



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 336**

51 Int. Cl.:  
**H01L 31/04** (2006.01)  
**H01L 31/052** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08755466 .3**  
96 Fecha de presentación : **14.05.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2147467**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.01.2010**

54 Título: **Sistemas y métodos de conversión de energía luminosa.**

30 Prioridad: **17.05.2007 IT AQ07A0009**  
**01.05.2008 US 113788**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.07.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.07.2011**

73 Titular/es: **SOLERGY, Inc.**  
**333 Scenic Avenue**  
**Piedmont, California 94611, US**

72 Inventor/es: **Banin, Yoav;**  
**D'Ovidio, Gino y**  
**Lanzara, Giovanni**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 362 336 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**

Sistemas y métodos de conversión de energía luminosa.

**5 Antecedentes de la invención**

La invención se refiere, generalmente, a sistemas de conversión de energía luminosa y, más particularmente, a sistemas de conversión de energía luminosa que tienen módulos de concentración de la luz que transforman la energía luminosa en energía eléctrica y/o térmica.

Existen hoy en día sistemas de concentración de la luz (por ejemplo, colectores de concentración solares) para generar electricidad con una célula fotovoltaica (PV-“photovoltaic”). Hay en la actualidad sistemas de concentración de luz independientes para captar energía térmica por medio de la transferencia de calor a un fluido de trabajo. En ambos tipos de sistemas, una parte sustancial de la energía disponible procedente del sol no es captada y, por tanto, no se aprovecha. Por ejemplo, en el caso de colectores que generan únicamente electricidad, una cantidad sustancial de energía térmica se disipa hacia el entorno. Si se captasen y aplicasen estas pérdidas de calor, sería posible aumentar la eficiencia o rendimiento global de conversión de la energía lumínica del sistema, incrementar la producción de energía por metro cuadrado del sistema instalado, y hacer posibles aplicaciones tales como el calentamiento de agua para la obtención de agua caliente, el caldeo de espacios, calentamiento para procesos industriales, así como aire acondicionado, además de generación de electricidad.

Hay al menos algunos sistemas de cogeneración conocidos que generan energía tanto eléctrica como térmica. Sin embargo, se han venido dando muestras limitadas de sistemas de concentración de luz que generan tanto electricidad como energía térmica basándose en una pluralidad de módulos de concentración de luz. En general, estos sistemas se ven limitados tanto en la cantidad como en la calidad de la energía térmica que se puede obtener. Por otra parte, el desafío fundamental sigue siendo mantener la célula PV fría mientras se genera energía eléctrica, y, con todo, seguir extrayendo suficiente energía térmica en un intervalo lo suficientemente amplio de temperaturas como para hacer posibles diversas aplicaciones.

Existe, por tanto, la necesidad de sistemas y métodos de conversión de energía luminosa para cogeneración que funcionen con rendimientos de conversión PV suficientes, a la vez que proporcionan también una captación y conservación de la energía térmica eficaz.

El documento US-A-6.080.927 divulga las características expuestas en la parte del preámbulo de las reivindicaciones independientes. En el documento US-A-4.768.345 se divulga un mecanismo alternativo para generar energía térmica continua a partir de una fuente de energía periódicamente activa.

**Breve descripción de la invención**

De acuerdo con la presente invención, un sistema de conversión de energía luminosa para generar energía eléctrica y térmica, y un método para fabricar un sistema de conversión de energía luminosa destinado a generar energía eléctrica y térmica, se caracterizan por las características establecidas en las partes caracterizadoras de las reivindicaciones independientes.

En una realización, se proporciona un sistema de conversión de energía luminosa (LEC-“light energy conversion”) para generar energía eléctrica y térmica. El sistema incluye un circuito de fluido que tiene un fluido de trabajo que fluye a su través, así como una pluralidad de módulos de concentración de luz (LC-“light concentrating”), destinados a convertir energía luminosa en energía eléctrica y a transformar la energía luminosa en energía térmica. Los módulos de LC incluyen un primer módulo de LC, conectado en serie con un segundo módulo de LC a lo largo del circuito de fluido. El fluido de trabajo absorbe energía térmica mientras fluye a través de los primer y segundo módulos de LC, de tal manera que la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo se incrementa a medida que el fluido de trabajo fluye a través del segundo módulo de LC. Al menos el primer módulo de LC incluye un elemento óptico lumínico que se ha configurado para dirigir la energía luminosa hacia una región focal, y un receptor que se mantiene en la región focal. El receptor incluye un alojamiento que tiene una cámara que contiene un miembro de conversión de energía. El miembro de conversión de energía transforma la energía luminosa recibida desde el elemento óptico en energía eléctrica y térmica.

Opcionalmente, el miembro de conversión de energía incluye una célula fotovoltaica (PV-“photovoltaic”) para la generación de energía. El fluido de trabajo puede absorber la energía térmica generada en tomo a la célula PV. Asimismo, el primer módulo de LC puede ser de un primer tipo de módulo de LC y el segundo módulo de LC puede ser de un segundo tipo de módulo de LC. El segundo módulo de LC puede contener un miembro de conversión de energía que convierte la energía luminosa únicamente en energía térmica.

En otra realización se proporciona un método para fabricar un sistema de LEC destinado a generar energía eléctrica y térmica. El método incluye acoplar o conectar un primer módulo de LC a un circuito de fluido. El primer módulo de LC incluye un elemento óptico de concentración de luz que se ha configurado para dirigir la energía luminosa hacia una región focal, y un receptor que se mantiene en la región focal. El receptor incluye un alojamiento que tiene una cámara que alberga un miembro de conversión de energía. El miembro de conversión de energía transforma la energía

## ES 2 362 336 T3

luminosa recibida desde el elemento óptico en energía eléctrica y térmica. El método también incluye conectar un segundo módulo de LC al circuito de fluido, en serie con el primer módulo de LC. El circuito de fluido tiene un fluido de trabajo que fluye a su través, de tal manera que el fluido de trabajo absorbe energía térmica al tiempo que fluye a través de los primer y segundo módulos de LC. La cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo se incrementa a medida que el fluido de trabajo fluye a través del segundo módulo de LC.

Opcionalmente, el fluido de trabajo puede fluir en su totalidad a través del primer módulo de LC y, a continuación, a través del segundo módulo de LC. También, la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo que sale del segundo módulo de LC puede ser mayor que la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo que sale del primer módulo de LC.

En otra realización se proporciona un sistema de LEC para generar energía eléctrica y térmica. El sistema incluye un circuito de fluido que tiene un fluido de trabajo que fluye a su través y una pluralidad de conjuntos geoméricamente ordenados de módulos de LC que están conectados al circuito de fluido. Cada conjunto geoméricamente ordenado incluye un primer módulo de LC y un segundo módulo de LC, que están conectados en serie a lo largo del circuito de fluido de manera tal, que el fluido de trabajo absorbe energía térmica al tiempo que fluye a través de los primer y segundo módulos de LC. El primer módulo de LC está asociado con una primera temperatura de funcionamiento y el segundo módulo de LC está asociado con una segunda temperatura de funcionamiento. El sistema también incluye un circuito eléctrico para transportar una corriente eléctrica a su través. Los primeros módulos de LC están conectados eléctricamente entre sí en una primera serie, a lo largo del circuito eléctrico, y los segundos módulos de LC están conectados eléctricamente entre sí en una segunda serie, a lo largo del circuito eléctrico.

Opcionalmente, los primeros módulos de LC pueden estar configurados para funcionar en una salida de corriente de funcionamiento común unos con respecto a otros, y los segundos módulos de LC pueden estar configurados para funcionar en una salida de corriente de funcionamiento común unos con respecto a otros. También, los primeros módulos de LC y los segundos módulos de LC pueden ser de un mismo tipo de módulo de LC.

En aún otra realización, se proporciona un método para la fabricación de un sistema de LC destinado a generar energía eléctrica y térmica. El método incluye proporcionar una pluralidad de módulos de LC que se han configurado para convertir la energía luminosa en energía eléctrica y para transformar la energía luminosa en energía térmica. Cada módulo de LC incluye al menos una célula fotovoltaica (PV) que tiene una salida de corriente de funcionamiento predeterminada. El método también incluye acoplar o conectar el módulo de LC a un circuito eléctrico y acoplar o conectar los módulos de LC a lo largo de un circuito de fluido de tal modo que un fluido de trabajo que fluye a través del circuito de fluido, absorbe energía térmica contenida en los módulos de LC. Los módulos de LC están situados a lo largo del circuito de fluido de manera tal, que los módulos de LC que contienen células PV que tienen una salida de corriente de funcionamiento más alta, se encuentran ubicados aguas arriba con respecto a los módulos de LC que contienen células PV que tienen una salida de corriente de funcionamiento más baja.

Opcionalmente, el método puede incluir, de manera adicional, el acoplamiento de los módulos de LC a una estructura de montaje. La estructura de montaje puede haberse configurado para alinear los módulos de LC con una fuente de luz.

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de conversión de energía luminosa (LEC-“light energy conversión”) formado de acuerdo con una realización.

La Figura 2A es una vista en perspectiva de un tipo de módulo de concentración de luz (LC-“light concentrating”) que puede utilizarse con el sistema mostrado en la Figura 1.

La Figura 2B es una vista en perspectiva de otro tipo de módulo de LC que puede ser utilizado con el sistema que se muestra en la Figura 1.

La Figura 2C es una vista en corte transversal de otro tipo de módulo de LC que se puede utilizar con el sistema mostrado en la Figura 1.

La Figura 3A es una vista en perspectiva de otro tipo de módulo de LC que se puede emplear con el sistema que se muestra en la Figura 1.

La Figura 3B es una vista en perspectiva de otro tipo de módulo de LC que puede utilizarse con el sistema mostrado en la Figura 1.

La Figura 4A es una vista en corte transversal de un receptor que puede utilizarse con los módulos de LC que se han mostrado en las Figuras 2A-2C.

La Figura 4B es una vista en corte transversal de otro receptor que puede ser utilizado con los módulos de LC que se muestran en las Figuras 2A-2C.

## ES 2 362 336 T3

La Figura 5 es una ilustración esquemática de un sistema de LEC que puede formarse de conformidad con otra realización.

La Figura 6 es una ilustración esquemática de un sistema de LEC que puede formarse de acuerdo con una realización alternativa.

La Figura 7 es una ilustración esquemática de un sistema de LEC que se puede formar de acuerdo con otra realización.

La Figura 8 es una ilustración esquemática de un sistema de LEC que se puede formar de acuerdo con otra realización.

La Figura 9 es una vista en perspectiva de un sistema de LEC formado de conformidad con una realización que monta en una estructura de seguimiento.

La Figura 10 es una vista lateral del sistema de LEC que se muestra en la Figura 9, montado en la estructura de seguimiento.

### Descripción detallada de la invención

Como se explicará con mayor detalle más adelante, unos módulos de concentración de luz (LC-“light concentrating”) (o concentradores de luz, o colectores de luz) incluyen superficies reflectantes y/o elementos ópticos refractivos que están configurados para concentrar la energía luminosa dentro, o cerca, de una región predeterminada en la que la energía de la luz puede ser convertida en electricidad y/o puede ser utilizada para calentar un fluido de trabajo. Tal como se utiliza aquí, el término “luz” o la expresión “energía luminosa” no están limitados a luz visible o luz solar, sino que, antes bien, abarcan un amplio intervalo de longitudes de onda, así como radiación electromagnética de todas las longitudes de onda. Tal como se utiliza aquí, la expresión “fluido de trabajo” se refiere a cualquier fluido o gas que se utilice para absorber y transferir energía térmica. Tal y como se utiliza aquí, la expresión “elemento óptico” quiere decir cualquier material o aparato que afecte a la propagación de la luz. Un elemento óptico puede haberse configurado para reflejar la energía luminosa o para refractar la energía luminosa, o para ambas posibilidades. Un elemento óptico “no formador de imágenes”, tal y como se utiliza aquí, es un elemento óptico que no enfoca necesariamente los rayos luminosos hasta el punto de reproducir la imagen de la luz reflejada por la superficie dentro de una región predeterminada o sobre un miembro de conversión de energía. Tal y como se utiliza aquí, la expresión “región focal” no está limitada a un punto focal o línea focal, sino que puede incluir la región en la que los rayos de luz reflejados por una superficie son sustancialmente concentrados. Una región focal incluye una región focal de punto, o puntual, o una región focal de línea, o lineal.

Por otra parte, tal y como se expondrá más adelante, realizaciones aquí descritas incluyen módulos de LC que pueden ser conectados en serie eléctricamente y/o en comunicación de fluido. Tal y como se utiliza aquí, cuando los módulos de LC están conectados en serie en comunicación de fluido, todo el flujo o volumen del fluido de trabajo F fluye a través de, o fluye parcialmente en torno a, cada módulo de LC subsiguiente dispuesto en la serie, sin ramificarse para fluir a través de otro módulo de LC. A modo de ejemplo, en algunas realizaciones, una primera parte del fluido de trabajo F puede ser desviada o derivada al interior del módulo de LC, de manera que la primera parte es calentada por el fluido de trabajo. Una segunda parte puede ser dirigida alrededor (es decir, de tal manera que la segunda parte no fluye a través del módulo de LC ni de ningún otro módulo de LC) y reunirse o hacerse confluir con la primera parte después de que la primera haya sido calentada. Sin embargo, en otras realizaciones, los módulos de LC están conectados en serie, en comunicación de fluido, de tal modo que la totalidad del flujo o volumen del fluido de trabajo fluye enteramente a través de cada módulo de LC (es decir, una parte del fluido no es dirigida alrededor del módulo de LC) y, a continuación, enteramente a través de cada módulo de LC subsiguiente.

Sin embargo, si bien algunos módulos de LC pueden disponerse en serie, las realizaciones que aquí se describen no requieren que todos los módulos de LC de un sistema estén en serie. De esta forma, algunas realizaciones incluyen únicamente dos módulos de LC en serie. Otras realizaciones incluyen tres o más módulos de LC conectados en serie en comunicación de fluido.

