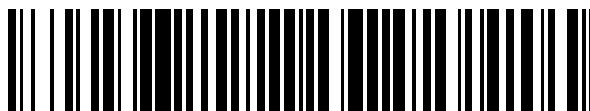


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 425**

51 Int. Cl.:

H01L 31/053 (2014.01)

H01L 31/052 (2014.01)

H01L 31/054 (2014.01)

H02S 40/22 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2014** **PCT/IB2014/066114**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.05.2015** **WO15075625**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2014** **E 14815037 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2019** **EP 3072160**

54 Título: **Panel fotovoltaico**

30 Prioridad:

21.11.2013 IT MI20131937

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.04.2020

73 Titular/es:

**FONDAZIONE CENTRO INTERNAZIONALE
DELLA FOTONICA PER ENERGIA (100.0%)
Piazza Leonardo da Vinci 32
20133 Milano , IT**

72 Inventor/es:

**RIGHETTI, ALDO y
GRASSO, GIORGIO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 753 425 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

Panel fotovoltaico

- 5 La presente invención se refiere a un panel fotovoltaico de concentración con dispositivo de almacenamiento de energía integrado.

Se conocen paneles fotovoltaicos de concentración en los que la radiación solar se concentra en el material fotovoltaico mediante un sistema de concentración óptica, para sustituir parte del material fotovoltaico de alto costo con una óptica que puede ser diseñados con tecnología de bajo costo. La ganancia geométrica (G) de los sistemas de concentración óptica, se define como la relación entre el área de entrada de la radiación solar y el área de salida, esta última ocupada por el material fotovoltaico en el que se concentra la radiación, puede variar desde valores comprendidos entre aproximadamente 1 y 10, considerado como baja concentración, hasta valores de 100 y más (alta concentración), pasando por valores intermedios comprendidos entre aproximadamente 10 y 100 (concentración media). En general, los sistemas de baja concentración, a diferencia de los sistemas de concentración media y alta, tienen la ventaja de que no requieren un sistema de seguimiento solar (paneles con instalación estática o casi estática) y, debido a un ángulo de aceptación bastante alto, permiten la recolección de una porción significativa de la luz difusa.

Ejemplos de paneles fotovoltaicos de concentración se describen en: EP0575797A1, WO2007/073203A1, DE202009006442U, US2011/0132434A1, 'Outdoor performance of a low-concentrated photovoltaic-thermal hybrid system with crystalline silicon solar cells' por Chengdong Kong y otros, Applied Energy 2013 <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.02.011>, AU-A-70929/87, WO 2013/030720A1, MI2011A002294, WO2012/017274A1.

25 Recientemente, ha resultado ventajoso combinar una planta fotovoltaica (que típicamente comprende, además de uno o más paneles fotovoltaicos, un inversor para controlar los paneles y transformar la corriente producida) con un sistema de almacenamiento de la energía producida por los paneles fotovoltaicos. En la presente descripción y reivindicaciones, los términos energía, corriente, etc. se refieren a su significado eléctrico.

30 Dicha combinación es ventajosa no solo para las plantas 'independientes' (es decir, desconectadas de la red de distribución eléctrica), sino también en las plantas conectadas a la red (donde el intercambio se proporciona típicamente con la red de distribución eléctrica), ya que facilita el consumo in situ de la corriente producida por los paneles (denominado 'autoconsumo') y/o permite una optimización del funcionamiento de la red eléctrica, ya que aumenta su flexibilidad en términos de gestión de los flujos de corriente desde y hacia la red (se observa que, en principio, el sistema de almacenamiento también puede almacenar la energía eléctrica proveniente de la red).

El documento WO2009/011794A2 describe un módulo fotovoltaico que comprende una primera y una segunda celda fotovoltaica y un dispositivo de almacenamiento de energía integrado en el módulo.

40 El solicitante ha notado que los paneles fotovoltaicos conocidos no están exentos de inconvenientes y/o pueden mejorarse con respecto a uno o más aspectos.

El solicitante percibió que los paneles fotovoltaicos conocidos con sistemas de almacenamiento integrados en el panel no proporcionan una capacidad de almacenamiento óptima. Por ejemplo, el dispositivo de almacenamiento en el documento WO2009/011794A2 se coloca junto con las celdas fotovoltaicas (Figura 3) o en un lado de las mismas (Figura 4). En el primer caso, el espacio disponible para el dispositivo de almacenamiento está limitado por el tamaño máximo en la dirección del grosor del panel (en otras palabras, para aumentar el espacio disponible, es necesario aumentar el grosor total del panel, con el riesgo de exceder el grosor estándar aceptado industrialmente de los paneles fotovoltaicos). En el segundo caso, el espacio disponible para el dispositivo de almacenamiento está limitado por el límite mencionado anteriormente dado por el grosor máximo y/o por el tamaño máximo en el sentido de las dos dimensiones principales del panel (ortogonal al grosor), también por la extensión de las celdas fotovoltaicas (en otras palabras, al disminuir las últimas por un lado, en principio, el espacio disponible para el dispositivo de almacenamiento aumenta, y por otro lado, sin embargo, la potencia del panel disminuye, dado el mismo tamaño del panel y material fotovoltaico).

El solicitante también ha percibido que se estableció una (o, en cualquier caso, algunas) normas industriales con respecto al tamaño, el trabajo estructural relativo y los modos de instalación de los paneles fotovoltaicos sin concentración solar y sin almacenamiento integrado de energía eléctrica (también conocido como 'paneles fotovoltaicos planos'). Para tal fin, el solicitante ha percibido que es ventajoso, en términos de costo de fabricación y simplicidad, usar el mismo trabajo estructural y modos de instalación de los paneles planos estándar, también para aquellos con almacenamiento de energía eléctrica. Para permitir esto, es conveniente que los paneles con almacenamiento de energía eléctrica sean similares a los paneles estándar en términos de tamaño.

Un problema subyacente a la presente invención, en sus diversos aspectos y/o realizaciones, es proporcionar un panel fotovoltaico que sea capaz de solucionar uno o más de los inconvenientes mencionados anteriormente.

Tal problema se resuelve mediante un panel fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 1.

En un primer aspecto, la invención se refiere a un panel fotovoltaico que comprende una variedad de sistemas para la concentración óptica de radiación de luz colocados mutuamente uno al lado del otro y que tienen una entrada óptica respectiva y una salida óptica respectiva, y una variedad de celdas fotovoltaicas colocadas respectivamente en las salidas ópticas. Una porción respectiva del espacio de afuera de los sistemas de concentración está delimitada por al menos dos sistemas de concentración ópticos adyacentes y por un plano que pasa a través de (o interpola) dichas dos salidas ópticas respectivas.

El panel comprende, colocado en dicha porción de espacio, al menos una porción de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica producida por dichas celdas fotovoltaicas.

De acuerdo con el solicitante, la colocación de al menos una porción del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica en la porción de espacio mencionada anteriormente permite un uso óptimo del espacio total ocupado por el panel, ya que se usa un espacio que ya está disponible luego de la presencia de los sistemas de concentración óptica. De hecho, la forma misma de los sistemas de concentración, que tienen un tamaño en la salida óptica menor que el tamaño en la entrada óptica, determina la delimitación de una porción de espacio entre dos sistemas de concentración adyacentes. En la técnica anterior, dicha porción de espacio no se usaba o, como en el caso del documento mencionado anteriormente DE202009006442U, se usó con el fin de eliminar y/o intercambiar calor. Sin embargo, siguiendo las enseñanzas de la presente invención, dicha porción de espacio se convierte en un espacio útil para alojar los diversos elementos del dispositivo de almacenamiento, permitiendo así integrar, en los paneles fotovoltaicos, la función de almacenamiento de la energía eléctrica (por ejemplo, producida por los mismos paneles) sin ningún aumento del peso total del panel y/o con una alta capacidad de almacenamiento (dada la misma eficiencia de almacenamiento del dispositivo), todo lo anterior ocurre sin ningún efecto negativo en la energía eléctrica del panel.

Preferentemente, el panel comprende al menos una porción respectiva del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica dispuesta en una porción respectiva de espacio fuera de los sistemas de concentración y delimitada por cada par de sistemas de concentración óptica adyacentes y por dicho plano que pasa a través de dichas dos salidas ópticas respectivas de dicho par. Ventajosamente, de tal manera se utilizan todos los espacios disponibles entre cada par de concentradores ópticos.

Preferentemente, el panel comprende una porción adicional del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica interpuesto entre al menos dos, preferentemente entre cada par de celdas fotovoltaicas consecutivas.

Preferentemente, el panel comprende una porción adicional del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (posiblemente coincidiendo con dicha porción adicional del dispositivo de almacenamiento) que constituye un elemento de soporte trasero (es decir, opuesto a las entradas ópticas) del panel. Preferentemente, dicha porción adicional del dispositivo de almacenamiento se extiende en un semiespacio opuesto al semiespacio horizontal de los sistemas de concentración óptica con respecto a un plano horizontal de las celdas fotovoltaicas.

