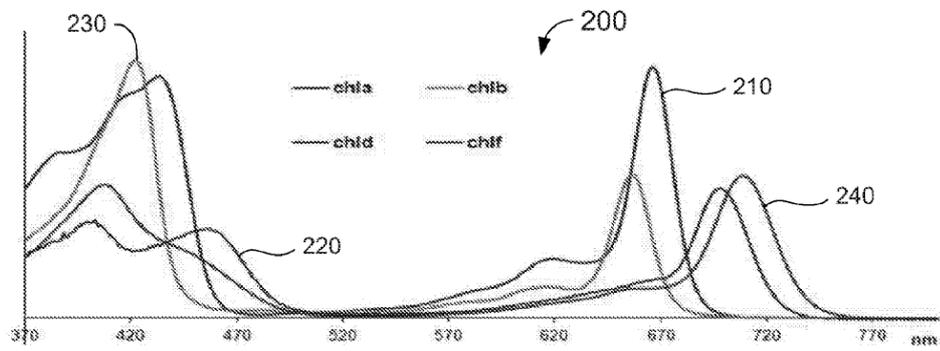


FIG. 2B

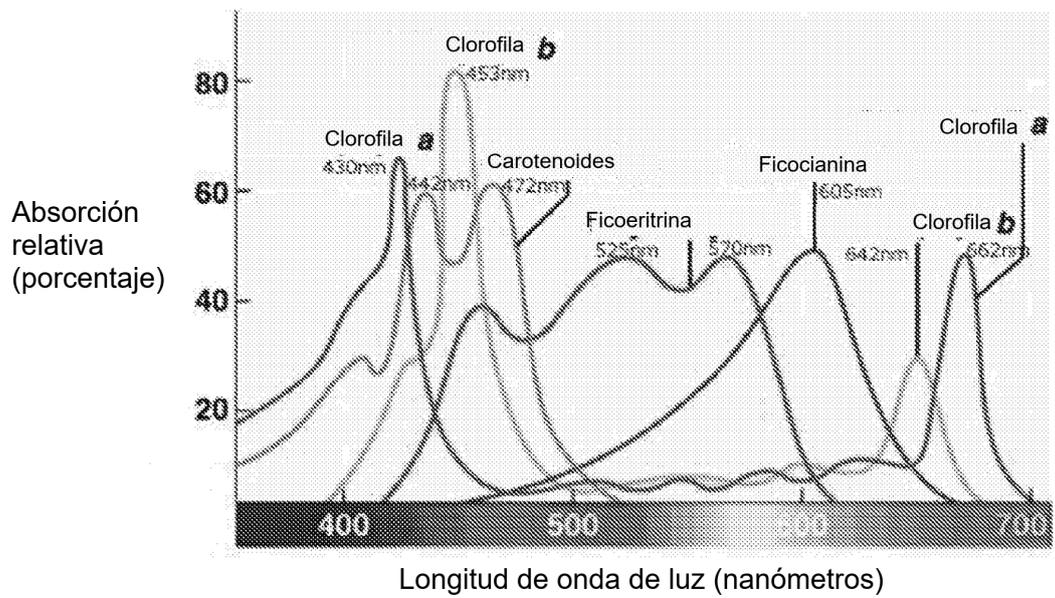


FIG. 3