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de conversión de energía luminosa (LEC-“light energy conversion”) 100 formado de acuerdo con una realización. Como se muestra, el sistema de LEC 100 incluye una pluralidad de módulos de LC 102A-102D que están conectados, cada uno de ellos, a un circuito 110 de fluido. Cada módulo de LC 102 puede incluir un elemento óptico 104 de concentración de luz, el cual puede incluir, por ejemplo, una superficie reflectante o un elemento refractivo o bien alguna combinación de los mismos. El módulo de LC 102 está configurado para dirigir energía luminosa hacia una región focal (no mostrada). La región focal puede ser una región focal puntual o una región focal lineal. El módulo de LC 103 puede también incluir un receptor 106 que está conectado al circuito de fluido 110 y situado próximo a la región focal. El receptor 106 alberga y/o está fijado a, y sostiene un miembro 108 de conversión de energía. En algunas realizaciones, el receptor 106 está configurado para facilitar el direccionamiento de la energía luminosa hacia el miembro 108 de conversión de energía. Cuando el sistema de LEC 100 está en funcionamiento, el elemento óptico 104 refleja/refracta la energía luminosa hacia la región focal. El miembro 108 de conversión de energía recibe y transforma la energía luminosa incidente en energía térmica y/o eléctrica. A medida que el fluido de trabajo F fluye a través del circuito 110 de fluido, el fluido de trabajo F fluye

## ES 2 362 336 T3

próximo al miembro 108 de conversión de energía y absorbe la energía térmica que se genera o transforma por el miembro 108 de conversión de energía.

5 Como se muestra, el fluido de trabajo F fluye a través del circuito 110 de fluido desde un punto A<sub>1</sub> hasta otro punto B<sub>1</sub>. Los módulos de LC 102 están conectados al circuito de fluido entre los puntos A<sub>1</sub> y B<sub>1</sub>. Los puntos A<sub>1</sub> y B<sub>1</sub> pueden representar, respectivamente, una entrada y una salida, o tan solo partes del circuito 110 de fluido. Por ejemplo, el circuito 110 de fluido que se muestra en la Figura 1 puede ser un paso o canal independiente que discurre paralelo a otros canales, de tal manera que todos los canales confluyen en una tubería principal. Es más, los módulos de LC 102 pueden estar conectados en serie de manera tal, que todo el flujo o volumen del fluido de trabajo F fluye a través de cada módulo de LC 102 subsiguiente sin dividirse o ramificarse. Opcionalmente, el circuito 110 de fluido puede incluir porciones de puente o de conexión 109 que dirigen una parte del fluido de trabajo F alrededor del módulo de LC 102 respectivo.

15 Como se explicará con mayor detalle más adelante, los módulos de LC 102A-102D pueden ser cualquier tipo de módulo o sistema de LC. Por ejemplo, el módulo de LC 102 puede ser un módulo de concentración de luz según se describe en la Solicitud de Patente norteamericana N° 11/963.176, depositada el 21 de diciembre de 2007, la cual se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

20 Los módulos de LC 102A-102D pueden ser módulos de LC para cogeneración que se han configurado para transformar la energía luminosa en energía tanto eléctrica como térmica. Alternativamente, uno o más de los módulos de LC 102A-102D pueden haberse configurado para generar de forma exclusiva energía eléctrica o energía térmica. Por ejemplo, en una realización, los módulos de LC 102A-102C son módulos de LC para cogeneración y el módulo de LC 103D, el módulo de LC final de la serie, se ha configurado para generar únicamente energía térmica. Además, en realizaciones en las cuales los módulos de LC 102 generan energía tanto eléctrica como térmica, los módulos de LC pueden tener diferentes capacidades a la hora de transformar la energía luminosa. De esta forma, algunos módulos de LC pueden estar configurados para generar más energía térmica y menos energía eléctrica que otros módulos de LC de la disposición en serie, en tanto que otros módulos de LC pueden haberse configurado para generar más energía eléctrica y menos energía térmica que los otros módulos de LC de la disposición en serie.

30 En algunas realizaciones, al menos un módulo de LC 102 o receptor 106 puede consistir en una unidad modular que está conectada de forma extraíble o desmontable al circuito 110 de fluido. Tal y como se utiliza aquí, la expresión “conectada de forma desmontable” significa que el módulo de LC es fácilmente separable del sistema de LEC sin necesidad de destruir el módulo de LC o el sistema de LEC. Por ejemplo, el módulo de LC 102 puede ser acoplado o conectado al circuito 110 de fluido mediante el uso de elementos de sujeción tales como tornillos, enganches, hebillas y similares, de tal modo que un técnico puede extraer fácilmente el módulo de LC 102 utilizando una herramienta o con sus propias manos. Además, el módulo de LC 102 puede ser conectado al circuito 110 de fluido sin ningún elemento de sujeción adicional, tal como mediante la formación de un ajuste de interferencia o por salto elástico con el circuito 110 de fluido. Por otra parte, en realizaciones en las que el (los) módulo(s) de LC 102 se ha(n) configurado para la generación de energía térmica, cuando el módulo de LC 102 se conecta de forma desmontable al circuito 110 de fluido, el módulo de LC 102 puede formar una superficie intermedia o interfaz ajustada con el circuito de fluido de manera tal, que el fluido de trabajo F puede fluir a su través. Asimismo, los módulos de LC 102 pueden ser conectados independientemente y de forma desmontable al circuito de fluido (es decir, los módulos de LC 102 pueden ser desmontados uno de cada vez), o bien los módulos de LC 102 pueden ser conectados entre sí como un grupo, o bien ajustados y conectados de forma desmontable al circuito 110 de fluido todos juntos.

45 Sin embargo, realizaciones alternativas pueden incluir módulos de LC 102 que no son fácilmente separables. Así, pues, tal y como se utiliza aquí, el término “conectado” incluye el hecho de ser “conectado de forma desmontable” e incluye también el hecho de que los módulos de LC 102 se unen con, o se forman como parte de, el circuito 110 de fluido.

50 En realizaciones en las que el sistema de LEC 100 incluye al menos un módulo de LC 102 que está conectado de forma desmontable al circuito 110 de fluido, el sistema de LEC 100 puede ser reconfigurado de tal manera que un operario o técnico pueda reorganizar, retirar o reemplazar componentes del sistema, tales como los módulos de LC 102, a fin de que ello afecte a la salida de energía del sistema de LEC 100. Por ejemplo, uno o más de los módulos de LC 102 de un primer tipo pueden ser reemplazados por módulos de LC 102 de un segundo tipo al objeto de generar más o menos energía térmica. Alternativamente, los módulos de LC 102 pueden ser reemplazados con el fin de optimizar la salida de energía total del sistema de LEC 100.

60 En una realización, el sistema de LEC 100 incluye módulos de LC 102 que son al menos de dos tipos diferentes. Tal y como se utilizan aquí, cuando los módulos de LC 102 son de un tipo común, los módulos de LC 102 son estructuralmente similares y se fabrican de manera que tengan una salida de energía sustancialmente común. Cuando los módulos de LC 102 son del mismo tipo, los módulos de LC 102 son estructuralmente diferentes y/o se fabrican de manera que tengan salidas de energía diferentes.

65 Las Figuras 2A-2C ilustran una variedad de módulos de LC 142, 152 y 169, respectivamente, que pueden utilizarse con el sistema de LEC 100 (Figura 1). La Figura 2A ilustra el módulo de LC 142, de manera que tiene un elemento óptico 144, un receptor 146 y un cuerpo de soporte 148, que conecta o une el receptor 146 al elemento óptico 144. El elemento óptico 144 puede estar configurado para dirigir (es decir, por medio de refracción) energía luminosa al

## ES 2 362 336 T3

menos parcialmente hacia el receptor 146. El elemento óptico 144 puede ser, por ejemplo, una lente de Fresnel o una lente convexa. El cuerpo de soporte 148 puede soportar el elemento óptico 144 y formar una cámara 150 en su interior. La cámara 150 puede haber sido parcial o completamente vaciada y rellena con un gas inerte, tal como argón, helio o nitrógeno. Por otra parte, el cuerpo de soporte 148 puede también servir como elemento óptico al tener una superficie reflectante configurada para dirigir la energía luminosa hacia el receptor 146. Tal y como se ha explicado anteriormente, el receptor 146 puede estar conectado a un circuito de fluido (no mostrado) y, opcionalmente, incluye una célula fotovoltaica PV ("photovoltaic") y/o un intercambiador de calor (no mostrado). Como se explicará más adelante, el receptor 146 puede incluir, opcionalmente, un elemento óptico adicional (no mostrado) que está configurado para dirigir energía luminosa hacia la célula PV y/o un intercambiador de calor. También, el receptor 146 puede haberse configurado para ser conectado de forma extraíble o desmontable al circuito de fluido. Como se muestra en la Figura 2A, en una realización, los componentes del módulo de LC 142 son asegurados o unidos entre sí de manera tal, que el módulo de LC 142 puede ser conectado de forma extraíble o desmontable, como una unidad, al circuito de fluido. Por otra parte, el módulo de LC 142 puede haberse dimensionado y conformado de tal modo que el módulo de LC 142 puede ser manejado manualmente o transportado cómodamente por una persona.

La Figura 2B es una vista en perspectiva del módulo de LC 152. El módulo de LC 152 es un tipo reflectante de módulo de LC e incluye un elemento óptico 154, un receptor 156 y una pluralidad de miembros de soporte 158 que unen el elemento óptico 154 al receptor 156. Como se muestra, el elemento óptico 154 puede tener una superficie reflectante configurada para dirigir energía luminosa hacia el receptor 156. Los miembros de soporte 158 pueden incluir unos pasos (no mostrados) para transportar un fluido al receptor 156. Los medios de soporte 158 pueden incluir también unos conductos que contienen los cables que llevan la corriente producida por la célula PV. Los pasos contenidos en los miembros de soporte 158 pueden acoplarse o conectarse en comunicación de fluido a los conductos 160 y 162 que están conectados a un circuito 164 de fluido. Cuando el módulo de LC 152 está conectado al circuito 164 de fluido, unas válvulas 166 y 168 pueden ser cerradas completa o parcialmente con el fin de dirigir al menos una parte del flujo del fluido de trabajo F a través del receptor 156. Opcionalmente, el módulo de LC 152 puede incluir un intercambiador de calor 165 con el aire ambiental, que se extiende hacia fuera en alejamiento del receptor 156. En una realización alternativa, el módulo de LC 152 no está conectado en comunicación de fluido con el circuito 164 de fluido, si no que únicamente incluye una célula PV (no mostrada) para convertir la energía luminosa en energía eléctrica.

La Figura 2C es una vista en corte transversal del módulo de LC 169. Como se muestra, el módulo de LC 169 incluye un elemento óptico primario 170 y un elemento óptico secundario 172. El elemento óptico secundario 172 puede ser un elemento óptico no formador de imágenes. El módulo de LC 169 también incluye un cuerpo de soporte 174 y una cubierta transparente y/o refractiva 176. El cuerpo de soporte 174 une la cubierta 176 al elemento óptico primario 170. Similarmente al módulo de LC 142 que se ha explicado en lo anterior, el módulo de LC 169 puede formar una cámara 178 entre la cubierta 176, el cuerpo de soporte 174 y el elemento óptico primario 170. El elemento óptico secundario 172 está fijado a la cubierta 176 y es soportado por esta. Como también se muestra, el módulo de LC 169 incluye una guía de luz 180 situada en, y que se extiende desde, el centro del elemento óptico primario 170. Cuando la luz se aproxima al módulo de LC 169, la luz pasa a través de la cubierta transparente 176 y se refleja en el elemento óptico primario 170 en dirección al elemento óptico secundario 172, para reflejarse, a continuación, en el elemento óptico secundario 172, hacia la guía de luz 180. La guía de luz 180 está configurada para dirigir la luz hacia un receptor 182, el cual puede incluir una célula PV y/o un intercambiador de calor (no mostrado). El receptor 182 puede conectarse a un circuito de fluido (no mostrado).

Sin embargo, la anterior explicación relativa a los módulos de LC 142, 152 y 169 no se pretende que sea limitativa. El sistema de LEC 100 puede ser utilizado con una variedad de módulos de LC que incluye, por ejemplo, módulos de concentración de luz que incluyen una pluralidad de receptores que comparten un elemento óptico o sistema común. Tales módulos de concentración de luz se describen en la Solicitud de Patente norteamericana N° 11/963.176, depositada el 21 de diciembre de 2007, la cual se incorpora aquí como referencia en su totalidad. En dichas realizaciones, cada módulo de LC puede tener más de una célula PV. Por otra parte, si bien los anteriores ejemplos ilustran las células PV que se sostienen en el interior del receptor, realizaciones alternativas pueden no incluir un receptor. En lugar de ello, la célula PV puede ser directamente fijada a, por ejemplo, una superficie de tubería exterior del circuito de fluido.

Asimismo, las Figuras 2A-2C ilustran módulos de LC de enfoque en un punto, o puntual, 142, 152 y 169. Pueden utilizarse también realizaciones alternativas del sistema de LEC 100 con módulos de LC de enfoque en una línea, o lineal, tales como el módulo de LC 184 que se ilustra en las Figuras 3A y 3B. Como se muestra en la Figura 3A, el módulo de LC 184 puede incluir un elemento óptico 186, un receptor 188 y unos miembros de soporte 190 que conectan o unen el receptor 188 al elemento óptico 186. El elemento óptico 186 se ha configurado para dirigir (esto es, por medio de refracción) energía luminosa al menos parcialmente hacia el receptor 188. Como se muestra en la Figura 3A, el receptor 188 tiene un cuerpo alargado que incluye una célula PV o una pluralidad de células PV 194 que se extienden linealmente a lo largo del cuerpo del receptor 188. Un circuito 192 de fluido puede fluir por debajo de la pluralidad de células PV 194. Un sistema intercambiador de calor (no mostrado) puede interactuar con el flujo de fluido con el fin de que sea absorbida la energía térmica por el fluido de trabajo F. Como antes, el receptor 188 puede haberse configurado para ser conectado de forma extraíble o desmontable al circuito de fluido. Cuando se retira el módulo de LC 184, una tubería puede reemplazar el módulo de LC 184 a fin de que el sistema de LEC 100 permanezca en funcionamiento sin el módulo de LC 184.