Preferentemente, el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica comprende al menos una batería recargable (por ejemplo, del tipo de iones de litio) y/o al menos un supercondensador.

Preferentemente, el panel comprende una unidad electrónica de accionamiento y control configurada para cargar y descargar el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (o partes del mismo) y, preferentemente, para optimizar la producción de energía eléctrica producida por el propio panel. Preferentemente, la unidad de accionamiento y control está configurada para cargar y descargar el dispositivo de almacenamiento de acuerdo con los requisitos de una red eléctrica conectada al panel, como, por ejemplo, la necesidad de mantener constante la energía eléctrica suministrada por el panel, independientemente de las condiciones de insolación.

Preferentemente, el plano horizontal de cada salida óptica identifica dos semiespacios, cada sistema de concentración respectivo completamente extendido en el semiespacio dispuesto en el lado opuesto a la celda fotovoltaica respectiva con respecto a dicho plano horizontal de la salida óptica. Ventajosamente, de tal manera, se garantiza un amplio espacio disponible para el dispositivo de almacenamiento.

Preferentemente, el sistema de concentración óptica tiene una primera dirección de extensión que pasa a través de dicha entrada óptica y dicha salida óptica, con mayor preferencia ortogonal al plano horizontal de dicha salida óptica (o al plano horizontal que interpola mejor la salida óptica, en caso de no planaridad del último). Preferentemente, dicha celda fotovoltaica se extiende ortogonalmente a dicho eje de extensión.

Preferentemente, la relación (también conocida como ganancia geométrica del sistema de concentración) entre la extensión superficial de la proyección de la entrada óptica en un plano ortogonal a la primera dirección de extensión y la extensión superficial de la proyección de la salida óptica en dicho plano ortogonal es mayor o igual a 1,5, con mayor preferencia mayor o igual a 2, y/o menor o igual a 10, con mayor preferencia menor o igual a 5. Ventajosamente, de tal manera, se obtiene un buen compromiso entre el ángulo de aceptación del sistema de concentración óptica (con

posibilidad de instalación estática o casi estática) y el espacio disponible entre dos sistemas de concentración adyacentes.

5 Preferentemente, cada sistema de concentración óptica comprende un sistema reflectante que delimita, junto con dicha entrada óptica y dicha salida óptica, un espacio dentro del sistema reflectante.

10 Preferentemente, cada sistema de concentración óptica comprende un sistema refractivo, con mayor preferencia colocado dentro de dicho espacio interno. Ventajosamente, de tal manera, el sistema de concentración óptica permite una concentración eficiente de la radiación de luz y al mismo tiempo una amplia disponibilidad de espacio externo entre dos sistemas reflectantes adyacentes.

Preferentemente, el sistema refractivo comprende (o incluso consiste en) un cuerpo hecho de material dieléctrico transparente, con un índice de refracción preferentemente mayor o igual a 1,3.

15 Preferentemente, el panel también comprende un sistema de eliminación de calor configurado para eliminar calor de las celdas fotovoltaicas. El sistema de eliminación de calor mantiene ventajosamente la eficiencia de conversión de las celdas sobre valores óptimos (ya que esto disminuye con el aumento de la temperatura de la celda) y también permite la recuperación de calor útil para su uso (por ejemplo, para producir agua caliente o para calentar).

20 Preferentemente, el sistema de eliminación de calor comprende un conducto hidráulico en contacto térmico con al menos una (preferentemente con cada una) de dichas celdas fotovoltaicas.

Con la expresión 'conducto hidráulico', generalmente se entiende un conducto capaz de transportar el flujo de un fluido, como un líquido (más típico) o un gas.

25 Preferentemente, con referencia a la sección ortogonal, al menos un lado de dicho conducto hidráulico está en contacto (directo o indirecto) con dicha celda fotovoltaica, en la que una capa de material posiblemente interpuesta entre dicho lado y dicha celda está hecha de un material conductor térmico (Por ejemplo, tener una conductividad térmica superior a $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, con mayor preferencia mayor o igual a $5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) (y/o tiene un grosor menor o igual a 10 mm, con mayor preferencia menor o igual a 5 mm. Preferentemente, dicho conducto hidráulico se llena con un fluido convector, por ejemplo, una mezcla que comprende agua y glicol, en circulación (forzada), durante el uso. Ventajosamente, de tal manera, el sistema de eliminación es particularmente eficiente cuando hay un tamaño limitado del mismo. El solicitante observa que un sistema eficiente de eliminación de calor interactúa sinérgicamente con el sistema de concentración óptica en la resolución del problema de aumentar la capacidad de almacenamiento del panel integrado

30 manteniendo el tamaño del mismo, ya que evita el uso de calor particularmente masivo y/o voluminoso sistemas de disipación (como elementos disipadores adecuados, por ejemplo, de aluminio o materiales conductores similares, en contacto térmico con las celdas fotovoltaicas en el lado opuesto a la cara de incidencia de radiación de luz). De esta manera, se libera más espacio útil que puede ser ocupado por el dispositivo de almacenamiento.

40 Preferentemente, dicho conducto hidráulico tiene al menos una cara plana fijada a una cara de la celda fotovoltaica respectiva en el lado opuesto a la salida óptica, por ejemplo por medio de un adhesivo termoconductor, posiblemente con la interposición de un elemento hecho de un material termoconductor.

45 Preferentemente, dicho conducto hidráulico está hecho de un material termoconductor. Preferentemente, el grosor de las paredes de dicho conducto hidráulico es menor o igual a 5 mm, con mayor preferencia menor o igual a 3 mm.

Alternativamente, cada conducto hidráulico aloja internamente una celda fotovoltaica respectiva, el conducto hidráulico es al menos parcialmente transparente y se fija al sistema de concentración óptica en la salida óptica respectiva.

50 Preferentemente, dicho conducto hidráulico tiene un perfil perimetral en una sección ortogonal genérica con forma de D o forma rectangular.

55 Preferentemente, el panel comprende un aislamiento térmico situado alrededor de al menos una porción de la extensión perimetral del conducto hidráulico en una sección ortogonal genérica (dicha porción no comprende dicho lado en contacto térmico con la celda fotovoltaica respectiva, preferentemente dicha porción excluye solo dicho lado). Preferentemente dicho aislamiento térmico está hecho de un material aislante térmico (por ejemplo, que tiene una conductividad térmica inferior a $1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, con mayor preferencia menor o igual a $0,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$), como una espuma aislante sólida.

60 En una realización, dicho conducto hidráulico se obtiene dentro del sistema refractivo del sistema de concentración respectivo. Ventajosamente, de tal manera se libera más espacio para alojar el dispositivo de almacenamiento en el lado opuesto a la salida óptica con respecto a la celda. La porción más externa del dispositivo de almacenamiento puede constituir así un elemento de soporte trasero del panel.

65 Preferentemente, dicho conducto hidráulico tiene un perfil perimetral en una sección ortogonal genérica con forma triangular.

Preferentemente, el panel comprende un aislamiento térmico dispuesto alrededor de una porción de la extensión del perímetro de la celda fotovoltaica en la sección ortogonal genérica fuera del lado en la salida óptica.

Preferentemente, el sistema de concentración óptica tiene una dirección de extensión principal ortogonal a la primera dirección de extensión, teniendo el sistema de concentración óptica un perfil de la sección en un plano de la sección ortogonal a dicha dirección de extensión principal. Por ser longitudinal se diseña paralelo a la dirección de extensión principal.

Preferentemente, el sistema de concentración óptica tiene un perfil de la sección (sustancialmente) inalterable para una serie continua de posiciones del plano de la sección a lo largo de al menos una porción de la longitud de extensión longitudinal del sistema de concentración, con mayor preferencia a lo largo de sustancialmente toda la longitud de extensión longitudinal (posiblemente excepto para las caras finales longitudinales). Ventajosamente, de tal manera, el sistema de concentración es de tipo bidimensional (2D), es decir, concentra la radiación en el plano ortogonal genérico y no a lo largo de la dirección longitudinal. Esto facilita la posibilidad de una instalación en tierra estática o casi estática, donde el sistema de concentración está orientado con la dirección longitudinal de acuerdo con la dirección geográfica este-oeste y con el mencionado plano ortogonal paralelo a la dirección geográfica norte-sur.

Preferentemente, cada celda fotovoltaica (se pretende con dicho término también una tira sustancialmente continua de celdas fotovoltaicas separadas que están conectadas eléctricamente entre sí en serie) tiene una dirección de extensión longitudinal principal.

Preferentemente, cada porción del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica alojada en dicha porción de espacio tiene una dirección de extensión longitudinal principal.