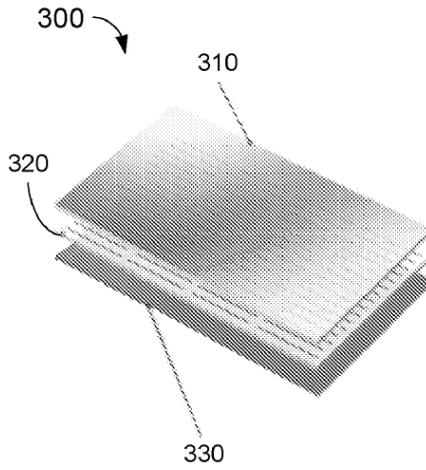


FIG. 4A

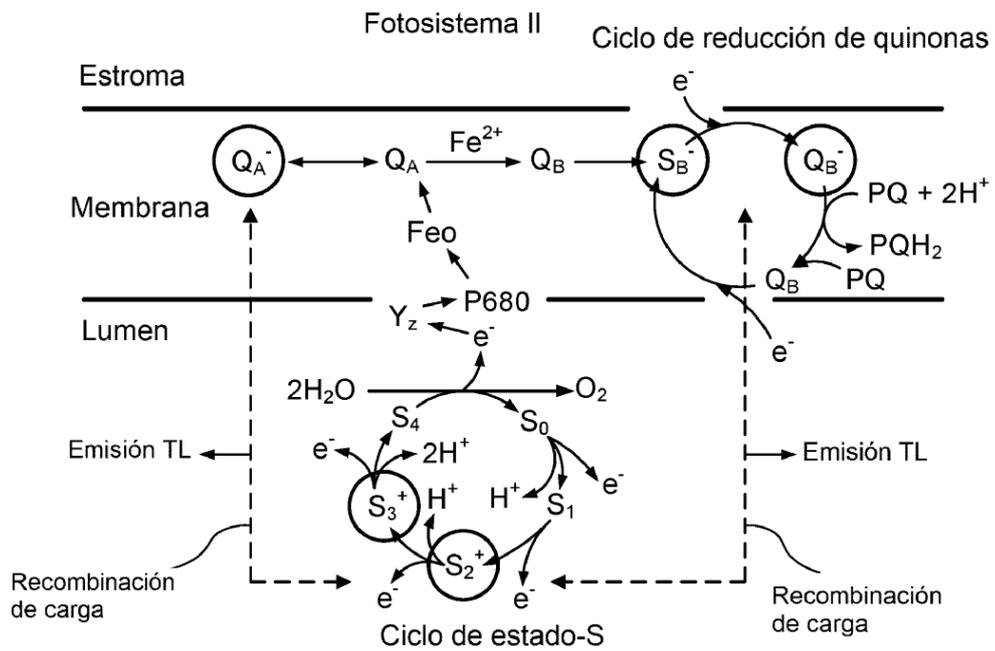


FIG. 4B

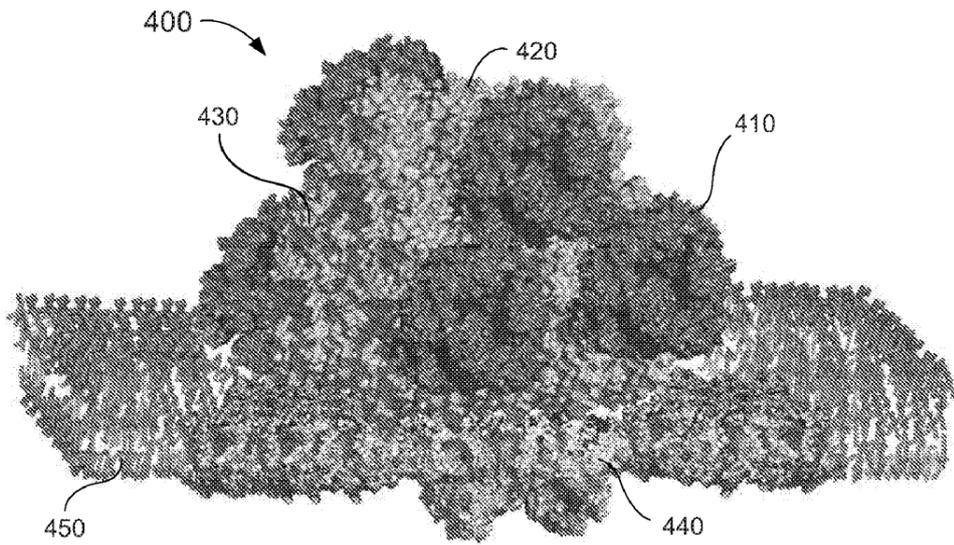