## ES 2 362 336 T3

La Figura 3B ilustra un módulo de LC reflectante 185 que incluye un elemento óptico 187 y un receptor 189 que está conectado a un circuito 191 de fluido. El elemento óptico 187 se ha configurado para dirigir (es decir, mediante reflexión) energía luminosa al menos parcialmente hacia el receptor 189. En la realización que se ilustra, el receptor 189 no está conectado o fijado al elemento óptico 187, si bien el receptor 189 puede ser conectado a un elemento óptico en realizaciones alternativas. El elemento óptico 187 está conectado o unido por unos miembros de soporte (no mostrados) al circuito de fluido 191 o a alguna otra estructura. Los miembros de soporte pueden ser hechos funcionar para bascular y/o hacer rotar el elemento óptico 187 al objeto de que el elemento óptico 187 sea adecuadamente alineado con la fuente de luz. Tal como se muestra en la Figura 3B, el receptor 189 tiene un cuerpo alargado que incluye una célula PV o una pluralidad de células PV (no mostradas) que se extienden linealmente a lo largo del cuerpo del receptor 189 y que están situadas de cara al elemento óptico 187. Cuando está en funcionamiento, el fluido de trabajo F fluye a través del circuito 191 de fluido y del receptor 189. Un sistema intercambiador de calor (no mostrado) puede interactuar con el flujo de fluido con el fin de que sea absorbida energía térmica por el fluido de trabajo F.

El receptor 189 puede haberse configurado para conectarse de forma extraíble o desmontable al circuito 191 de fluido en los puntos  $A_3$  y  $B_3$ . Por otra parte, el elemento óptico 187 puede conectarse de forma desmontable, por separado, al sistema de LEC 100. Cuando el módulo de LC 185 es retirado, pueden manipularse unas válvulas (no mostradas) al objeto de dirigir el flujo de fluido a través de una porción de conexión 195 que fluye bajo el elemento óptico 187, de tal manera que el sistema de LEC 100 puede seguir en funcionamiento sin el módulo de LC 185.

Las Figuras 4A y 4B son vistas en corte transversal, respectivamente, de unos receptores 202 y 250, que pueden ser utilizados con una variedad de módulos de LC, tales como los módulos de LC 142, 152 y 169 (Figuras 2A-2C). La Figura 4A ilustra el receptor 202 fijado al cuerpo de soporte 204, el cual conecta el receptor 202 a un elemento óptico (no mostrado). El elemento óptico puede haberse configurado para dirigir la luz hacia el receptor 202. Alternativamente, el cuerpo de soporte 204 es un elemento óptico tal como el elemento óptico 170 que se muestra en la Figura 2C. El receptor 202 incluye un alojamiento 206 que forma una cavidad o cámara 208 en su interior, la cual incluye un miembro 210 de conversión de energía. El alojamiento 206 puede tener una superficie interna reflectante 217 que está también configurada para dirigir la energía luminosa hacia el miembro 210 de conversión de energía. Opcionalmente, el alojamiento 206 puede albergar un elemento óptico sólido (no mostrado) que se ha conformado para dirigir (esto es, mediante refracción) la energía luminosa hacia el miembro 210 de conversión de energía. En la Figura 4A, el miembro 210 de conversión de energía se ha ilustrado como una célula PV 212 que está fijada a un intercambiador de calor 214 (por ejemplo, un sumidero de calor) por medio de una resina térmicamente conductora. Sin embargo, el miembro 210 de conversión de energía puede ser, por ejemplo, una sola célula PV o un solo absorbedor de calor/energía térmica. Por otra parte, el miembro 210 de conversión de energía puede consistir en una pluralidad de células PV dispuestas adyacentes o en contacto a tope unas con otras en realizaciones alternativas. Cuando la energía luminosa incide en el miembro 210 de conversión de energía, la energía térmica es conducida a través del intercambiador de calor 214 y absorbida por el fluido de trabajo F. Por otra parte, para realizaciones en las que el receptor 202 está en cogeneración, el receptor 202 puede incluir unos terminales eléctricos 216 y 218 que conectan eléctricamente la célula PV a un circuito eléctrico (no mostrado).

Como se muestra, el receptor 202 puede estar configurado para ser conectado de forma extraíble o desmontable a un circuito 230 de fluido. De esta manera, el alojamiento 206 del receptor 202 puede formar una porción de fondo 220 que está configurada para insertarse en una abertura de lumbrera correspondiente 131 del circuito 230 de fluido. El intercambiador de calor 214 se encuentra situado dentro del paso 226 de flujo. La abertura de lumbrera 232 incluye dos conductos 233 y 234 que se han configurado para conectarse, respectivamente, a la entrada 222 y a la salida 224. La abertura de lumbrera 131 tiene un cuerpo 235 configurado para recibir la porción de fondo 220 del receptor 202. La abertura de lumbrera 232 puede tener uno o más enganches 238 fijados a una superficie externa de la misma. Asimismo, la porción de fondo 220 puede también incluir unos ganchos 239 que se han configurado para acoplarse a los enganches 238.

Cuando el receptor 202 se inserta en la abertura de lumbrera 232, la entrada 222 y la salida 224 son insertadas en los conductos 233 y 234, respectivamente. La entrada 222 y la salida 224 pueden tener unas crestas que se comprimen cuando se insertan en los conductos 233 y 234, con lo que se forma un cierre hermético destinado a impedir fugas del fluido de trabajo F. Los enganches 238 pueden acoplarse entonces con los ganchos 239, con lo que se conecta o acopla de forma desmontable el receptor 202 al circuito 230 de fluido. Alternativamente, la porción de fondo 220 del receptor 202 está configurada para formar un ajuste de interferencia con la abertura de lumbrera 232, sin necesidad de utilizar elementos de sujeción adicionales, tales como los ganchos 239 y los enganches 238.

La Figura 4B es una vista en corte transversal de otro receptor 250 que puede utilizarse con los módulos de LC 142, 152 y 169 (Figuras 2A-2C). Como se muestra, el receptor 250 puede ser independiente de un elemento óptico primario (no mostrado) que dirige la luz hacia el receptor 250. El receptor 250 puede incluir un alojamiento 252 que forma una cavidad que alberga un elemento óptico sólido 254. El elemento óptico 254 puede cooperar con el elemento óptico primario y ser conformado para dirigir (esto es, mediante refracción) la energía luminosa. El receptor 250 también incluye un miembro 260 de conversión de energía que se ilustra como una célula PV 262 que se ha fijado al intercambiador de calor 264 (por ejemplo, un sumidero de calor) por medio de una resina térmicamente conductora. Cuando la energía lumínica incide en el miembro 260 de conversión de energía, la energía térmica es conducida a través del intercambiador de calor 264 y absorbida por el fluido de trabajo F. Al igual que el receptor 202, el receptor 250 puede incluir unos terminales eléctricos 266 y 268 que proporcionan una conexión eléctrica a la célula PV 262.

## ES 2 362 336 T3

El receptor 250 puede haberse configurado también para ser acoplado de forma desmontable a un circuito 270 de fluido. De esta manera, el alojamiento 252 del receptor 250 puede formar una porción de fondo 272 que está configurada para ser insertada en una abertura de lumbrera correspondiente 274 del circuito 270 de fluido. La porción de fondo 272 puede definir unos conductos 276 y 278 que tienen un paso 280 de flujo entre ellos. El intercambiador de calor 264 se encuentra situado en el interior del paso 280 de flujo. La porción de fondo 272 puede estar rodeada por un miembro de acoplamiento 290 que forma un espacio de separación o intersticio G entre una superficie externa de la porción de fondo 272 y una superficie interna del miembro de acoplamiento 290. La superficie interna del miembro de acoplamiento puede tener unos filetes de rosca 292 que sobresalen hacia dentro desde la misma.

Como se muestra, la abertura de lumbrera 274 incluye una entrada 284 y una salida 286 que están configuradas para acoplarse o conectarse a los conductos 278 y 276, respectivamente. La abertura de lumbrera 274 tiene un cuerpo 275 configurado para recibir la porción de fondo 272 del receptor 250. Como también se muestra, el cuerpo 275 puede tener unos filetes de rosca 288 que sobresalen desde una superficie externa del cuerpo 275.

Cuando el receptor 250 se inserta en la abertura de lumbrera 274, la entrada 284 y la salida 286 son insertadas, respectivamente, en los conductos 278 y 276, con lo que se forma una cierre hermético para impedir fugas del fluido de trabajo F. Los filetes de rosca 292 del miembro de acoplamiento 290 pueden acoplarse con los filetes de rosca 288. El miembro de acoplamiento 290 puede hacerse rotar entonces alrededor del cuerpo 275 de la abertura de lumbrera 274 con el fin de acoplar el receptor 250 al circuito 270 de fluido. Una vez que la porción de fondo 272 se ha insertado completamente en la abertura de lumbrera 274, un miembro de obturación 294 (por ejemplo, una junta tórica) puede ser comprimido por el cuerpo 275 de la abertura de lumbrera 274.

No es la intención que la descripción de los anteriores mecanismos en las Figuras 4A y 4B para el acoplamiento de forma desmontable de módulos de LC en un circuito de fluido, sea limitativa. Las personas con conocimientos ordinarios de la técnica comprenden que existen una variedad de mecanismos para acoplar o conectar de forma desmontable receptores a un circuito de fluido. Por otra parte, cuando se extrae un módulo de LC del circuito de fluido, puede insertarse un tapón en la abertura de lumbrera. El tapón puede haberse configurado para permitir el flujo del fluido de trabajo a su través. De esta manera, el sistema de LC puede seguir funcionando satisfactoriamente si se ha retirado un módulo de LC.

En una realización, cada receptor del sistema de LEC se ha configurado de manera que tenga un mecanismo común para fijarse al circuito de fluido. De esta forma, incluso aunque los módulos de LC puedan ser de diferentes tipos, los módulos de LC pueden ser insertados en cualquier abertura de lumbrera y reordenados unos con respecto a otros. Alternativamente, cada abertura de lumbrera puede haberse configurado para recibir un módulo de LC de un cierto tipo, al objeto de impedir que un operario o técnico inserte un tipo equivocado de módulo de LC en la abertura de lumbrera.

La Figura 4B ilustra también el hecho de que una parte del fluido de trabajo F puede ser desviada o dirigida alrededor del receptor 250. Más específicamente, el circuito 270 de fluido y/o el receptor 250 pueden incluir una o más válvulas 293 (o un sistema de válvulas) que se ha configurado para desviar partes del fluido de trabajo F. Por ejemplo, el fluido de trabajo F puede ser desviado en una primera parte  $F_1$  y en una segunda parte  $F_2$ . La primera parte  $F_1$  puede ser dirigida a través del receptor 250 de manera tal, que la primera parte  $F_1$  absorbe energía térmica. La segunda parte  $F_2$  puede ser dirigida alrededor del receptor 250 a través de una porción de conexión 297 del circuito 270 de fluido, y reunirse o hacerse confluir, a continuación, con la primera parte  $F_1$  una vez que la primera parte  $F_1$  ha sido calentada. Como se muestra, la porción de conexión 297 fluye cerca del receptor 250, de tal manera que las primera y segunda partes de fluido,  $F_1$  y  $F_2$ , se unen inmediatamente después de haberse calentado la primera parte. Cuando la primera parte  $F_1$  se reúne o confluye con la segunda parte  $F_2$ , las dos partes  $F_1$  y  $F_2$  se mezclan y la temperatura del fluido de trabajo F se establece entre la temperatura de la primera parte  $F_1$  y la temperatura de la segunda parte  $F_2$ . De esta manera, puede controlarse el incremento de temperatura ente módulos de LC que están conectados en serie, en comunicación de fluido. Por otra parte, si se retira el receptor 250, pueden hacerse funcionar las válvulas 293 para dirigir la totalidad del flujo de fluido a través de la porción de conexión 297.

Por otra parte, las válvulas 293 pueden hacerse funcionar para dirigir todo el volumen de fluido de trabajo F a través de la porción de conexión 293 cuando, por ejemplo, el módulo de LC es retirado del circuito 270 de fluido. Alternativamente, las válvulas 293 pueden haberse configurado para la totalidad del flujo a través del receptor 250. Además, las válvulas 293 pueden haberse configurado para controlar la división del flujo (es decir, el caudal de flujo o el volumen de flujo que pasa a través de la válvula 293 respectiva) de acuerdo con un sistema dinámico, electrónicamente controlado. Tal sistema puede basarse en las entradas de temperatura y de flujo del fluido de trabajo F que son determinadas por sensores (no mostrados). Los sensores pueden también colocarse cerca de la célula PV o en ella y registrar entradas relativas al fluido de trabajo F en torno a la célula PV o a la temperatura de la propia célula PV. De esta forma, el sistema puede ser automatizado con el fin de hacer discurrir/controlar el flujo del fluido de trabajo F que fluye a través de las primera y segunda porciones  $F_1$  y  $F_2$ , mediante el accionamiento de las válvulas 293.

En realizaciones alternativas, las primera y segunda partes  $F_1$  y  $F_2$  pueden, ambas, fluir a través del receptor correspondiente. Por ejemplo, la primera parte  $F_1$  puede fluir a través del receptor 250 como se muestra en la Figura 4B. La segunda parte  $F_2$  puede ramificarse o desviarse y alejarse, antes de llegar al intercambiador de calor y fluir bajo la primera parte  $F_1$  por un paso o canal independiente dentro del receptor 250.

## ES 2 362 336 T3

La Figura 5 es una ilustración esquemática que muestra un sistema de LEC 350 formado de acuerdo con una realización. El sistema de LEC 350 incluye una pluralidad de conjuntos geoméricamente ordenados 312-316, de tal manera que cada conjunto geoméricamente ordenado tiene una pluralidad de módulos de LC (que se explican más adelante) que están conectados en serie a un circuito 311 de fluido. En algunas realizaciones, un conjunto geoméricamente ordenado incluye al menos tres (3) módulos de LC. Asimismo, si bien cada conjunto geoméricamente ordenado 312-316 muestra tan solo una única fila de módulos de LC, los conjuntos geoméricamente ordenados 312-316 pueden tener más de una fila. El sistema de LEC 350 incluye también un detector 302 de fuente que recibe energía luminosa desde una fuente de luz (no mostrada) y determina la posición de la fuente de luz con respecto al sistema 350. El detector 302 de fuente está acoplado o conectado de forma comunicativa a una unidad 304 de seguimiento de fuente y envía información relativa a la posición de la fuente de luz a la unidad de seguimiento 304. La unidad de seguimiento 304 está conectada de forma comunicativa con unos servomotores 301, 303. La unidad de seguimiento 304 almacena información relativa a la dirección de incidencia (no mostrada) para los módulos de LC contenidos en los conjuntos geoméricamente ordenados 312-316. Cuando la unidad de seguimiento 304 recibe información de posición desde el detector 302 de fuente, la unidad de seguimiento 304 determina si la dirección de incidencia para los módulos de LC está orientada hacia esa posición. Si la dirección de incidencia no está orientada hacia la fuente de luz, la unidad de seguimiento 304 da instrucciones a uno de los servomotores 301, 303 o a ambos para que basculen y/o hagan rotar, respectivamente, los conjuntos geoméricamente ordenados 312-316 de manera tal, que la dirección de incidencia se oriente hacia la fuente de luz.