Preferentemente dicho conducto hidráulico se extiende a lo largo de la dirección longitudinal.

Preferentemente, cada sistema reflectante comprende (o consiste en) dos subporciones dispuestas en lados opuestos con respecto a un plano mediano paralelo a la primera dirección y a la dirección principal y que pasa a través de los puntos medios de los perfiles en la sección de la celda fotovoltaica respectiva. Con mayor preferencia, las dos subporciones se reflejan entre sí con respecto a dicho plano medio.

Preferentemente, las superficies enfrentadas entre sí de las dos subporciones del sistema reflectante tienen una reflectividad mayor o igual al 95 %, con mayor preferencia mayor o igual al 99 %, aún con mayor preferencia sobre todo el espectro visible e infrarrojo cercano (por ejemplo, al menos desde aproximadamente 300 nm a aproximadamente 3.000 nm). De esta manera, ventajosamente, además de aumentar la eficiencia de concentración, el paso de calor a través del sistema reflectante desde el espacio dentro de la porción de espacio mencionada anteriormente también es limitado.

Preferentemente, dicha porción de espacio, para una subporción de la misma que queda libre de dicha porción de dispositivo de almacenamiento, se llena con un material aislante, tal como una espuma aislante sólida. Ventajosamente, la alta reflectividad del sistema reflectante y/o el material aislante mencionado anteriormente y/o el aislamiento térmico del tubo aseguran/asegura un aislamiento térmico adecuado para el dispositivo de almacenamiento situado en la porción de espacio, con el doble resultado de reducir la temperatura de operación del mismo y mejora en el intercambio de calor con el fluido convector, limitando la dispersión del calor residual hacia el ambiente.

Preferentemente, el perfil de la sección de cada sistema reflectante comprende (o consiste en) dos subporciones dispuestas en lados opuestos con respecto a un eje mediano (o eje de simetría), la intersección del plano medio mencionado anteriormente con el plano de la sección.

En una realización, el perfil de la sección del sistema refractivo es un triángulo que tiene una base en la sección de la salida óptica y el vértice en el eje de simetría. Preferentemente, el perfil de la sección de cada subporción del sistema reflectante se extiende desde un punto próximo al vértice respectivo en la base del triángulo hasta un punto final en la entrada óptica, y comprende un segmento formado sustancialmente de acuerdo con una parábola que tiene un eje que forma junto con el eje de simetría un ángulo de aceptación mayor que cero y se enfoca en el eje de simetría.

En una realización adicional, el perfil de la sección del sistema refractivo tiene una primera base, preferentemente sustancialmente rectilínea, que coincide con la sección de la salida óptica, una segunda base que coincide con la sección de la entrada óptica y un primer y segundo lado interpuestos entre, y uniendo, la primera y segunda base. El perfil de la sección de cada media porción del sistema reflectante es un segmento que se extiende para superponer, o está en la vecindad inmediata de, al menos una porción del lado respectivo de manera que refleje una radiación incidente hacia el sistema refractivo, y que tiene un punto inicial, que coincide con, o en la vecindad inmediata de, un primer vértice respectivo formado por la primera base y por el lado respectivo y un punto final en el, o en la vecindad inmediata del lado respectivo.

En una realización adicional, el sistema refractivo comprende una porción inferior que soporta una porción superior. El ancho mínimo de la porción inferior es mayor que el ancho máximo de la porción superior. La salida óptica se encuentra en un lado inferior de la porción inferior, siendo el ancho mínimo de la porción inferior mayor o igual que el ancho de la salida óptica. El perfil de la sección de la porción superior tiene una relación de aspecto (relación entre la altura a lo largo de la primera dirección y el ancho máximo) menor o igual a 0,5, preferentemente menor o igual a 0,3. El perfil de la sección de cada media porción del sistema reflectante se extiende desde un punto inicial respectivo en un lado superior de la porción inferior y lateralmente adyacente a la porción superior o próximo a un punto final en la entrada óptica, y preferentemente comprende un segmento sustancialmente de acuerdo con la forma de una parábola.

Un aspecto adicional que no forma parte de la invención se refiere a un sistema fotovoltaico que comprende al menos un panel (más típicamente una variedad de paneles) según la presente invención en las diferentes realizaciones y, fuera del panel, una bomba hidráulica para la circulación forzada de dicho fluido convector en los conductos hidráulicos y un intercambiador de calor para eliminar el calor de dicho fluido. Preferentemente dicho intercambiador está comprendido en un recipiente que almacena el calor, tal como un tanque aislado. Típicamente, el sistema fotovoltaico comprende un inversor.

Las características y ventajas adicionales serán más claras a partir de la descripción detallada de varias realizaciones ejemplares pero no exclusivas de un panel fotovoltaico de acuerdo con la presente invención. Dicha descripción se expondrá a continuación con referencia a las figuras adjuntas, proporcionadas solo con fines indicativos y, por lo tanto, no limitativos, en los que:

- la figura 1 muestra, en sección ortogonal y parcial, un diagrama esquemático de un panel fotovoltaico de acuerdo con la presente invención;
- la figura 2 muestra, en sección ortogonal parcial y esquemática, un panel fotovoltaico de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
- la figura 3 muestra, en sección ortogonal parcial y esquemática, un panel fotovoltaico de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;
- la figura 4 muestra, en sección ortogonal parcial y esquemática, un panel fotovoltaico de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;
- la figura 5 muestra, en sección ortogonal parcial y esquemática, un panel fotovoltaico de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención;
- la figura 6 muestra, en sección ortogonal parcial y esquemática, un panel fotovoltaico de acuerdo con una quinta realización de la presente invención;
- la figura 7 muestra, en sección ortogonal parcial y esquemática, un panel fotovoltaico de acuerdo con una sexta realización de la presente invención.

Con referencia a las figuras adjuntas, el número de referencia 1 indica genéricamente un panel fotovoltaico de acuerdo con la presente invención. Se usará el mismo número de referencia para elementos equivalentes o similares, también en sus diferentes variantes de realización.

El panel fotovoltaico 1 comprende una variedad de sistemas 2 para la concentración óptica de la radiación de luz, colocados mutuamente uno al lado del otro y que tienen una entrada óptica respectiva 3 y una salida óptica respectiva 4, y una variedad de celdas fotovoltaicas 5 dispuestas respectivamente en las salidas ópticas 4. Preferentemente, la longitud en la sección ortogonal de las celdas fotovoltaicas es idéntica a la longitud de las salidas ópticas (como en los ejemplos ilustrados).

Un número reducido de sistemas de concentración 2 se muestran en las figuras. Por ejemplo, en las figuras 2 y 3, solo se muestran dos sistemas de concentración y cada uno solo parcialmente; en las figuras 4 y 5 se muestran tres sistemas, de los cuales solo el central se ilustra con toda su extensión ortogonal; y en las figuras 5 y 6 se muestran tres sistemas 2 con toda su extensión ortogonal. Típicamente, por conveniencia de fabricación y para optimizar el rendimiento, los sistemas de concentración (como las celdas fotovoltaicas, las porciones relativas del dispositivo de almacenamiento y los conductos relativos) son todos idénticos entre sí.

En la figura 1, con líneas punteadas y solo con fines ilustrativos, se muestran las posibles áreas de huella general de los sistemas de concentración 2; las estructuras constituyentes relativas no se ilustran.

La presente invención considera sistemas de concentración 2 de cualquier estructura, forma, material y rendimiento, siempre que la ganancia geométrica sea mayor que 1 y, por lo tanto, la salida óptica sea menos extensa que la entrada óptica. De tal manera, una porción respectiva del espacio 6 fuera de los sistemas de concentración 2 se delimitará por al menos dos sistemas de concentración ópticos adyacentes 2 y por un plano que pase a través (o interpole, en el caso de salidas no planas) los dos respectivas salidas ópticas 4. Tal porción de espacio puede estar delimitada físicamente por los dos sistemas de concentración adyacentes, como en los ejemplos de las figuras 2-6, o puede estar delimitada por las rutas ópticas útiles de los sistemas de concentración (en el sentido en que tales rutas ópticas útiles no invadan dicha porción del espacio 6), por ejemplo, en el caso de sistemas de concentración solo refractivos como en el documento mencionado anteriormente WO2012/017274A1.

Preferentemente, el plano horizontal de cada salida óptica 4 identifica dos semiespacios (en las figuras, correspondientes a dos semi-planos yacentes en el plano horizontal de las figuras), cada sistema de concentración respectivo 2 completamente extendido en el semiespacio situado en el lado opuesto a la celda fotovoltaica respectiva 5 con respecto a dicho plano horizontal de la salida óptica.

5 Preferentemente, el panel 1 comprende al menos una porción 7 de un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 8, dicha porción 7 está dispuesta en dicha porción del espacio 6.