FIG. 5

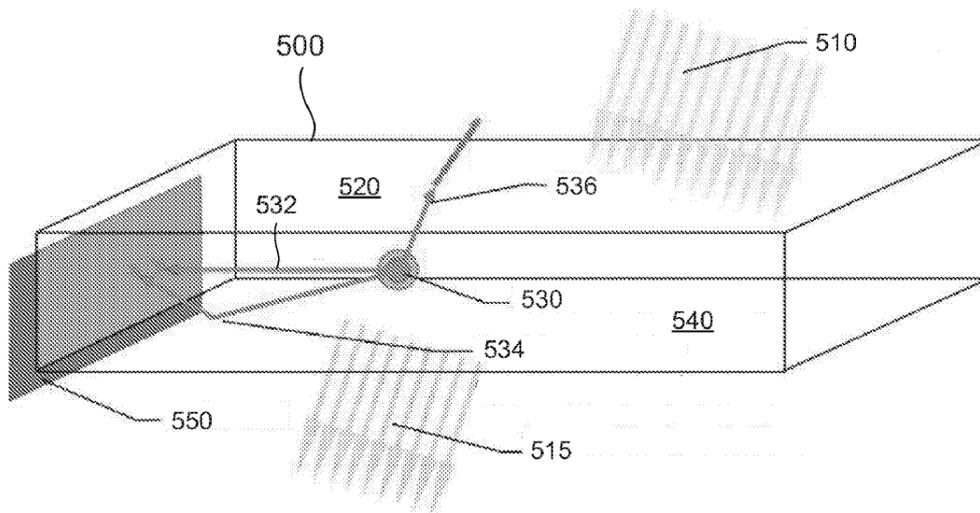


FIG. 6

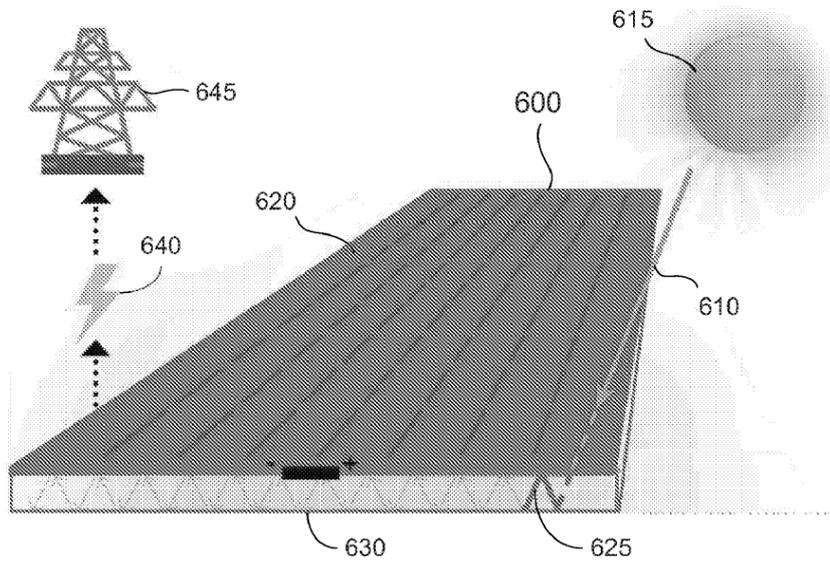