El sistema de LEC 350 incluye también un sistema de conversión 310 de fluido, conectado en comunicación de flujo con el circuito 311 de fluido. La dirección de flujo del fluido de trabajo F se indica por flechas a través del circuito 311 de fluido. En una realización, el sistema de conversión 310 de fluido recibe el fluido de trabajo F calentado y convierte la energía térmica absorbida en energía eléctrica. Aunque no se ha mostrado, el sistema de conversión 310 de fluido puede incluir una bomba, válvulas, depósitos y/u otros dispositivos de fluido que facilitan la regulación del flujo del fluido de trabajo F. Alternativamente, el sistema de conversión 310 de fluido puede almacenar el fluido de trabajo F calentado y/o dirigir el flujo del fluido de trabajo F a otros lugares donde, por ejemplo, el fluido de trabajo F puede ser utilizado para calentar.

La Figura 5 también ilustra el modo como los módulos de LC pueden ser conectados al circuito 311 de fluido en diferentes disposiciones. Como ejemplo de una realización que puede utilizarse, el circuito 311 de fluido se conecta al conjunto geoméricamente ordenado 312 que incluye unos módulos de LC 321-324. El fluido de trabajo F entra, en primer lugar, y fluye a través del módulo de LC 321 y, a continuación, fluye secuencialmente a través de los 322, 323 y 324. El fluido de trabajo F sale entonces del conjunto geoméricamente ordenado 312 y se extiende a través de una disposición lineal en conexión con el conjunto geoméricamente ordenado 313 que tiene los módulos de LC 331-334. Similarmente, el fluido de trabajo F entra primeramente y fluye a través del módulo de LC 331 y, a continuación, fluye a través de los 332-334 en secuencia. Como se muestra, el fluido de trabajo F fluye a través de dos conjuntos geoméricamente ordenados 312, 313 en serie, y, en consecuencia, a través de los módulos 332-334 de forma secuencial. En una disposición similar, el conjunto geoméricamente ordenado 314 se extiende a lo largo de, y adyacente a, el conjunto geoméricamente ordenado 315, de tal modo que los conjuntos geoméricamente ordenados 314 y 315 tienen una relación de apilamiento. El fluido de trabajo F entra en el conjunto geoméricamente ordenado 314 y fluye a través del módulo de LC 341, y, a continuación, fluye a través de los 342-344 de forma secuencial. El circuito 311 de fluido sale del conjunto geoméricamente ordenado 314 y vuelve hacia el conjunto geoméricamente ordenado adyacente 315, el cual incluye unos módulos de LC 351-354. El circuito 311 de fluido se conecta al módulo de LC 351 y, a continuación, fluye en serie a través de cada módulo de LC restante 352-354. De esta forma, el fluido de trabajo F fluye en serie a través de dos conjuntos geoméricamente ordenados (conjuntos geoméricamente ordenados 312 y 313, en una disposición, y conjuntos geoméricamente ordenados 314 y 315, en otra) de módulos de LC, con lo que se calienta el fluido de trabajo F.

La Figura 5 ilustra también el hecho de que el circuito 311 de fluido puede fluir a través de módulos de LC en paralelo. Como se muestra, el conjunto geoméricamente ordenado 316 incluye unos módulos de LC 361-364. En el punto C, el conjunto 311 de fluido incluye una tubería principal 374 que tiene dos pasos o canales 370 y 372 que divergen desde la tubería principal 374. El canal 370 fluye a través de los módulos de LC 361 y 362 en serie, y el canal 372 fluye a través de los módulos de LC 363 y 364 en serie. Los canales 370 y 372 hacen retornar entonces el fluido de trabajo F hacia la tubería principal 374.

La Figura 6 muestra tres conjuntos geoméricamente ordenados diferentes 401-403 que ilustran diferentes disposiciones de módulos de LC que pueden utilizarse con el sistema de LEC 350 (Figura 5). El conjunto geoméricamente ordenado 401 incluye unos módulos de LC 411 y 412. El módulo de LC 411 está configurado para convertir energía luminosa únicamente en energía eléctrica, y los módulos de LC para cogeneración 412 están configurados para convertir energía luminosa en energía térmica y eléctrica. Los tres módulos de LC 411-412 del conjunto geoméricamente ordenado 401 pueden o no ser conectados eléctricamente en serie. El conjunto geoméricamente ordenado 402 incluye una pluralidad de módulos de LC 421, 422 y 423 dispuestos en serie en el circuito de fluido 311. El módulo de LC 42 es un tipo de módulo de LC para cogeneración que convierte la energía luminosa tanto en energía eléctrica como en energía térmica, y el módulo de LC 422 es otro tipo de módulo de LC para cogeneración que convierte la energía lumínica en energía tanto eléctrica como térmica. Por ejemplo, los módulos de LC 421 y 422 pueden utilizar diferentes ópticas y/o diferentes sistemas receptores, y/o tener diferentes tipos de células PV. Sin embargo, el módulo de LC 413 está configurado para transformar la energía luminosa sustancialmente en energía térmica. El conjunto geoméricamente ordenado 402 incluye una pluralidad de módulos de LC 421, 422 y 423, dispuestos en serie en el circuito 311

## ES 2 362 336 T3

de fluido. El módulo de LC 421 es un tipo de módulo de LC para cogeneración que convierte la energía luminosa en energía tanto eléctrica como térmica, y el módulo de LC 422 es otro tipo de módulo de LC para cogeneración que convierte la energía lumínica en energía tanto eléctrica como térmica. Por ejemplo, los módulos de LC 421 y 422 pueden servirse de diferentes ópticas y/o de diferentes sistemas receptores, y/o tienen diferentes tipos de células PV. Sin embargo, el módulo de LC 413 está configurado para transformar la energía luminosa sustancialmente en energía térmica.

El conjunto geoméricamente ordenado 403 incluye una pluralidad de módulos de LC 421 y 423 conectados en serie al circuito 311 de fluido. Los módulos de LC 421 son módulos de LC para cogeneración que convierten la energía luminosa en energía tanto eléctrica como térmica, y el módulo de LC 423 está configurado para convertir la energía luminosa sustancialmente en energía térmica. Una pluralidad de los módulos de LC 411 rodean la serie de módulos de LC 421 y 423. Los módulos de LC 411 están configurados para convertir la energía luminosa únicamente en energía eléctrica.

Haciendo referencia a la Figura 1, mientras fluye a través del circuito 110 de fluido, el fluido de trabajo F tiene un caudal de flujo Q y una temperatura T. El fluido de trabajo F entra en el módulo de LC 102A con un caudal de flujo  $Q_A$  y una temperatura de partida  $T_{A \text{ entrada}}$ , y sale del módulo de LC 102A con una temperatura  $T_{A \text{ salida}}$ , de tal manera que  $T_{A \text{ entrada}} < T_{A \text{ salida}}$ . Por lo tanto, el incremento total de la temperatura del fluido tras fluir a través del módulo de LC 102A es  $\Delta T = T_{A \text{ salida}} - T_{A \text{ entrada}}$ . De esta forma, la relación de temperaturas para el fluido de trabajo F que sale de los módulos de LC 102A-102D viene dada por  $T_{i \text{ salida}} = T_{i \text{ entrada}} + \Delta T_i$ . A medida que el fluido de trabajo F entra en cada módulo de LC dispuesto en serie, la temperatura viene dada por  $T_{i \text{ entrada}} = T_{i \text{ salida}} - \Delta T'_i$ , donde  $\Delta T'_i$  representa cualquier caída en la temperatura provocada por el intercambio de calor entre las tuberías de transporte de fluido y el entorno, y es, generalmente, menor que el valor de  $\Delta T_i$ .

En una realización, la serie de módulos de LC 102A-102D incluye tanto módulos de LC PV como de LC térmicos combinados, y al menos un módulo de LC puramente térmico. En este ejemplo, la temperatura final del fluido de trabajo conforme este sale del sistema por el punto B<sub>1</sub>, viene dada por:

$$\text{(Ecuación 1)} \quad T_{n \text{ salida}} = T_{1 \text{ entrada}} + \sum_{i=1}^{\text{hasta } M} \Delta T_i + \sum_{i=1}^{\text{hasta } N-M} \Delta T_i - \sum_{i=1}^{\text{hasta } N-1} \Delta T'_i;$$

donde existen M módulos PV / de LC térmicos combinados en la serie y (N-M) módulos de LC puramente térmicos.

En semejante configuración, el fluido de trabajo F puede alcanzar altos niveles o cantidades de energía térmica almacenada. Por ejemplo, la temperatura del fluido de trabajo F que sale del módulo de LC 102D puede encontrarse por encima de 110°C. El fluido de trabajo F puede ser entonces utilizado en una variedad de aplicaciones, tales como el calentamiento de un espacio, la refrigeración y en calentamiento en un proceso industrial desde un grado bajo hasta un grado medio. La Tabla 1 ilustra el funcionamiento estimado de una realización en la que los módulos de LC están dispuestos en serie. En este ejemplo, el conjunto incluía seis módulos de LC dispuestos en serie, de tal manera que los primeros cinco son módulos de LC PV para cogeneración y el último módulo de LC se ha configurado exclusivamente para transformar la energía luminosa en energía térmica. Asimismo, el caudal de flujo del fluido,  $Q_A$ , era 3 litros/hora; el área receptora de cada módulo de LC era de 100 mm<sup>2</sup>; la temperatura del entrada del agua (T<sub>entrada</sub>) era 20°C; los intercambiadores de calor se conectaron con tuberías de cobre de una longitud de 500 mm entre cada módulo de LC, de tal manera que la conductividad térmica de la tubería de cobre aislado era de 0,0397 W/mK. Como se muestra en la Tabla 1, un fluido de trabajo que entra en el sistema a 20°C puede alcanzar una temperatura de 107°C. Las tres primeras células PV funcionan a temperaturas que permiten una alta eficiencia (el deterioro del rendimiento no supera el 1% o el 2%), en tanto que la cuarta y la quinta pueden sufrir una reducción en la eficiencia de la conversión que puede oscilar entre el 3% y el 4%.

# ES 2 362 336 T3

TABLA 1

Módulo de LC	1	2	3	4	5	6
Tipo de módulo de LC	PV / térmico	Puramente térmico				
Intercambiador de calor	1	2	3	4	5	6
Térmico incidente en superficie receptora [W]	57	57	57	57	57	82
Temperatura de entrada $T^e_i$ del agua [°C]	20	34,8	49,2	62,5	75	86
Temperatura de la célula PV [°C]	51	63	77	91	103	-
Incremento de temperatura ( $\Delta T_i$ ) del agua [°C]	15	15,2	14,8	14,5	14	21
Temperatura de salida ( $T^s_i$ ) del agua [°C]	35	50	64	77	89	107
Reducción en la temperatura del fluido ( $\Delta T_i$ ) en tuberías que conectan los intercambiadores de calor		0,2	0,8	1,5	2	3

Las Figuras 7 y 8 ilustran realizaciones para la interconexión eléctrica de una pluralidad de módulos de LC tales como los módulos de LC que se han expuesto en lo anterior. En estas realizaciones, los sistemas de LEC y los módulos de LC se han configurado con el fin de hacer corresponder la corriente generada por las células PV mientras el sistema de LEC se encuentra en funcionamiento, incluso aunque las células PV puedan hacerse funcionar en diferentes condiciones (por ejemplo, diferente temperatura del fluido de trabajo). Por otra parte, en algunas realizaciones, la totalidad o un gran grupo de los módulos de LC pueden ser conectados en serie con el fin de acumular el voltaje o tensión.

La Figura 7 es una ilustración esquemática de un sistema de LEC 500 formado de acuerdo con una realización, el cual se ha configurado para generar energía tanto eléctrica como térmica. Como se muestra, el sistema de LEC 500 incluye un circuito 502 de fluido que tiene el fluido de trabajo F fluyendo a través del mismo. El sistema de LEC 500 puede también incluir una pluralidad de conjuntos geoméricamente ordenados 510-515 de módulos de concentración de la luz (LC-“light concentrating”) que están acoplados o conectados al circuito 502 de fluido. Cada conjunto geoméricamente ordenado 510-515 puede colocarse en un paso o canal de fluido independiente del circuito 502 de fluido, de manera que los canales de fluido independientes se combinan, en última instancia, en un solo canal o tubería principal. También, los conjuntos geoméricamente ordenados 510-515 pueden incluir una pluralidad de módulos de LC 520-523 que están conectados en serie, en comunicación de fluido, entre sí a lo largo del circuito 502 de fluido. El sistema de LEC 500 incluye también un circuito eléctrico 504 destinado a transportar una corriente eléctrica a su través. El circuito eléctrico 504 conecta unas células PV (no mostradas) que son sujetadas por los correspondientes módulos de LC 520-523, a un sistema inversor 506 para convertir la potencia de corriente continua generada en corriente alterna. Los módulos de LC 520-523 pueden ser cualesquiera de una variedad de módulos de LC, incluyendo los módulos de LC 142, 152, 169, 184 y 185 anteriormente explicados.

Cuando está en funcionamiento, el fluido de trabajo F se ramifica repartiéndose y fluye a través del canal independiente de cada conjunto geoméricamente ordenado 510-515. El fluido de trabajo F que fluye a través del conjunto geoméricamente ordenado 510, entra en el conjunto geoméricamente ordenado 510 por un punto  $A_2$  y fluye secuencialmente a través de cada módulo de LC 520-523, para salir, a continuación, del conjunto geoméricamente ordenado 510 por un punto  $B_2$ . Tal y como se ha explicado anteriormente, cuando el fluido de trabajo F fluye a través de cada módulo de LC 520-523, el intercambiador de calor (no mostrado) de cada módulo de LC 520-523 transfiere la energía térmica desde el intercambiador de calor correspondiente al seno del fluido de trabajo F. De esta forma, la temperatura del fluido de trabajo F se incrementa a medida que el fluido de trabajo F fluye a través de cada módulo de LC subsiguiente 520-523. En una realización, el aumento de temperatura del fluido de trabajo F es aproximadamente de 10°C a 15°C después de cada módulo de LC subsiguiente. En una realización alternativa, el aumento de temperatura puede ser menor si, por ejemplo, el fluido de trabajo es derivado o desviado en unas primera y segunda partes de fluido,  $F_1$  y  $F_2$ , tal y como se ha explicado anteriormente con referencia a la Figura 4B.