10 Preferentemente, dicha porción del espacio 6, para una subporción del mismo queda libre de dicha porción del dispositivo de almacenamiento 7, se llena con un material aislante 31, tal como una espuma aislante sólida.

Preferentemente, el panel comprende una porción adicional 9 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 8 interpuesto entre al menos dos, preferentemente entre cada par de celdas fotovoltaicas adyacentes.

15 Preferentemente, el panel comprende una porción adicional más 29 del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica 8 que constituye un elemento de soporte trasero (es decir, opuesto a las entradas ópticas) del panel. Preferentemente, dicha porción adicional mas 29 del dispositivo de almacenamiento solo se extiende en un semiespacio opuesto al semiespacio horizontal de los sistemas de concentración óptica con respecto a un plano horizontal de las celdas fotovoltaicas.

20 La presente invención considera cualquier tipo de dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, por ejemplo con baterías recargables (por ejemplo, de iones de litio o de tipo polímero de litio) o con supercondensadores.

25 Preferentemente, el panel comprende (no mostrado, por ejemplo, situado en un lado o porción o en una esquina del panel como se ve en la vista en planta) una unidad electrónica de accionamiento y control configurada para optimizar la producción de energía eléctrica producida por el panel mismo y para cargar y descargar el dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (o partes del mismo). Por ejemplo, la unidad electrónica de accionamiento y control está configurada para cargar y descargar el dispositivo de almacenamiento en base a una secuencia predeterminada o en base a comandos externos. Preferentemente, la unidad electrónica de accionamiento y control

30 comprende un sistema para optimizar la energía eléctrica producida por el panel y un sistema para comunicarse con un elemento de control del sistema fotovoltaico que comprende múltiples paneles fotovoltaicos.

Preferentemente, el sistema de concentración óptica tiene una primera dirección de extensión 10 (yacente en el plano horizontal de las figuras) que pasa a través de dicha entrada óptica y dicha salida óptica, típicamente ortogonal al plano horizontal de la salida óptica, de la entrada óptica y de la celda fotovoltaica.

35 Preferentemente, como en los ejemplos ilustrados, el sistema de concentración tiene baja concentración; sin embargo, la presente invención también considera sistemas con concentración media o alta (por ejemplo, la relación entre el ancho en la sección de la entrada óptica y la salida óptica mayor que 10).

40 Como se mencionó anteriormente, el sistema de concentración puede tener cualquier estructura, por ejemplo, solo puede ser refractivo (por ejemplo, tener una óptica refractiva primaria en la entrada y una óptica refractiva secundaria en la salida, como en el documento mencionado anteriormente WO2012/017274A1), o solo reflectante, o se puede mezclar (como en los ejemplos mencionados).

45 Un sistema de concentración mixta 2 comprende un sistema reflectante 11 que delimita, junto con dicha entrada óptica y dicha salida óptica, un espacio 12 dentro del sistema reflectante y un sistema refractivo 13 (por ejemplo, una estructura hecha de vidrio o PMMA con un índice de refracción de 1,5) colocado dentro dicho espacio interno 12.

50 Además, el sistema de concentración puede ser de tipo 3D (concentración en dos planos que son ortogonales entre sí) o (en una forma preferida) tipo 2D (concentración en un solo plano), en el que el perfil de la sección del sistema de concentración en un plano de la sección (por ejemplo, el plano horizontal de las figuras) ortogonal a una dirección de extensión principal (por ejemplo, ortogonal al plano horizontalde las figuras) es inalterable para una serie continua de posiciones del plano de la sección a lo largo de toda la longitud de extensión longitudinal sustancialmente.

55 Preferentemente, todo el panel 1 (incluidas las celdas fotovoltaicas, el dispositivo de almacenamiento y el sistema de eliminación de calor) tiene un perfil de la sección sustancialmente inalterable sobre toda la longitud de extensión longitudinal.

60 Preferentemente, el panel también comprende un sistema de eliminación de calor que comprende, para cada celda fotovoltaica 5, un conducto hidráulico 20 en contacto térmico con la celda fotovoltaica y lleno, durante el uso, con un fluido convector, por ejemplo, una mezcla de agua y glicol (por ejemplo, con fines anticongelantes), en circulación (por ejemplo, forzado).

65 Preferentemente, al menos un lado del conducto hidráulico 20 está en contacto (directo o indirecto, por ejemplo, con la interposición de una capa de pegamento conductor y/o de un elemento con alta conductividad térmica, no mostrado

en las figuras 1, 2, 4 y 6, o de una capa de material refractivo como se muestra en las figuras 3, 5 y 7) con la celda fotovoltaica.

5 Preferentemente, como se muestra en los ejemplos de las figuras 1, 2, 4 y 6, el conducto hidráulico tiene al menos una cara plana (correspondiente a un lado rectilíneo en las figuras de la sección) fijada a la cara de la celda fotovoltaica respectiva en el lado opuesto a la salida óptica, por ejemplo, por medio de un pegamento termoconductor, posiblemente con la interposición de un elemento hecho de un material de alta conductividad (no mostrado). En tal caso, el conducto puede estar hecho de un material con alta conductividad, como latón, aluminio o acero.

10 En una realización alternativa, no mostrada, cada conducto hidráulico (que en tal caso también puede estar completamente aislado y/o hecho de material aislante) aloja internamente una celda fotovoltaica respectiva, siendo el conducto hidráulico al menos parcialmente transparente y está fijado (por ejemplo, con un pegamento transparente) al sistema de concentración óptica en la salida óptica respectiva.

15 Preferentemente, el conducto hidráulico tiene un perfil perimetral con forma de D.

Preferentemente, el panel comprende un aislamiento térmico 30 colocado alrededor de la porción de la extensión del perímetro del conducto hidráulico fuera del lado en contacto térmico con la celda fotovoltaica respectiva.

20 En una realización (como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 3, 5 y 7), el conducto hidráulico 20 se obtiene dentro del sistema refractivo 13 del sistema de concentración. Dicha solución también se puede combinar con los conductos como se muestra y se describe de acuerdo con las figuras 1, 2, 4 y 6, de tal manera que dos conductos hidráulicos están situados en lados opuestos de la celda.

25 La porción más externa del dispositivo de almacenamiento (es decir, dicha porción más adicional 29) puede constituir así un elemento de soporte trasero del panel.

En otras realizaciones, el conducto hidráulico 20 tiene un perfil perimetral con forma triangular (figura 3) o forma rectangular (figura 5 y figura 7).

30 Preferentemente, el panel comprende un aislamiento térmico 32 colocado alrededor de la porción de la extensión del perímetro de la celda fotovoltaica fuera del lado situado en la salida óptica.

35 Preferentemente, el perfil de la sección de cada sistema reflectante 11 consiste en dos subporciones dispuestas en lados opuestos con respecto a un eje mediano 10 paralelo a la primera dirección y que pasa a través del punto mediano del perfil de la sección de la celda fotovoltaica, la intersección de dicho plano medio con el plano de la sección.

Preferentemente, las dos subporciones se reflejan entre sí con respecto a dicho plano medio.

40 Como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 2 y 3, en una realización, el perfil de la sección del sistema refractivo 13 es un triángulo que tiene una base en la sección de la salida óptica y el vértice en el eje de simetría 10. El perfil de la sección de cada subporción del sistema reflectante 11 se extiende desde un punto próximo al vértice respectivo en la base del triángulo hasta un punto final en la entrada óptica, y comprende un segmento sustancialmente de acuerdo con la forma de una parábola que tiene un eje que forma junto al eje de simetría un ángulo de aceptación mayor que cero y se enfoca en el eje de simetría. Como ejemplo, una tapa 35 hecha de material transparente cierra los espacios internos 12 de los sistemas reflectantes.

En los documentos mencionados anteriormente AU-A-70929/87 y WO 2013/030720A1 se incluyen más detalles de uno de esos sistemas de concentración.

50 Como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 4 y 5, en una realización, el perfil de la sección del sistema refractivo 13 tiene una primera base, preferentemente sustancialmente rectilínea, que coincide con la sección de la salida óptica 4, una segunda base que coincide con la sección de la entrada óptica 3 y un primer y segundo lado interpuestos entre, y uniendo, la primera y segunda base. El perfil de la sección de cada media porción del sistema reflectante 11 es un segmento (por ejemplo, rectilíneo) que se extiende para superponer, o está en la vecindad inmediata de, al menos una porción del lado respectivo del sistema refractivo de una manera para reflejar una radiación incidente hacia el sistema refractivo, y que tiene un punto inicial, que coincide con, o en las inmediaciones de, un primer vértice respectivo formado por la primera base y por el lado respectivo y un punto final en el, o en las inmediaciones del lado respectivo.

60 En el documento mencionado anteriormente MI2011A002294 se incluyen más detalles de uno de estos sistemas de concentración.