FIG. 8

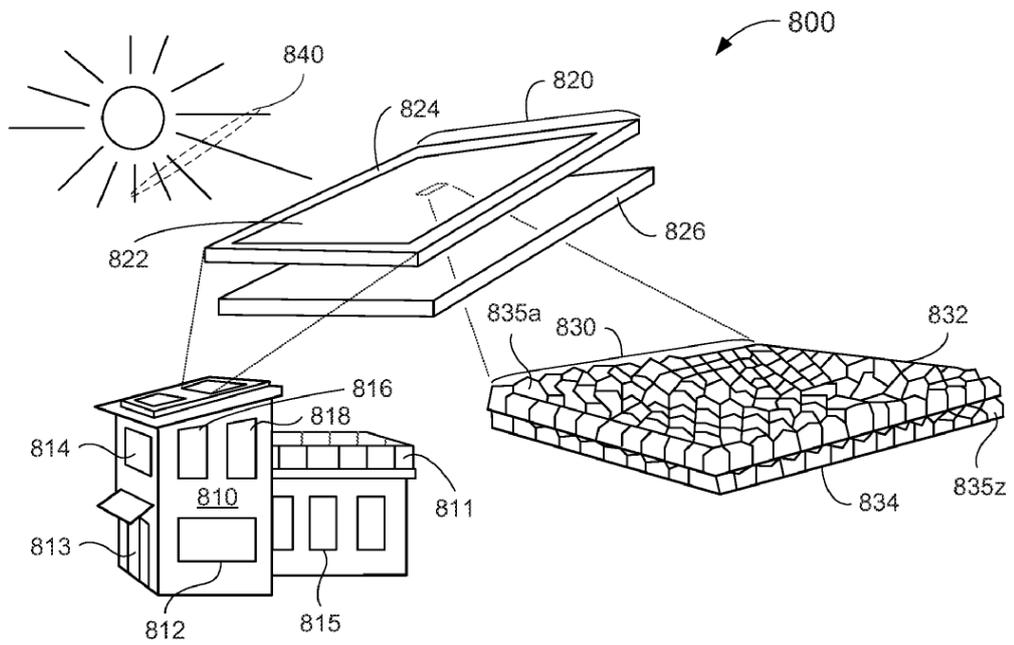


FIG. 7

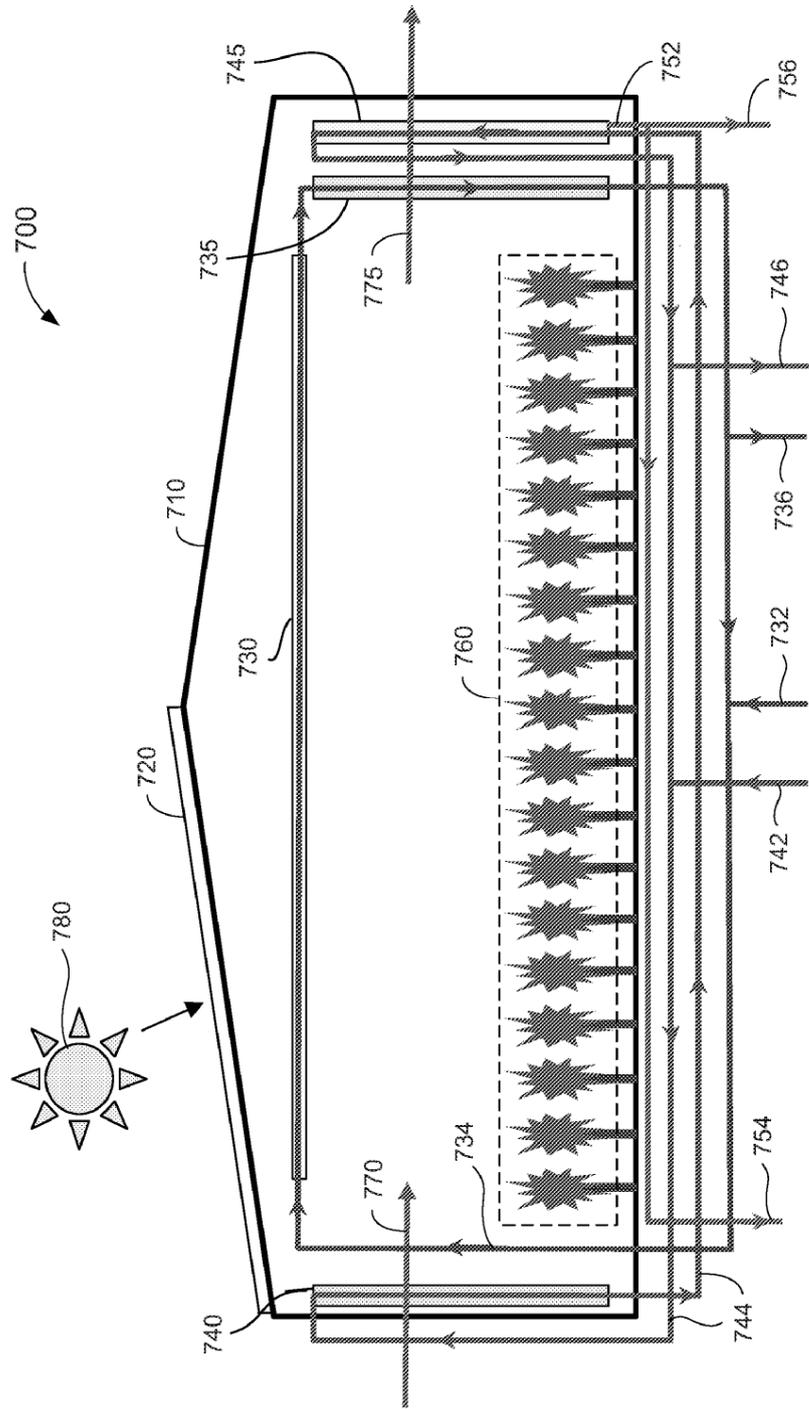


FIG. 9