## ES 2 362 336 T3

5 Cuando la temperatura de una célula PV aumenta, la capacidad de la célula PV para generar energía eléctrica puede verse afectada. Para cada tipo de célula PV, existe una relación entre la temperatura de funcionamiento de la célula PV y la cantidad de energía eléctrica generada por la célula PV. De esta forma, con el fin de evitar pérdidas por desajuste de corriente por parte de células PV conectadas en serie unas con otras, el sistema de LEC 500 puede haberse configurado de manera tal, que la temperatura del fluido de trabajo F asociada con cada módulo de LC 520 para cada conjunto geoméricamente ordenado 510-513 puede ser aproximadamente igual. Más específicamente, el sistema de LEC 500 puede haberse configurado de tal manera que cada módulo de LC 520 está asociado con una primera temperatura de funcionamiento, cada módulo de LC 521 está asociado con una segunda temperatura de funcionamiento que es más alta que la primera temperatura de funcionamiento, cada módulo de LC 522 está asociado con una tercera temperatura de funcionamiento que es más alta que la segunda temperatura de funcionamiento, y cada módulo de LC 523 está asociado con una cuarta temperatura de funcionamiento que es más alta que la tercera temperatura de funcionamiento. De esta forma, la corriente generada por uno de los módulos de LC de un conjunto geoméricamente ordenado puede ser aproximadamente igual a la corriente generada por otro módulo de LC de otro conjunto geoméricamente ordenado que funcione aproximadamente a la misma temperatura. Conectando eléctricamente estos módulos de LC en serie, las pérdidas ocasionadas por los desajustes de corriente pueden ser reducidas.

20 En la Figura 7, cada uno de los módulos de LC 520 de los conjuntos geoméricamente ordenados 510-512 está conectado en serie con cada uno de los otros, y cada uno de los módulos de LC 520 de los conjuntos geoméricamente ordenados 513-515 está conectado en serie con cada uno de los otros. Estas líneas o conducciones independientes pueden conectarse entonces en paralelo. Sin embargo, en una realización alternativa, cada módulo de LC 520 de los conjuntos geoméricamente ordenados 510-515 de la Figura 7 puede estar conectado en serie con los demás.

25 La Figura 8 es una ilustración esquemática de un sistema de LEC 550 formado de acuerdo con una realización que se ha configurado para generar energía eléctrica y térmica. El sistema de LEC 550 incluye un circuito 552 de fluido que tiene el fluido de trabajo F fluyendo a su través. El sistema de LEC 550 puede también incluir una pluralidad de conjuntos geoméricamente ordenados 560-565 de módulos de concentración de luz (LC), que están acoplados o conectados al circuito 552 de fluido, y cada conjunto geoméricamente ordenado 560-565 puede incluir una pluralidad de módulos de LC 570-573 que están conectados en serie unos con otros a lo largo del circuito 552 de fluido de manera tal, que el fluido de trabajo F absorbe energía térmica mientras fluye a través de cada módulo de LC consecutivo. El sistema de LEC 550 incluye también un circuito eléctrico 554 para transportar una corriente eléctrica a su través. El circuito eléctrico 554 conecta células PV (no mostradas) que son sustentadas por los módulos de LC correspondientes, entre sí y con un sistema inversor 556 destinado a convertir la potencia de corriente continua generada en corriente alterna.

35 Antes de conectar el sistema de LEC 550, los módulos de LC 570-573 pueden ser ensayados para determinar la salida de corriente nominal de cada módulo de LC. (La salida de corriente “nominal” refleja la salida de corriente en condiciones de ensayo. La salida de corriente “de funcionamiento” refleja la corriente generada por la célula PV durante el funcionamiento normal). Debido a diversas razones, después de haber sido fabricados, los módulos de LC de un mismo tipo pueden tener diferentes salidas de corriente y/o de potencia. Una posible fuente de variación es, a menudo, la propia célula PV. Otras causas pueden ser la variabilidad de la eficiencia óptica de la óptica de concentración, errores de alineación u otras imprecisiones generales en el curso de la fabricación y el ensamblaje del módulo. Así, pues, las células PV o los módulos de LC que tienen salidas de potencia similares pueden ser agrupados juntos. En una realización, se determina la tensión de cada célula PV (o módulo de LC) mientras está funcionando en el punto de máxima potencia. Cada célula PV (o módulo de LC) se coloca entonces en agrupamientos de acuerdo con la corriente a la tensión del punto de máxima potencia. De esta forma, las células PV o módulos de LC con una salida de corriente similar pueden conectarse en serie con mínimas pérdidas por desajuste de corriente. También, como se ha explicado anteriormente, cuando la temperatura de una célula PV aumenta, la capacidad de la célula PV para generar energía eléctrica puede verse afectada. Por ejemplo, para cada incremento de temperatura de 10-15°C, la salida de corriente de una célula PV puede aumentar aproximadamente en entre 0,07 A y 0,1 A, en tanto que la tensión puede disminuir aproximadamente en entre 0,06 V y 0,09 V.

55 En algunas realizaciones, los módulos de LC 570-573 pueden ser colocados a lo largo del circuito 552 de fluido de manera tal, que los módulos de LC que contienen células PV que tienen una salida de corriente nominal más alta, se sitúan aguas arriba con respecto a los módulos de LC que contienen células PV que tienen una salida de corriente nominal más baja. Por ejemplo, en condiciones de ensayo nominales controladas (tales como 25°C, espectro de ASTM G173-03, 50 W/cm<sup>2</sup>), la salida de corriente nominal de los módulos de LC 570 puede ser aproximadamente igual a 6,5 A, la salida de corriente nominal de los módulos de LC 571 puede ser aproximadamente igual a 6,4 A, la salida de corriente nominal de los módulos de LC 572 puede ser aproximadamente igual a 6,3 A, y la salida de corriente nominal de los módulos de LC 573 puede ser aproximadamente igual a 6,2 A.

60 Cuando se conectan al circuito de fluido, los módulos de LC 570-573 pueden experimentar diferentes temperaturas de funcionamiento del fluido de trabajo F similares a las que se han mostrado en la Tabla 1. Por ejemplo, la temperatura de funcionamiento del fluido de trabajo F que fluye a través del módulo de LC 571 puede ser de 10°C a 15°C más alta que la temperatura de funcionamiento del módulo de LC 570. La temperatura de funcionamiento del módulo de LC 572 puede ser de 10°C a 15°C más alta que la temperatura de funcionamiento del módulo de LC 571, y la temperatura de funcionamiento del módulo de LC 573 puede ser de 10°C a 15°C más alta que la temperatura de funcionamiento del módulo de LC 572. De esta forma, los módulos de LC pueden disponerse a lo largo del circuito de fluido de un modo tal, que la totalidad o un grupo grande de módulos de LC tienen una corriente de funcionamiento de aproximadamente

## ES 2 362 336 T3

6,5 A. De esta manera, los módulos 570-573 pueden conectarse, todos ellos, en serie con pérdidas por desajustes de corriente reducidas.

5 En una realización alternativa, pueden formarse cuatro series independientes en paralelo. Por ejemplo, la primera serie puede estar constituida por la conexión de los módulos de LC 570 en serie unos con otros, la segunda serie puede estar formada por los módulos de LC 571, y similarmente con los módulos 572 y 573. De esta forma, cada serie independiente tendrá una salida de corriente sustancialmente constante.

10 Sin embargo, los ejemplos anteriores se han proporcionado únicamente a título de ejemplo y no se pretende que sean limitativos. Por ejemplo, si no hay diferencia, o existe una diferencia mínima, entre la temperatura de funcionamiento para el módulo de LC 570 y para el módulo de LC 572 de los conjuntos geoméricamente ordenados 560-565, y los módulos de LC se han fabricado de manera que tengan características de funcionamiento comunes (por ejemplo, salida de corriente de funcionamiento), los módulos de LC 570 y 571 de cada conjunto geoméricamente ordenado pueden conectarse eléctricamente en serie.

15 Las Figuras 9 y 10 son, respectivamente, una vista en perspectiva y una vista lateral de un sistema de LEC 650 que puede formarse de acuerdo con una realización. El sistema de LEC 650 tiene una pluralidad de módulos de LC 652 que están conectados a un circuito 606 de fluido. El sistema de LEC 650 también incluye un localizador 602 de fuente que determina la posición de la fuente de luz con respecto al sistema de LEC 650. Por ejemplo, el localizador 602 de fuente puede incluir un sensor que detecta la energía procedente de la fuente de luz, y/o el localizador 602 de fuente puede utilizar tablas astronómicas incorporadas que contienen coordenadas de la posición esperada de la fuente de luz, basándose en la posición física del localizador 602 de fuente y en la fecha del año y la hora. El localizador 602 de fuente está conectado de forma comunicativa a una unidad de seguimiento 604 de control de movimiento, y envía información relativa a la posición de la fuente de luz a la unidad de seguimiento 604. La unidad de seguimiento 604 está conectada de forma comunicativa a uno o más servomotores. La unidad de seguimiento 604 puede almacenar información relativa a la dirección de incidencia 603 (Figura 10) para los módulos de LC 652. Cuando la unidad de seguimiento 604 recibe información de posición desde el localizador 602 de fuente, la unidad de seguimiento 604 determina si la dirección de incidencia 663 para los módulos de LC 652 está orientada hacia la fuente de luz. Si la dirección de incidencia 663 no está orientada hacia la fuente de luz, la unidad de seguimiento 604 da instrucciones a los servomotores para que basculen y/o hagan rotar, respectivamente, los grupos 666 de los módulos 652 de tal forma que la dirección de incidencia 663 se oriente hacia la fuente de luz.

35 El sistema de LEC 650 incluye también un sistema de conversión 608 de fluido, conectado en comunicación de flujo con el circuito 606 de fluido. La dirección de flujo del fluido de trabajo F se indica por flechas a través del circuito 606 de fluido. En una realización, el sistema de conversión 608 de fluido recibe el fluido de trabajo F calentado y convierte la energía térmica absorbida en energía eléctrica. Aunque no se ha mostrado, el sistema de conversión 608 de fluido puede incluir una bomba, válvulas, depósitos y/u otros dispositivos de fluido que facilitan la regulación del flujo del fluido de trabajo F. Alternativamente, el sistema de conversión 608 de fluido puede almacenar el fluido de trabajo F calentado y/o dirigir el flujo del fluido de trabajo F a otros lugares donde, por ejemplo, el fluido de trabajo F puede ser utilizado para calentar.

45 Tal como se muestra en la Figura 10, los módulos de LC 652 pueden disponerse en grupos 666 de filas y están montados en una estructura de montaje o seguimiento 654. La estructura de seguimiento 654 puede ser capaz de manipular la orientación de los módulos de LC 652 (por ejemplo, basculando y/o haciendo rotar los módulos de LC 652) de manera tal, que los módulos de LC 652 son sustancialmente alineados con una fuente de luz (no mostrada). La estructura de seguimiento 654 incluye una parrilla de plataforma inclinada para sustentar los módulos de LC 652, una guía circular 662, y una pluralidad de barras de soporte 656 que se extienden desde la guía circular 662 hasta la parrilla de plataforma inclinada 658. La estructura de seguimiento 65 puede ser fabricada de cualquier material robusto, tal como plástico o un tubo de alineación metálica hueco, tal como de aluminio extrudido, o en forma de barra maciza. La estructura de seguimiento 654 puede incluir también unas ruedas 660, fijadas a la guía circular 662. La guía circular 662 puede estar conectada o acoplada a un servomotor 672 destinado a hacer rotar la guía circular 662 y la estructura de seguimiento 654 a lo largo de un eje paralelo con respecto a un eje vertical 657. Como se muestra en la Figura 10, los grupos 666 de filas de los módulos de LC 652 pueden descansar sobre unos soportes rotativos 668 que son soportados por unos pies 664. Otro servomotor (no mostrado) puede estar conectado a los soportes rotativos 668 de una manera tal, que haga rotar los módulos de LC 652 a lo largo del plano formado por el eje vertical 657 y el eje horizontal 655.

55 La estructura de seguimiento 654 puede variar en estructura y configuración basándose, en parte, en el entorno en que opera la estructura de seguimiento 654. Como se muestra en la Figura 10, la estructura de seguimiento 654 mantiene la parrilla de plataforma 658 en un ángulo de inclinación agudo deseado 659 con respecto a los ejes horizontal y vertical, 655 y 657. El ángulo agudo 659 se mide entre el eje horizontal y un plano inclinado (denotado por la flecha 661) que se extiende a lo largo de la superficie de la parrilla de plataforma 658. Los módulos de LC 652 se encuentran también distribuidos (por ejemplo, en grupos de hileras o filas) a lo largo del plano inclinado. Como se muestra en la Figura 10, los módulos de LC 652 están orientados de manera que se enfrentan a una dirección de incidencia 663 que se proyecta o sobresale formando un cierto ángulo con respecto a la parrilla de plataforma 658.

65 Los módulos de LC 652 pueden estar conectados eléctricamente y/o en comunicación de fluido unos con otros, o bien dispuestos unos con respecto a otros según se ha descrito anteriormente con referencia al sistema de LEC 100

## ES 2 362 336 T3

(Figura 1), al sistema de LEC 350 (Figura 5), a los conjuntos geoméricamente ordenados 401-403 (Figura 6), al sistema de LEC 500 (Figura 7), y al sistema de LEC 550 (Figura 8). Por otra parte, algunos de los sistemas de LEC anteriormente explicados pueden formar parte de un sistema de control maestro o principal más grande que controla y hace funcionar cada sistema de LEC.

5 Se proporciona también un método para fabricar un sistema de conversión de luz destinado a generar energía eléctrica y térmica. El método incluye acoplar o conectar un primer módulo de LC a un circuito de fluido. El primer módulo de LC incluye un elemento óptico de concentración de luz que está configurado para dirigir energía luminosa hacia una región focal, y un receptor que se mantiene en la región focal. El receptor incluye un alojamiento que  
10 tiene una cámara que alberga un miembro de conversión de energía. El miembro de conversión de energía transforma energía luminosa recibida desde el elemento óptico en energía eléctrica y térmica. El método también incluye acoplar o conectar un segundo módulo de LC al circuito de fluido en serie con el primer módulo de LC. El circuito de fluido tiene un fluido de trabajo que fluye a su través de manera tal, que el fluido de trabajo absorbe energía térmica al tiempo que fluye a través de los primer y segundo módulos de LC. La cantidad de energía térmica contenida en el fluido de  
15 trabajo aumenta a medida que el fluido de trabajo fluye a través del segundo módulo de LC.