65 Como se muestra a modo de ejemplo en las figuras 6 y 7, en una realización, el sistema refractivo 13 comprende una porción inferior que soporta una porción superior (por ejemplo, en una sola pieza con la porción inferior). El ancho mínimo de la porción inferior es mayor que el ancho máximo de la porción superior. La salida óptica 4 se encuentra

en un lado inferior de la porción inferior, siendo el ancho mínimo de la porción inferior mayor o igual que el ancho de la salida óptica. El perfil de la sección de la porción superior (por ejemplo, con forma trapezoidal) tiene una relación de aspecto (relación entre la altura a lo largo de la primera dirección 10 y el ancho máximo) menor o igual a 0,5, preferentemente menor o igual a 0,3. El perfil de la sección de cada media porción del sistema reflectante se extiende desde un punto inicial respectivo en un lado superior de la porción inferior y lateralmente adyacente a la porción superior o próximo a un punto final en la entrada óptica, y preferentemente comprende un segmento sustancialmente de acuerdo con la forma de una parábola.

Como ejemplo, una tapa 36 hecha de material transparente cierra los espacios internos 12 de los sistemas reflectantes e introduce una refracción adicional por medio de un perfil de lente convergente.

REIVINDICACIONES

1. Panel fotovoltaico (1) que comprende una variedad de sistemas de concentración óptica (2) colocados mutuamente uno al lado del otro y que tienen una entrada óptica respectiva (3) y una salida óptica respectiva (4), y una variedad de celdas fotovoltaicas (5) respectivamente colocadas en las salidas ópticas, en el que una porción respectiva del espacio (6) fuera de los sistemas de concentración está delimitada por al menos dos sistemas de concentración óptica adyacentes (2) y por un plano que pasa a través de dichas dos salidas ópticas respectivas, caracterizado porque el panel comprende, colocado en dicha porción de espacio (6), al menos una porción (7) de un dispositivo de almacenamiento (8) de energía eléctrica producida por dichas celdas fotovoltaicas (5).
2. Panel de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una porción respectiva (7) de una variedad de dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica (8) colocados en su porción respectiva de espacio (6) fuera de los sistemas de concentración y delimitados por cada par de sistemas de concentración adyacentes y por dicho plano que pasa a través de dichas dos salidas ópticas respectivas (4) de dicho par.
3. Panel de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende una porción adicional (9) del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica interpuesta entre al menos dos celdas fotovoltaicas consecutivas y/o que comprende una porción adicional (29) del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica (8) que constituye un elemento de soporte trasero del panel, en el que dicha porción adicional (29) del dispositivo de almacenamiento solo se extiende en un semiespacio opuesto al semiespacio de los sistemas de concentración óptica con respecto a un plano de las celdas fotovoltaicas.
4. Panel según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la ganancia geométrica es mayor o igual a 1,5 y/o menor o igual a 10 y en donde el panel comprende una unidad electrónica de accionamiento y control configurada para cargar y descargar al menos una porción del dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica.
5. Panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sistema de eliminación de calor configurado para eliminar calor de las celdas fotovoltaicas, en el que el sistema de eliminación de calor comprende un conducto hidráulico (20) en contacto térmico con al menos una de dichas celdas fotovoltaicas, en el que dicho conducto hidráulico (20) tiene al menos una cara plana fijada a una cara al menos de una celda fotovoltaica respectiva (5) en el lado opuesto a la salida óptica (4) y en el que dicho conducto hidráulico está hecho de un material termoconductor.
6. Panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 4, que comprende además un sistema de eliminación de calor configurado para eliminar calor de las celdas fotovoltaicas, en el que el sistema de eliminación de calor comprende un conducto hidráulico (20) en contacto térmico con al menos una de dichas celdas fotovoltaicas, en el que cada conducto hidráulico (20) aloja internamente una celda fotovoltaica respectiva (5), siendo el conducto hidráulico al menos parcialmente transparente y fijado al sistema de concentración óptica en la salida óptica respectiva (4).
7. Panel de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, que comprende además un aislamiento térmico (30) colocado alrededor de al menos una porción de la extensión perimetral del conducto hidráulico (20) en la sección ortogonal genérica, en el que dicho aislamiento térmico está hecho de un material aislante térmico con una conductividad térmica inferior a $0,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.
8. Panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 5 a la 7, en el que dicho conducto hidráulico (20) se obtiene dentro de un sistema refractivo (13) del sistema de concentración respectivo.
9. Panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el panel comprende un aislamiento térmico (32) colocado alrededor de una porción de la extensión del perímetro de la celda fotovoltaica en la sección ortogonal genérica fuera del lado de la celda fotovoltaica (5) situada en la salida óptica (4).
10. Panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de concentración óptica (2) tiene una dirección de extensión principal y en el que el sistema de concentración óptica tiene un perfil de la sección sustancialmente inalterable para una serie continua de posiciones del plano de la sección a lo largo de toda la extensión longitudinal del sistema de concentración.
11. Panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha porción de espacio (6), para una subporción del mismo que queda libre de dicha porción (7) del dispositivo de almacenamiento (8), se llena con un material aislante térmico (31).
12. Panel de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada sistema de concentración óptica (2) comprende un sistema reflectante (11) que delimita, junto con dicha entrada óptica y dicha salida óptica, un espacio (12) dentro del sistema reflectante, en el que cada sistema de concentración comprende un sistema refractivo (13) colocado dentro de dicho espacio interno, en el que cada sistema reflectante comprende dos subporciones con extensión longitudinal principal colocadas en lados opuestos con respecto a un plano medio paralelo a la primera

dirección y hacia la dirección principal y que pasa a través de los puntos medios de los perfiles en la sección de la celda fotovoltaica respectiva y en el que las superficies opuestas mutuamente de las dos subporciones del sistema reflectante tienen una reflectividad mayor o igual al 95 % al menos para una porción del espectro que varía entre aproximadamente 300 nm y aproximadamente 2.000 nm.

5 13. Panel de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el perfil de la sección del sistema refractivo (13) es un triángulo que tiene una base en la sección de la salida óptica (4) y el ápice en un eje de simetría (10), en el que el perfil de la sección de cada parte del sistema reflectante (11) se extiende desde un punto próximo al vértice respectivo en la base del triángulo hasta un punto final en la entrada óptica (3), y comprende un segmento sustancialmente de acuerdo con la forma de una parábola que tiene un eje que forma con el eje de simetría un ángulo de aceptación mayor que cero y se enfoca en el eje de simetría.

10 14. Panel de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el perfil de la sección del sistema refractivo (13) tiene una primera base, sustancialmente rectilínea, que coincide con la sección de la salida óptica (4), una segunda base que coincide con la sección de la entrada óptica (3) y un primer y un segundo lado interpuestos entre, y uniendo, la primera y segunda base, en donde el perfil de la sección de cada media porción del sistema reflectante es un segmento que se extiende para superponer, o está en la vecindad inmediata de, al menos una porción del lado respectivo de manera que refleje una radiación incidente hacia el sistema refractivo, y que tenga un punto inicial, que coincida con, o en la vecindad inmediata de, un primer vértice respectivo formado por la primera base y por el lado respectivo y un punto final en el lado respectivo o en la vecindad inmediata del mismo.

15 15. Panel de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el perfil de la sección del sistema refractivo (13) comprende una porción inferior que soporta una porción superior, en donde el ancho mínimo de la porción inferior es mayor que el ancho máximo de la porción superior, en el que la sección de la salida óptica (4) se encuentra en un lado inferior de la porción inferior, siendo el ancho mínimo de la porción inferior mayor o igual que el ancho de la sección de la salida óptica, en donde el perfil de la sección de la porción superior tiene un relación entre la altura a lo largo de la primera dirección y el ancho máximo menor o igual a 0,5, y en donde el perfil de la sección de cada media porción del sistema reflectante se extiende desde un punto inicial respectivo en un lado superior de la porción inferior y lateralmente adyacente a la porción superior o en proximidad a la misma hasta un punto final en la entrada óptica, y preferentemente comprende un segmento sustancialmente de acuerdo con la forma de una parábola.