En otra realización, se proporciona un método para fabricar un sistema de LEC destinado a generar energía eléctrica y térmica. El método incluye proporcionar una pluralidad de módulos de LC que están configurados para convertir energía luminosa en energía eléctrica y para transformar la energía luminosa en energía térmica. Cada módulo de LC  
20 incluye al menos una célula fotovoltaica (PV-“photovoltaic”) que presenta una salida de corriente nominal predeterminada. El método también incluye conectar el módulo de LC a un circuito eléctrico y acoplar o conectar los módulos de LC a lo largo de un circuito de fluido, de tal manera que un fluido de trabajo que fluye a través del circuito de fluido absorbe energía térmica contenida en los módulos de LC. Los módulos de LC están situados a lo largo del circuito de fluido y/o conectados eléctricamente de un modo tal, que la salida de corriente de funcionamiento de los módulos de  
25 LC es sustancialmente la misma.

Por tanto, realizaciones que aquí se describen proporcionan el efecto técnico de un sistema o un método de LEC que genera al menos una de entre energía eléctrica y energía térmica. En algunas realizaciones, otro efecto técnico de los sistemas y métodos de LEC que aquí se describen es que la temperatura del fluido de trabajo F puede ser estimulada o  
30 reforzada por un módulo de LC que se ha configurado para transformar la energía luminosa sustancialmente en energía térmica. En algunas realizaciones, otro efecto técnico de los sistemas y métodos de LEC que aquí se describen es que el sistema de LEC puede ser reconfigurado modificando las conexiones y el flujo del fluido de trabajo entre módulos de LC, y sustituyendo un tipo de módulo de LC por otro. En algunas realizaciones, otro efecto técnico de los sistemas y métodos que aquí se describen es el uso más eficiente de la energía luminosa, gracias a que la energía luminosa se  
35 convierte tanto en energía eléctrica como en energía térmica.

Además, pueden realizarse numerosas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse del ámbito de esta. Por ejemplo, los sistemas de LEC que se han expuesto aquí pueden ser reconfigurados en el curso de las diferentes estaciones climáticas con el fin de mantener un funcionamiento eficiente y duradero del sistema respectivo. Asimismo, si bien se explicaron detalladamente en lo anterior diferentes con referencia a ciertas realizaciones y componentes, los expertos de la técnica comprenderán que estas características pueden ser combinadas con otras características o añadidas a otros componentes.

Asimismo, las dimensiones, tipos de materiales, orientaciones de los diversos componentes, así como el número y posiciones de los diversos componentes, que se han descrito aquí, tienen la intención de definir parámetros de ciertas realizaciones y no son en ningún modo limitativos, de manera que constituyen realizaciones proporcionadas meramente a modo de ejemplo. Muchas otras realizaciones y modificaciones dentro del ámbito de las reivindicaciones resultarán evidentes para los expertos de la técnica al revisar la anterior descripción. El ámbito de la invención deberá, por tanto, determinarse con referencia a las reivindicaciones que se acompañan, junto con el ámbito completo de equivalentes al que dan derecho dichas reivindicaciones. En las reivindicaciones que se acompañan, las expresiones “que incluye” y “en el cual” se utilizan como equivalentes en inglés llano de las expresiones “que comprende” y “en el que”. Además, en las reivindicaciones que siguen, los términos “primer”, “segundo” y “tercer”, etc., se utilizan meramente como etiquetas, y no es la intención que impongan exigencias numéricas a sus objetos. Por otra parte, las limitaciones de las reivindicaciones siguientes no están escritas en una forma de “medios más función”, y no es la intención que sean interpretadas basándose en el criterio 35 U.S.C. § 212, párrafo sexto, a menos que, y en tanto en cuanto, tales limitaciones de las reivindicaciones utilicen expresamente el sintagma “medios para”, seguido de una aseveración de falta de función de la estructura adicional.

60

65

# ES 2 362 336 T3

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de conversión de energía luminosa (LEC) para generar energía eléctrica y térmica, de tal manera que el sistema comprende:

un circuito (110) de fluido, que incluye un fluido de trabajo que fluye a su través; y está **caracterizado** por:

una pluralidad de módulos (102) de concentración de luz (LC) de enfoque de punto, o puntual, destinados a convertir energía luminosa en energía eléctrica y a transformar la energía luminosa en energía térmica, de tal manera que los módulos de LC de enfoque puntual incluyen un primer módulo de LC, acoplado o conectado en serie, en comunicación de fluido, con un segundo módulo de LC a lo largo del circuito (110) de fluido, de tal modo que el fluido de trabajo absorbe energía térmica mientras fluye a través de los primer y segundo módulos de LC, de tal manera que la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo aumenta a medida que el fluido de trabajo fluye a través del segundo módulo de LC;

de tal modo que el primer módulo de LC comprende un elemento óptico (104) de concentración de luz, configurado para dirigir energía luminosa hacia una región focal puntual, y un receptor que sustenta un miembro de conversión de energía, de tal manera que el miembro de conversión de energía del primer módulo de LC transforma energía luminosa recibida desde el elemento óptico del primer módulo de LC en energía eléctrica y térmica; y

el segundo módulo de LC comprende un elemento óptico (104) de concentración de luz, configurado para dirigir energía luminosa hacia una región focal puntual, así como un receptor que sustenta un miembro de conversión de energía, de tal modo que el miembro de conversión de energía del segundo módulo de LC transforma energía luminosa recibida desde el elemento óptico del segundo módulo de LC en al menos energía térmica;

de tal forma que la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo que sale del segundo módulo de LC es mayor que la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo que sale del primer módulo de LC.

2. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el miembro de conversión de energía del primer módulo de LC incluye una célula fotovoltaica (PV) para generar energía eléctrica.

3. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual el fluido de trabajo absorbe energía térmica generada en tomo a la célula PV.

4. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el primer módulo de LC es un primer tipo de módulo de LC y el segundo módulo de LC es un segundo tipo de módulo de LC, de tal manera que los primer y segundo tipos de módulos de LC tienen al menos una posibilidad de entre estructuras diferentes y salidas de energía diferentes, de tal modo que el segundo módulo de LC convierte energía luminosa únicamente en energía térmica.

5. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el primer módulo de LC es un primer tipo de módulo de LC y el segundo módulo de LC es un segundo tipo de módulo de LC, de tal manera que los primer y segundo tipos de módulos de LC tienen al menos una posibilidad de entre estructuras diferentes y salidas de energía diferentes, de tal modo que el primer módulo de LC comprende una pluralidad de primeros módulos de LC conectados o acoplados en serie a lo largo del circuito (110) de fluido.

6. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el primer módulo de LC es un primer tipo de módulo de LC y el segundo módulo de LC es un segundo tipo de módulo de LC, de tal manera que los primer y segundo tipos de módulos de LC tienen al menos una posibilidad de entre estructuras diferentes y salidas de energía diferentes, de tal modo que el segundo módulo de LC comprende una pluralidad de segundos módulos de LC conectados o acoplados en serie a lo largo del circuito de fluido.

7. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual los módulos de LC están acoplados o conectados a una estructura de montaje para alinear los módulos de LC (102) con una fuente de luz.

8. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual al menos uno de entre el primer módulo de LC y el segundo módulo de LC está conectado de forma extraíble o desmontable al circuito de fluido de manera tal, que dicho al menos uno de entre el primer módulo de LC y el segundo módulo de LC es fácilmente separable del sistema de LEC sin destruir el módulo de LC ni el sistema de LEC.

9. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el fluido de trabajo fluye enteramente a través del primer módulo de LC y, a continuación, enteramente a través del segundo módulo de LC.

## ES 2 362 336 T3

10. Un método para fabricar un sistema de conversión de energía luminosa (LEC), destinado a generar energía eléctrica y térmica, de manera que el método está **caracterizado** por:

5 acoplar o conectar un primer módulo (102) de concentración de luz a un circuito (110) de fluido, de tal manera que el primer módulo de LC incluye un elemento óptico (104) de concentración de luz, configurado para dirigir energía luminosa hacia una región focal de punto, o puntual, y un receptor que sustenta un miembro de conversión de energía, de tal manera que el miembro de conversión de energía del primer módulo de LC transforma energía luminosa recibida desde el elemento óptico del primer módulo de LC en energía eléctrica y térmica; y

10 acoplar o conectar un segundo módulo de LC al circuito (110) de fluido, en serie con el primer módulo de LC, de tal manera que el circuito de fluido tiene un fluido de trabajo que fluye a su través, de forma que el fluido de trabajo absorbe energía térmica mientras fluye a través de los primer y segundo módulos de LC, de tal modo que el segundo módulo de LC comprende un elemento óptico (104) de concentración de luz, configurado para dirigir energía luminosa hacia una región focal puntual, y un receptor que sustenta un miembro de conversión de energía, de tal manera que el miembro de conversión de energía del segundo módulo de LC transforma energía luminosa recibida desde el elemento óptico del segundo módulo de LC en al menos energía térmica, de forma que la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo que sale del segundo módulo de LC es mayor que la cantidad de energía térmica contenida en el fluido de trabajo que sale del primer módulo de LC.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el cual el primer módulo de LC es un primer tipo de módulo de LC y el segundo módulo de LC es un segundo tipo de módulo de LC, de tal manera que los primer y segundo tipos de módulos de LC tienen al menos una posibilidad de entre estructuras diferentes y salidas de energía diferentes, de tal modo que conectar un primer módulo de LC comprende conectar una pluralidad de primeros módulos de LC al circuito (110) de fluido.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el cual el miembro de conversión de energía incluye una célula fotovoltaica (PV) para generar energía eléctrica.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el cual el fluido de trabajo fluye enteramente a través del primer módulo de LC y, a continuación, a través del segundo módulo de LC.

14. El sistema de LEC de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual los primer y segundo módulos de LC son de un tipo común, de tal manera que los primer y segundo módulos de LC son estructuralmente similares y tienen una salida de energía sustancialmente común.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 10, en el cual los primer y segundo módulos de LC son de un tipo común, de tal manera que los primer y segundo módulos de LC son estructuralmente similares y tienen una salida de energía sustancialmente común.