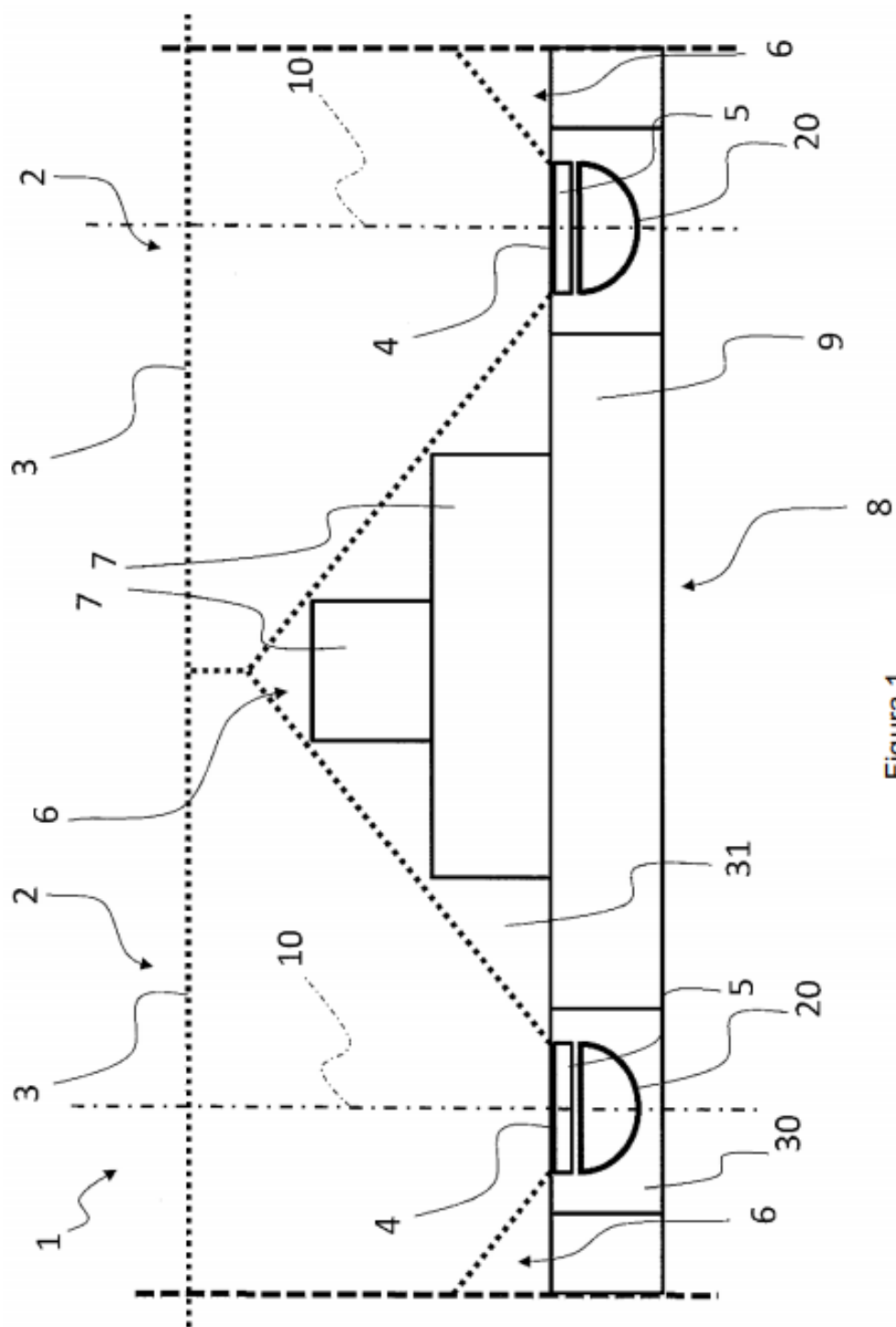


Figura 1

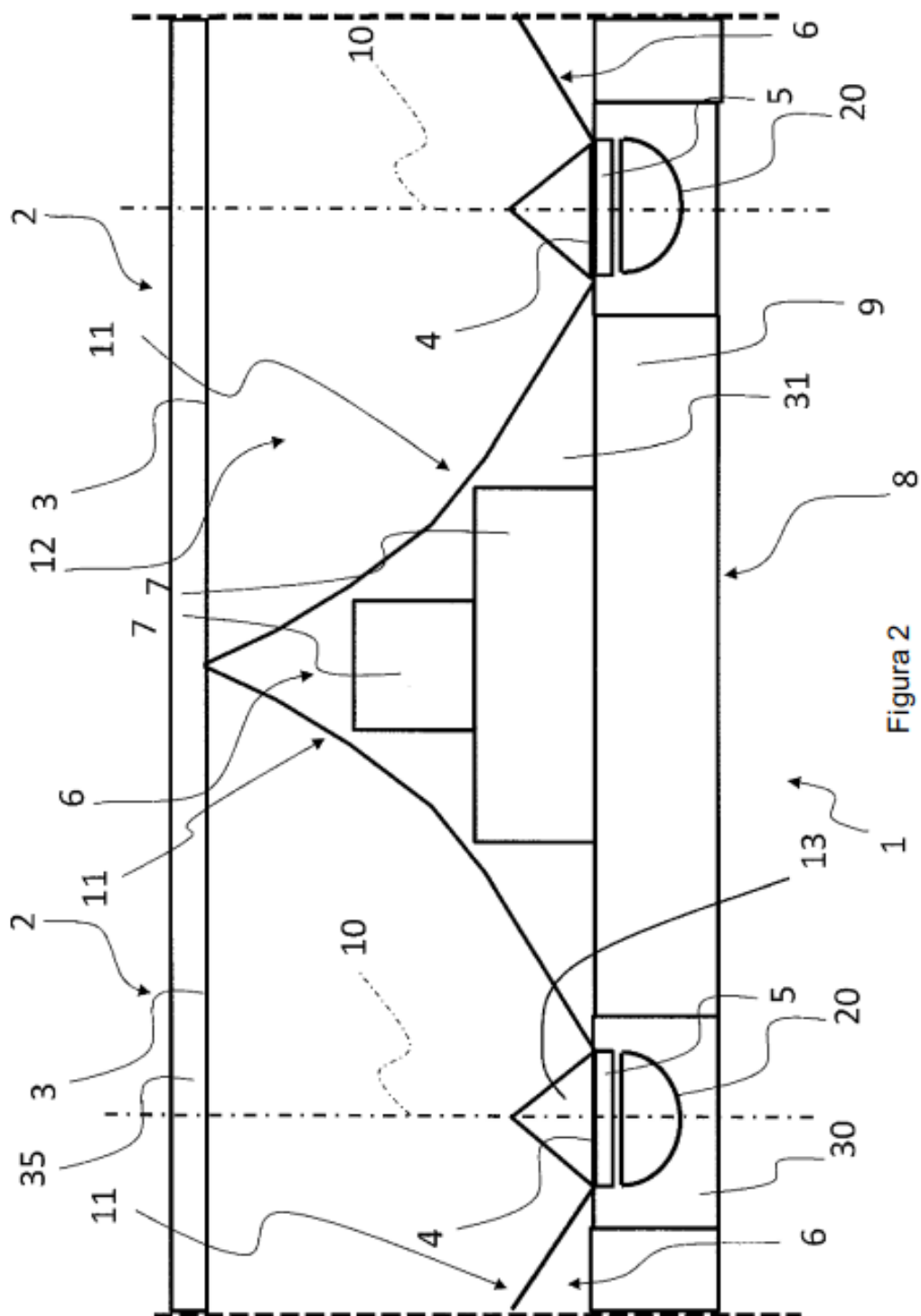


Figura 2

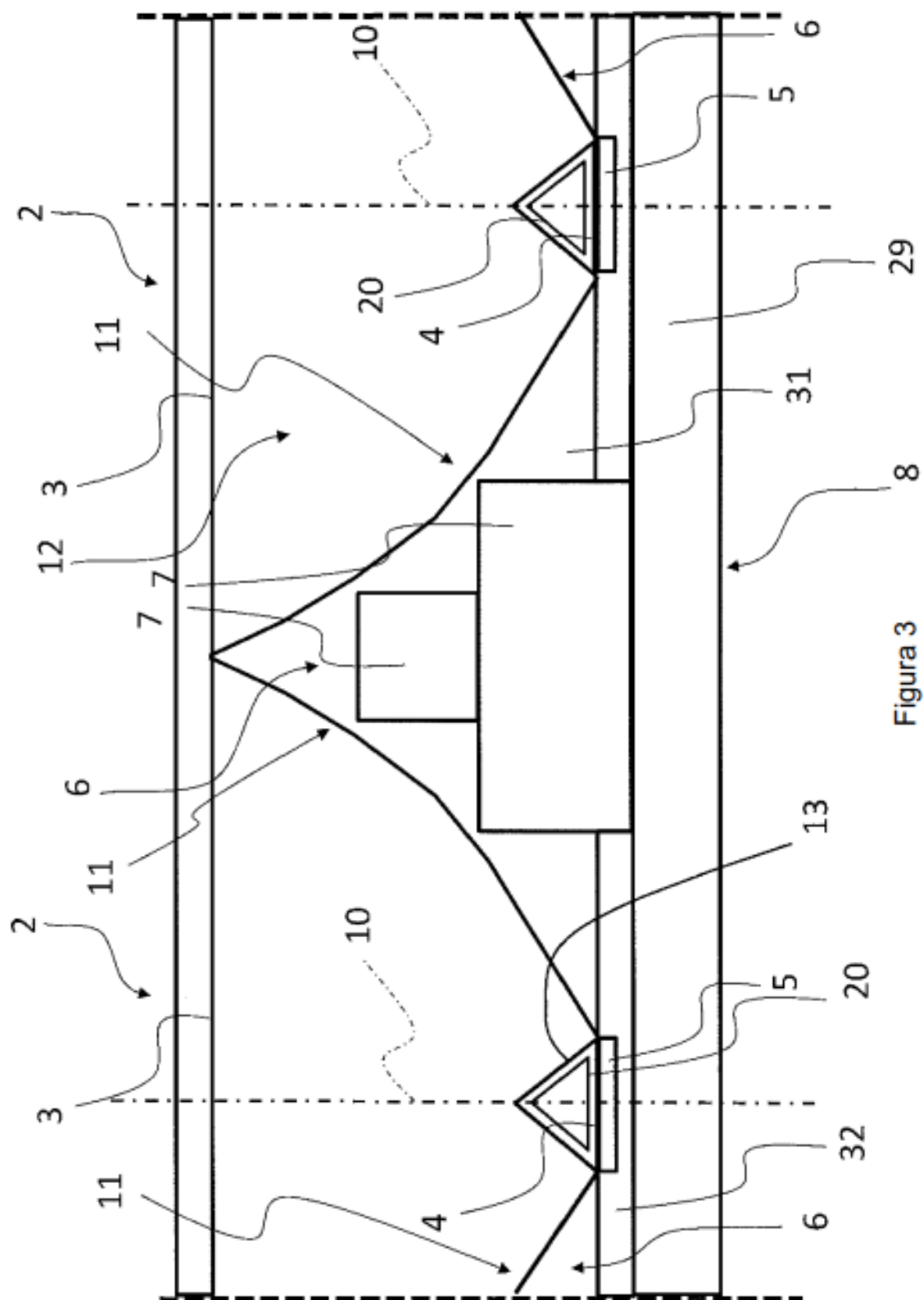


Figura 3

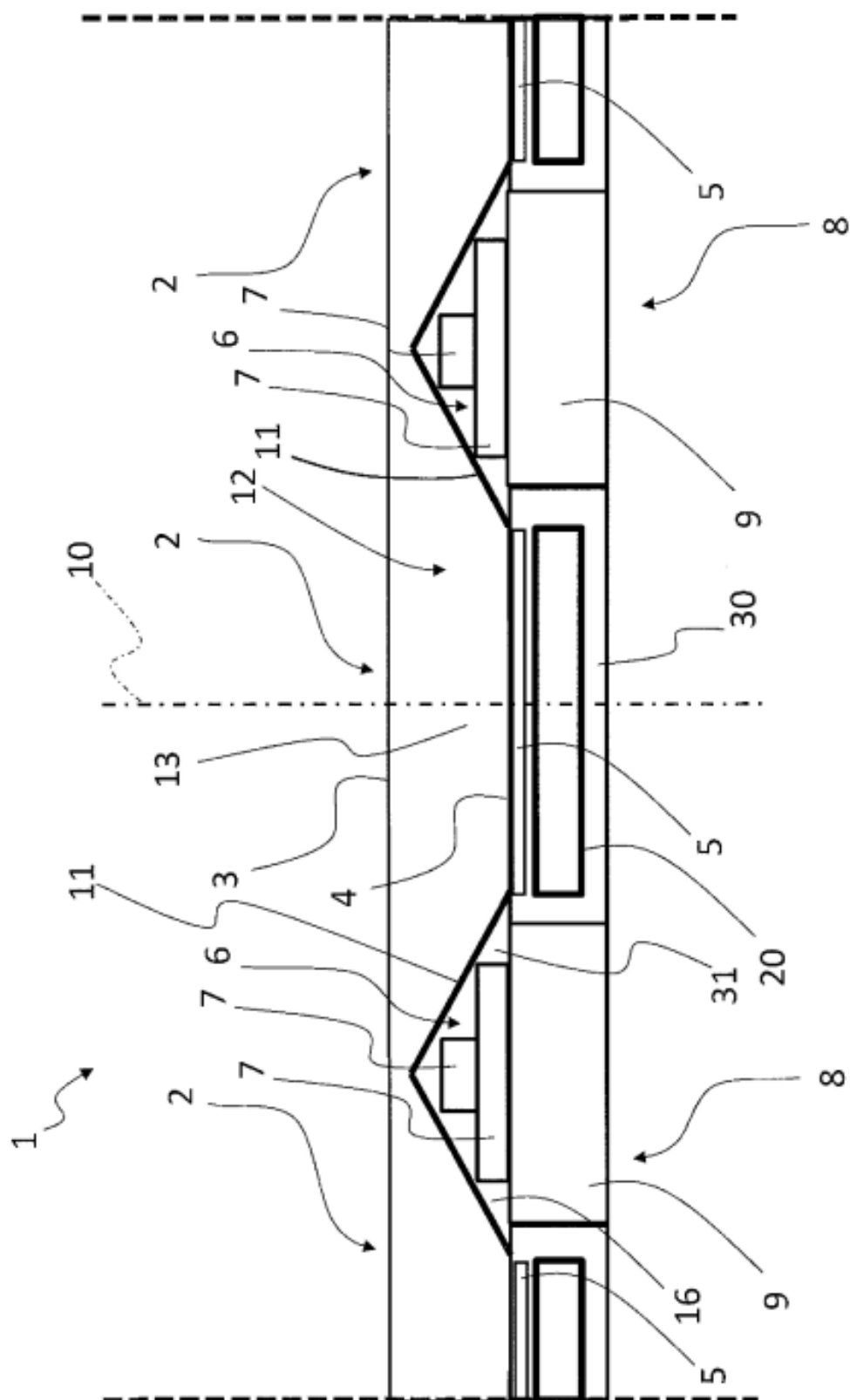


Figura 4

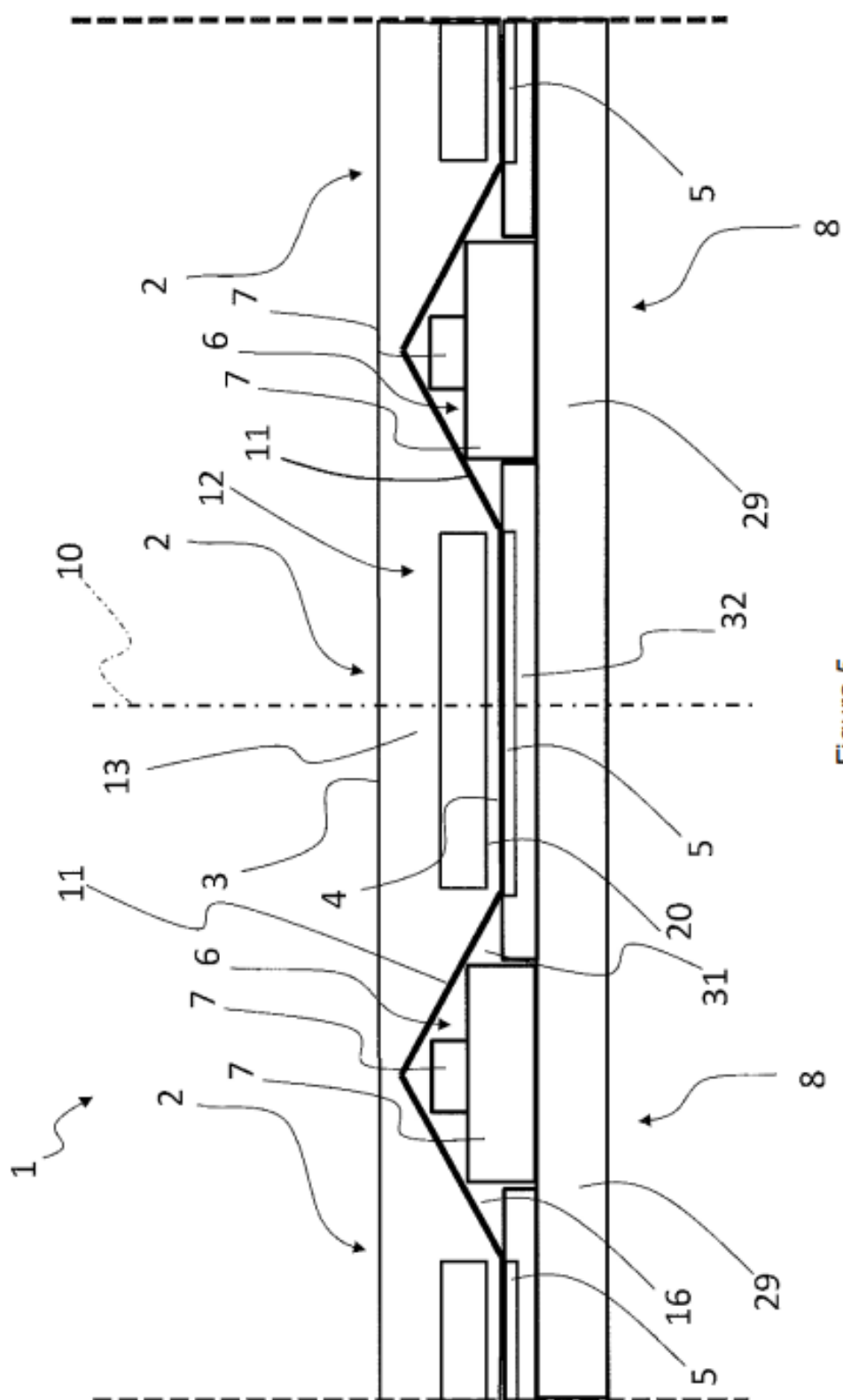