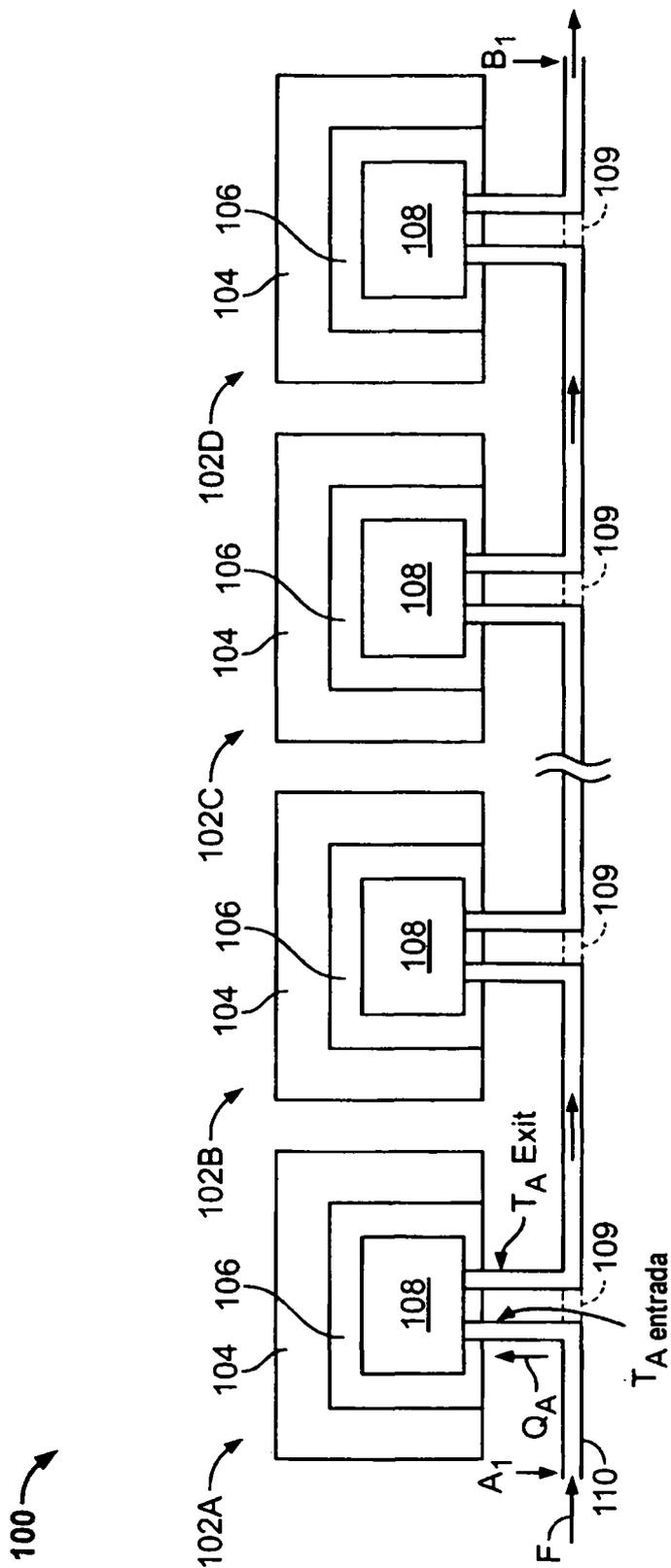


FIG. 1

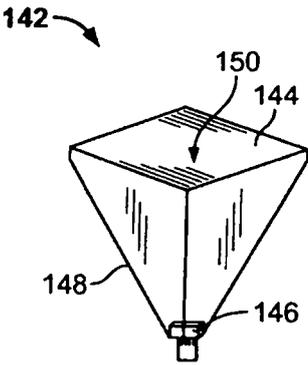


FIG. 2A

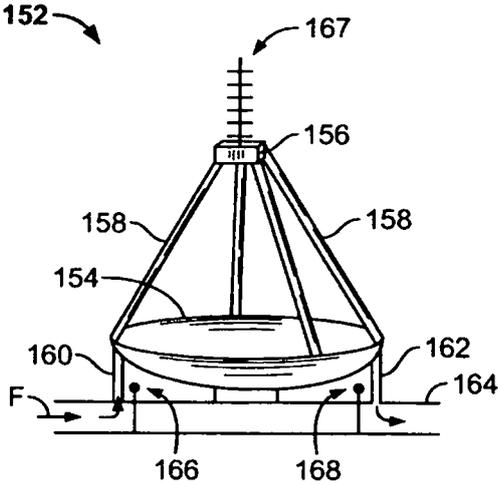


FIG. 2B

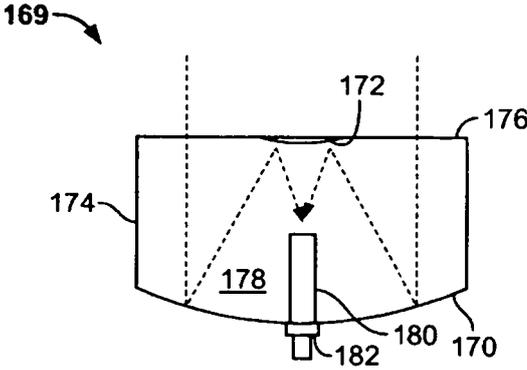


FIG. 2C

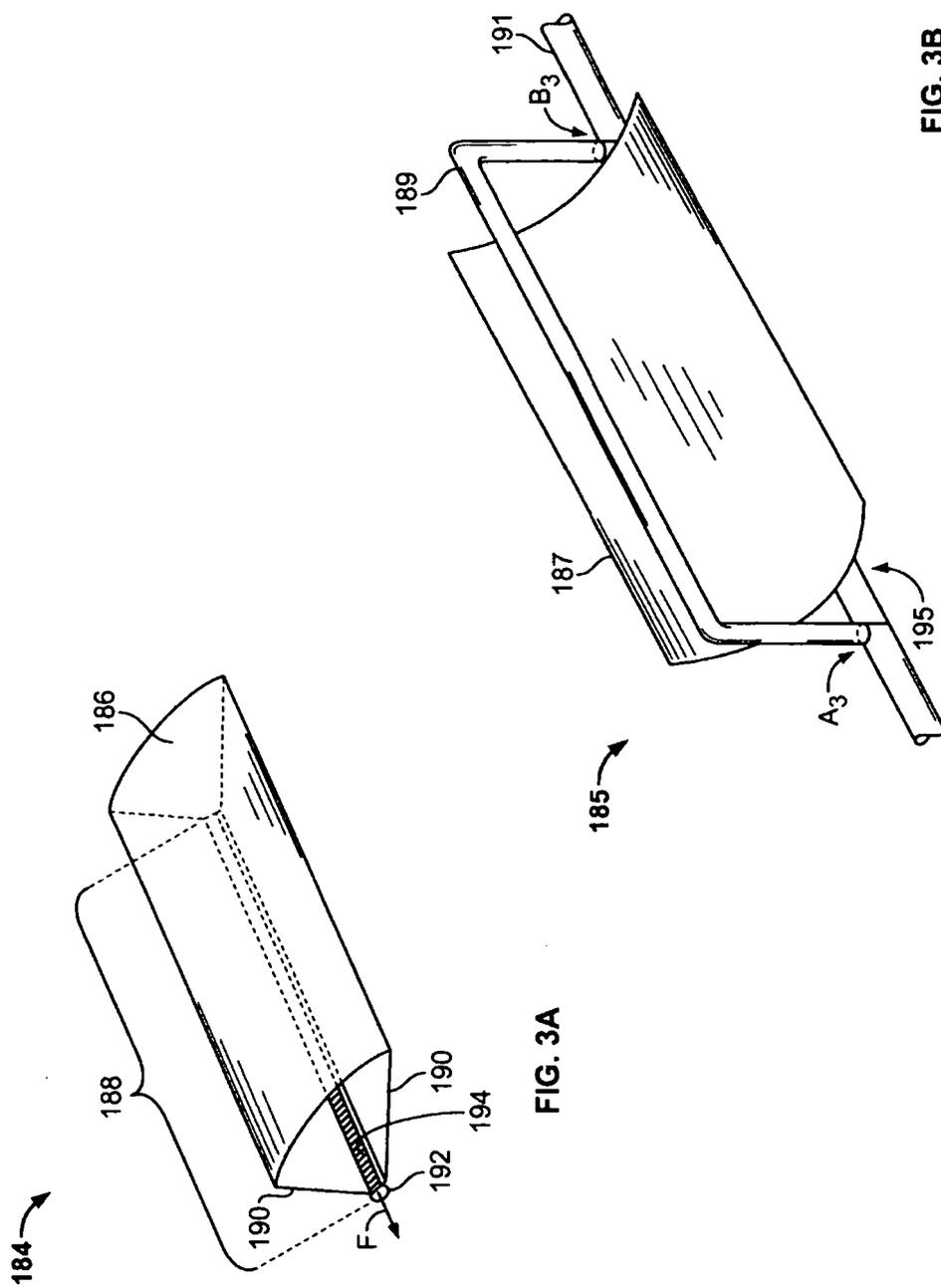


FIG. 3A

FIG. 3B

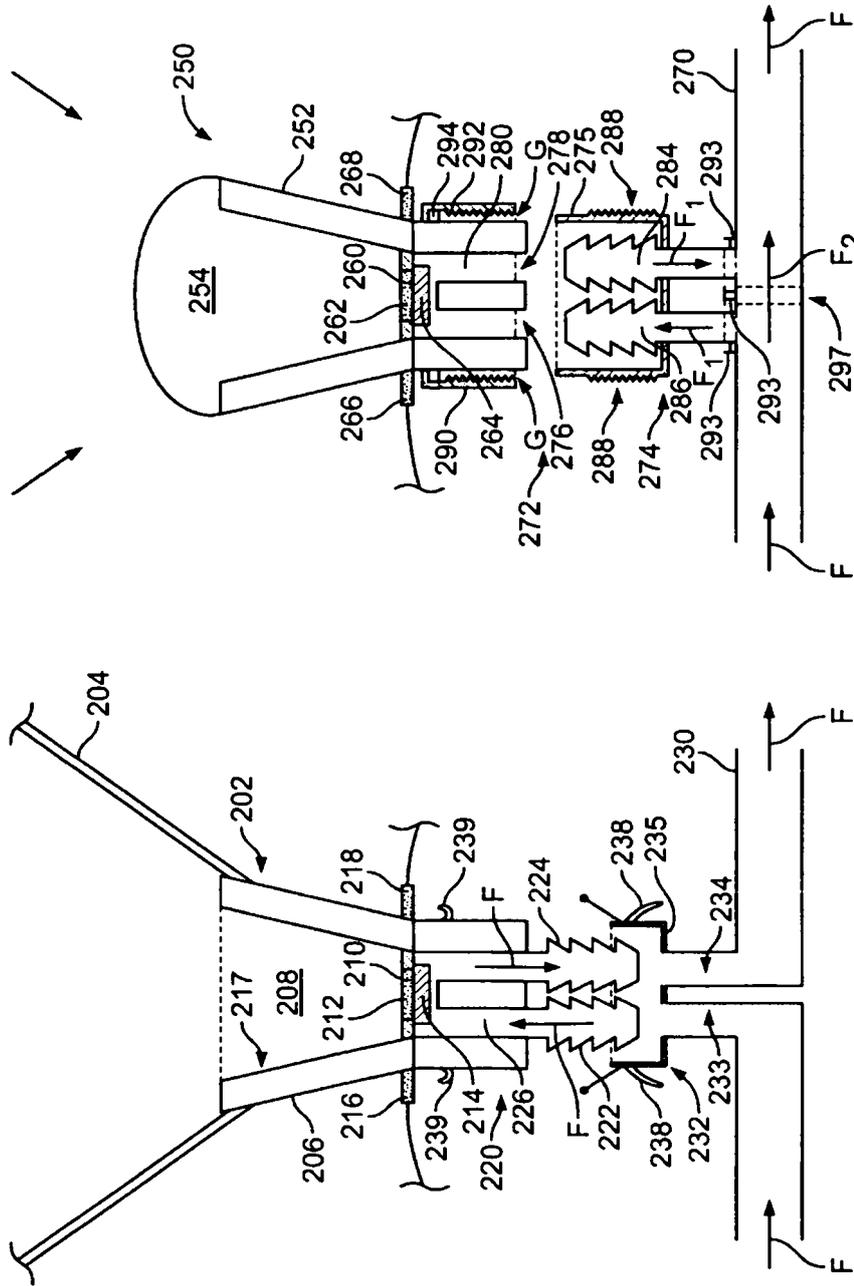


FIG. 4B

FIG. 4A

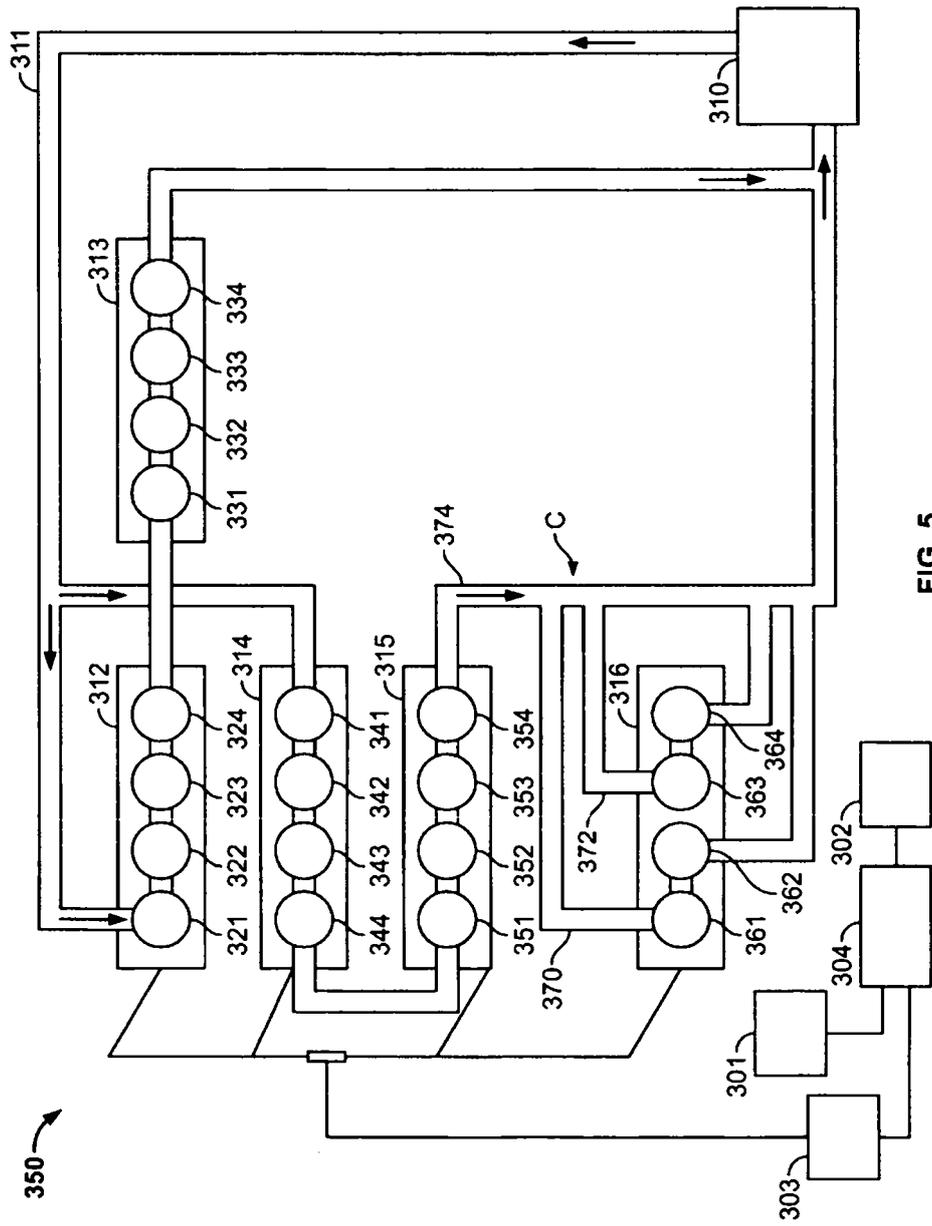


FIG. 5

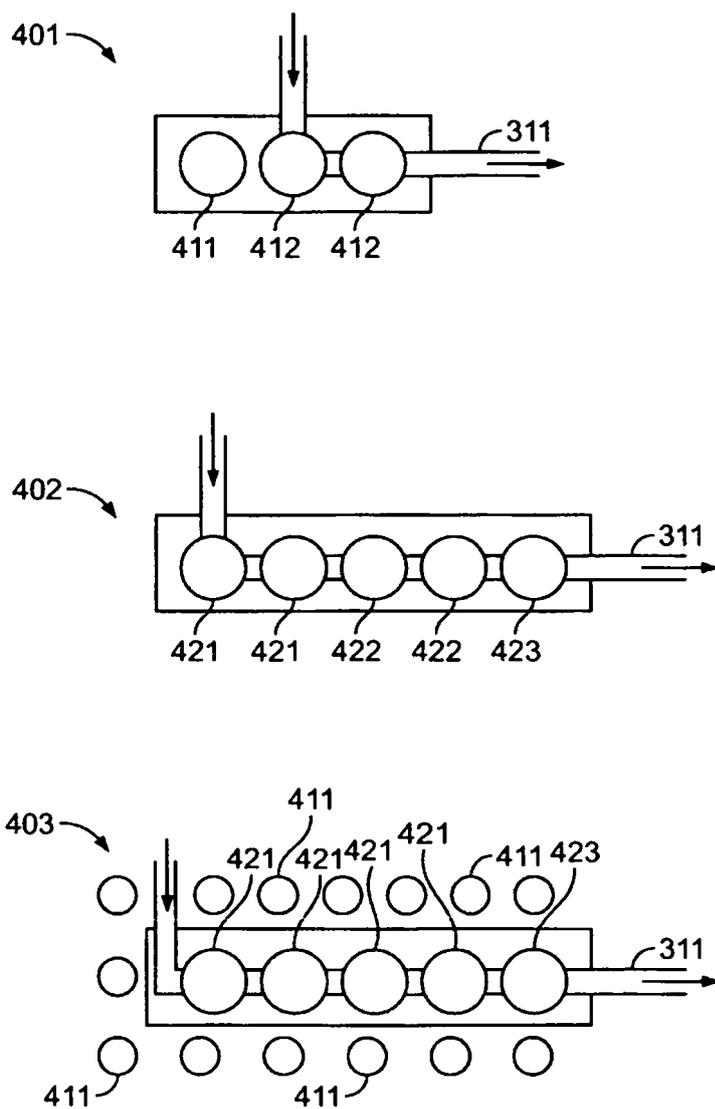


FIG. 6

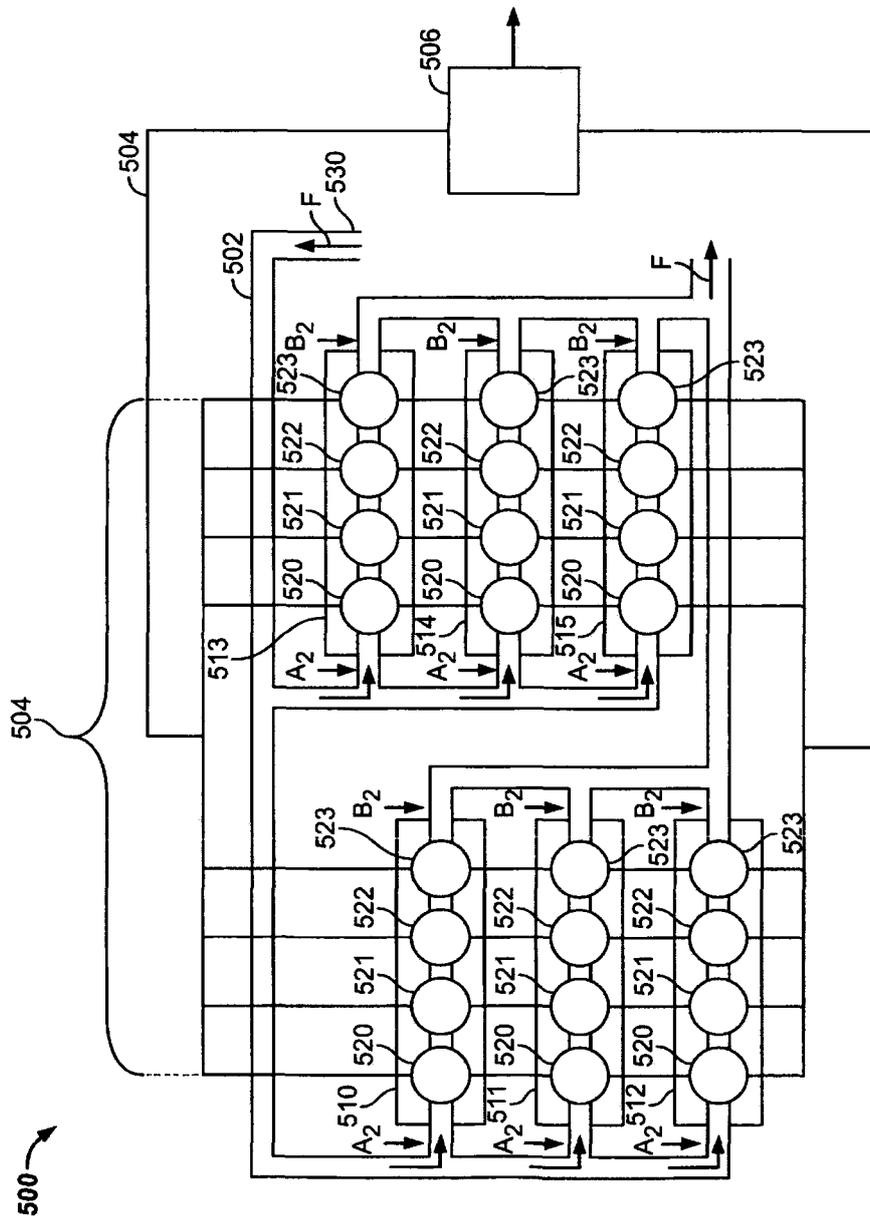


FIG. 7

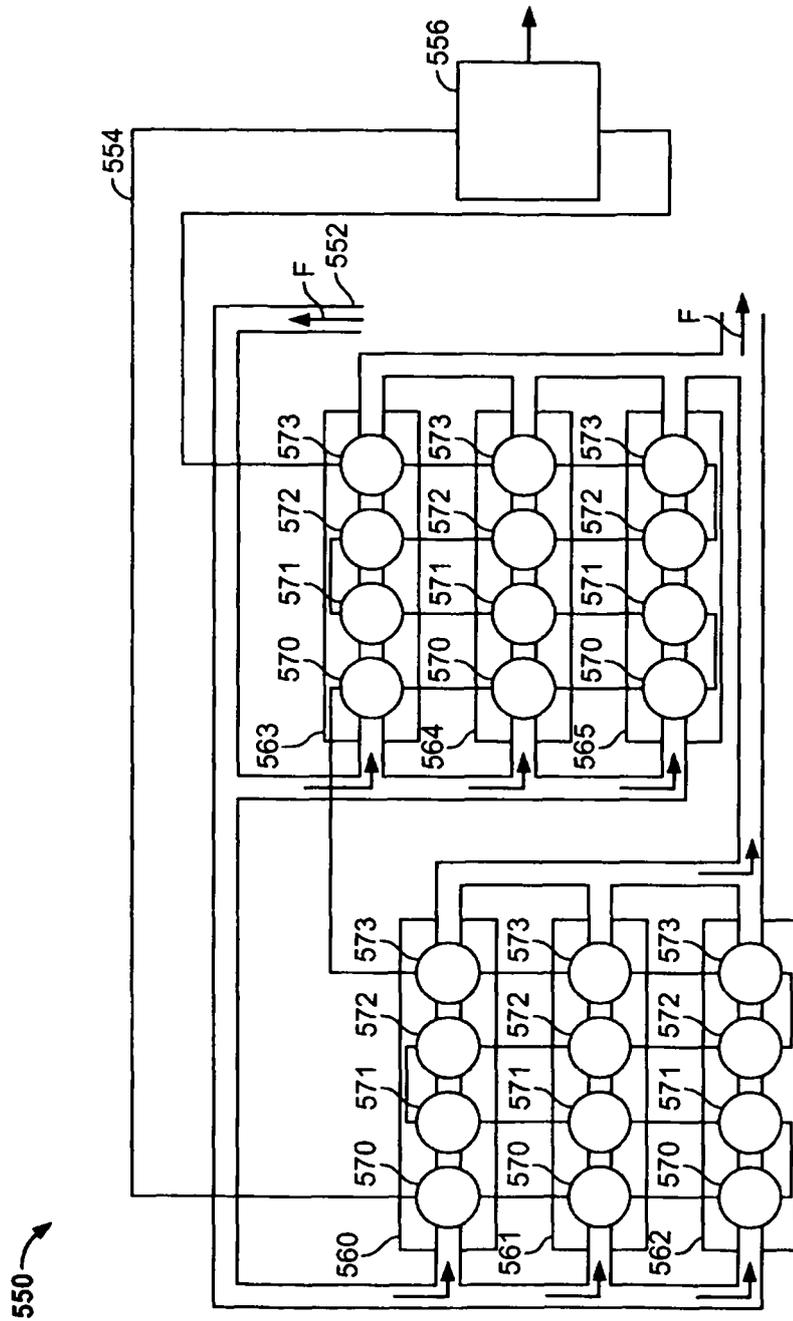


FIG. 8

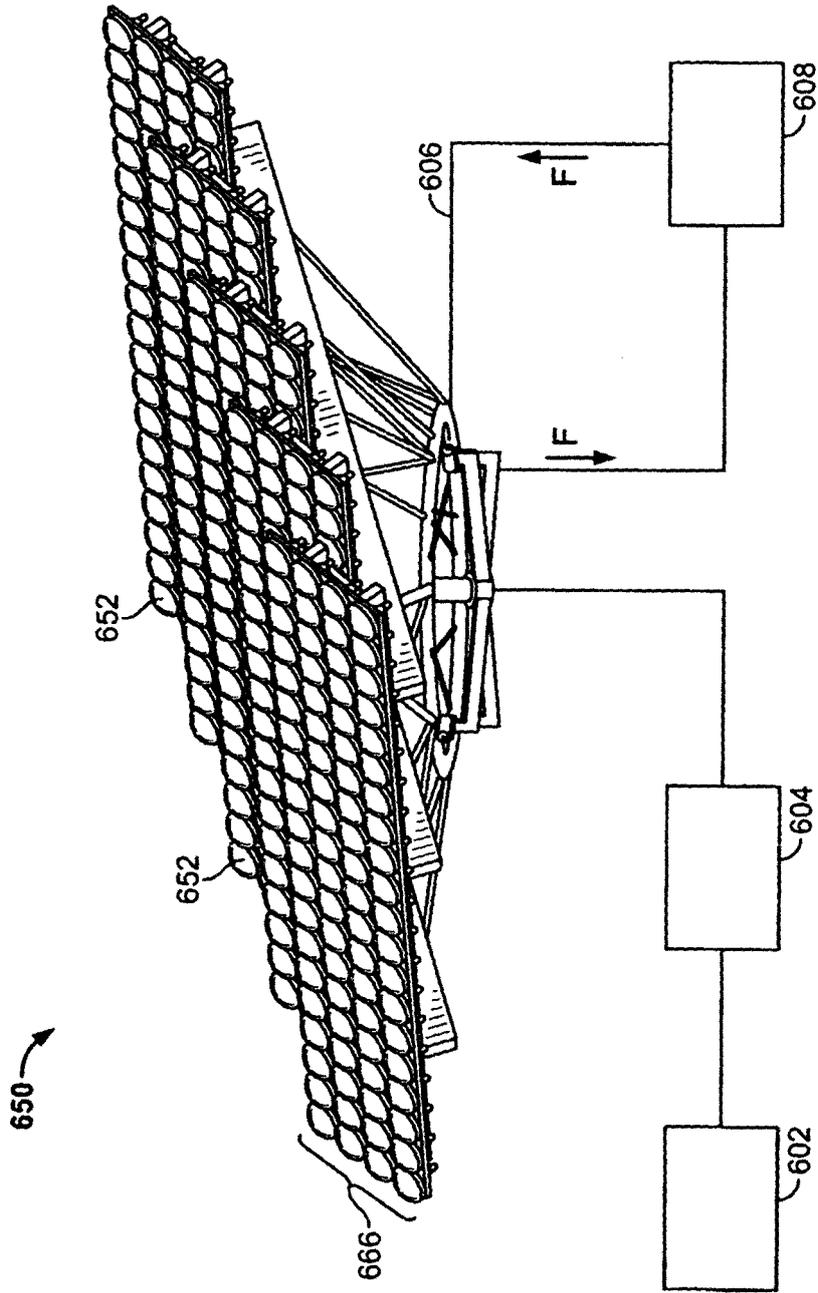


FIG. 9

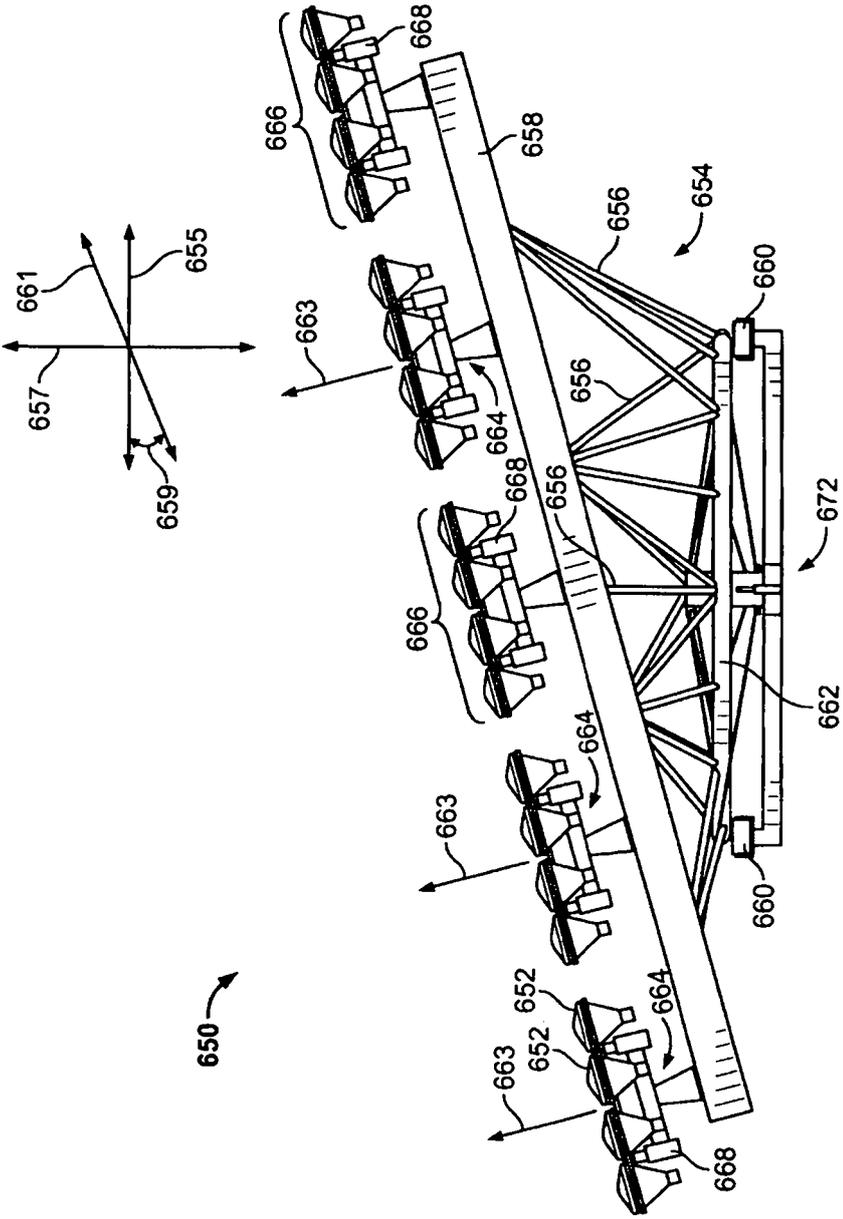


FIG. 10