Figura 5

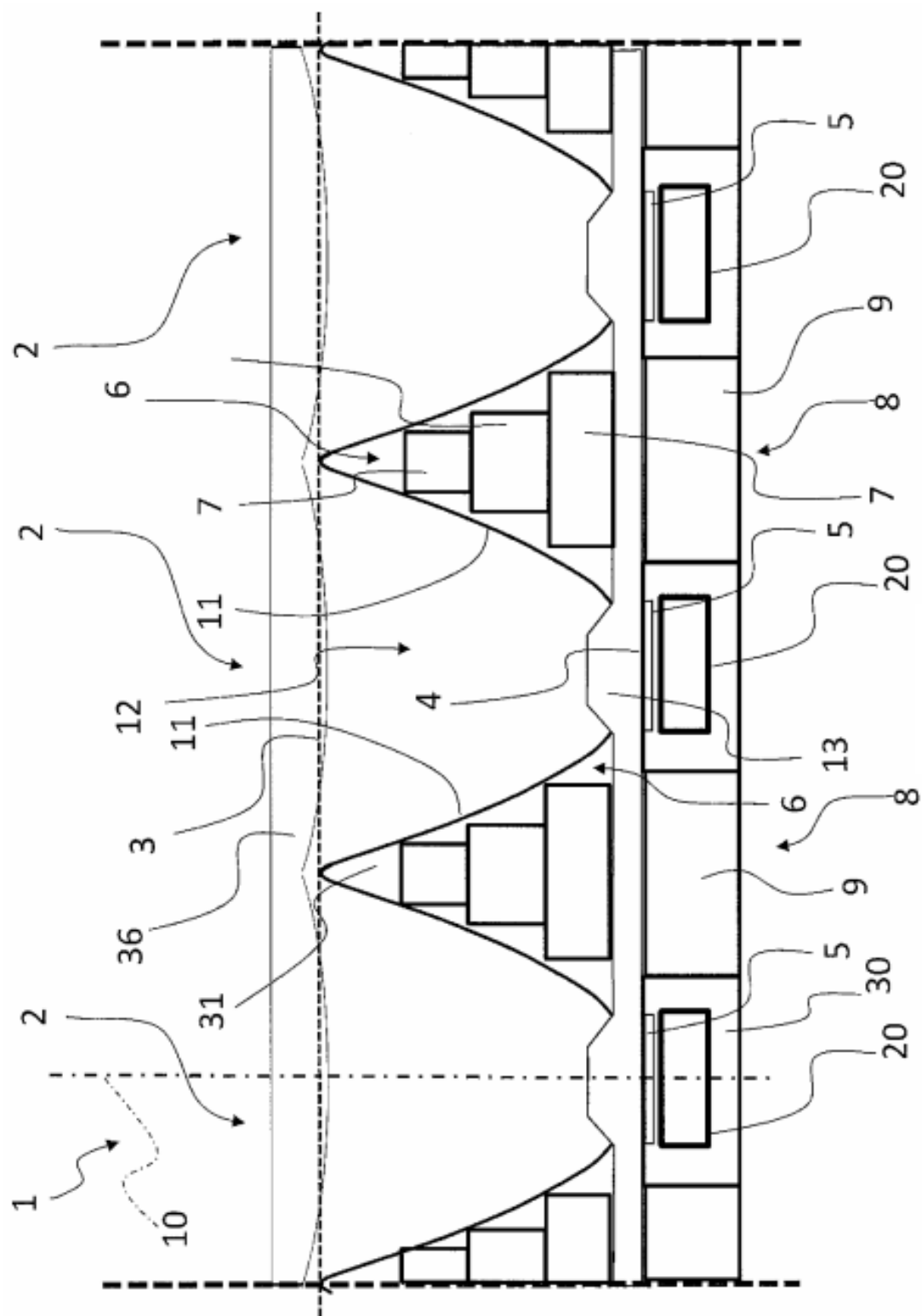


Figura 6

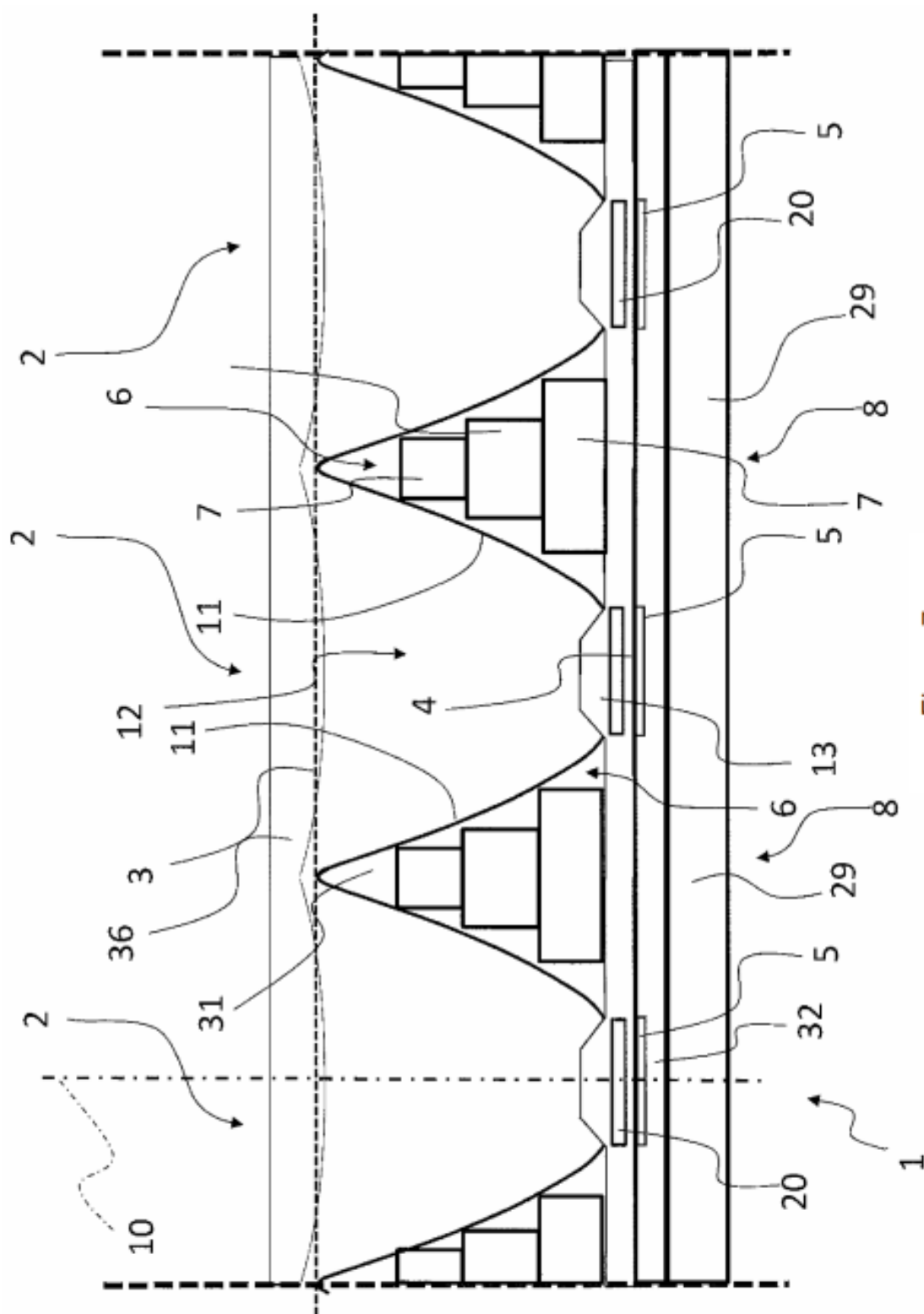


Figure 7