

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 631 805**

51 Int. Cl.:

**F24J 2/16** (2006.01)

**F24J 2/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.05.2014 PCT/IB2014/061149**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14178024**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2014 E 14731035 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2992273**

54 Título: **Conjunto óptico con alto nivel de eficiencia para el almacenamiento y el uso de energía de una fuente solar**

30 Prioridad:

**03.05.2013 IT RM20130263**

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

**05.09.2017**

73 Titular/es:

**MAGALDI INDUSTRIE S.R.L. (100.0%)**

**Via Irno 219  
84135 Salerno, IT**

72 Inventor/es:

**MAGALDI, MARIO**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 631 805 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**

Conjunto óptico con alto nivel de eficiencia para el almacenamiento y el uso de energía de una fuente solar

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un sistema óptico secundario adecuado para captar la radiación solar captada (reflejada) por un sistema óptico principal dispuesto en el suelo y para dirigir (reflejar) tal radiación solar hacia un receptor, colocado también en el suelo. Tal sistema de reflexión óptica secundario se concibe entonces para utilizarse en una configuración denominada "haz descendente", en el que la radiación solar se concentra desde la parte superior en un receptor colocado más abajo, normalmente en el suelo. El sistema de la invención es particularmente adecuado para utilizarse en instalaciones para la producción de energía térmica y/o eléctrica a partir de la propia radiación solar (es decir, en la denominada "solar térmica" o en la instalación "solar fotovoltaica").

15 Antecedentes

En las instalaciones para generar energía de origen solar, la técnica conocida consiste en el uso de heliostatos, y en particular de un campo de espejos reflectores, para concentrar la radiación solar sobre un objetivo determinado, normalmente un receptor colocado a una altura que utiliza la energía térmica de la fuente solar que aloja células fotovoltaicas de concentración. Los heliostatos producen la iluminación de una zona grande o pequeña (denominada "impresión") cerca del objetivo. En un sistema ideal/teórico, tal zona se reduce a un punto y corresponde al foco del sistema de heliostatos.

Los sistemas conocidos que se acaban de mencionar con un receptor a una altura tienen dificultades y complejidades asociadas de hecho a la instalación y mantenimiento a la altura de un objeto pesado. Tales inconvenientes empeoran al aumentar la potencia de la instalación para generar energía, ya que, como se sabe, al aumentar tal potencia, incluso la superficie ocupada por el campo de los heliostatos y consecuentemente la altura del foco relacionado y luego la altura de posicionamiento del receptor aumenta proporcionalmente.

Tales inconvenientes se superan en una configuración alternativa a la ya mencionada, ya conocida también y normalmente denominada "haz descendente". En esta última configuración se utiliza un sistema óptico secundario asociado al campo de heliostato principal. El sistema óptico secundario se instala a la altura y refleja la radiación concentrada por los heliostatos principales hacia un receptor situado en el suelo.

En tal configuración, el foco principal es el punto en el que se convergerían los rayos concentrados por los heliostatos en ausencia del reflector secundario, mientras que el foco secundario es el punto en el que los rayos convergen después de reflexionar sobre el reflector secundario y corresponde, en un sistema ideal/teórico, al sitio en el que se coloca el receptor. En un sistema real, incluso el foco secundario corresponde a una zona y no a un punto, es decir, se asocia a una "impresión".

Generalmente, las instalaciones del tipo "haz descendente" proporcionan como sistema óptico secundario un único reflector en forma de hoja semi-elipsoide o hiperboloide, a veces implementado mediante una pluralidad de espejos planos de tamaños pequeños dispuestos adyacentes y de manera que estén cerca del grado de curvatura deseado. Como ya se ha mencionado anteriormente, las impresiones de luz producidas por los heliostatos o por el reflector secundario nunca son puntuales. Esto depende tanto de la divergencia solar, ya que los rayos procedentes del sol no son paralelos, como de los errores en la curvatura de los espejos que implementan los reflectores principal y secundario. En particular, los heliostatos de gran tamaño, elegidos basados en economías de escala, asociados a reflectores secundarios curvados, pueden producir ampliaciones de impresión muy grandes en el receptor con respecto al tamaño de la impresión que puede obtenerse en un receptor colocado en el foco principal, es decir en la parte superior de una estructura dedicada.

Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente un ejemplo de configuración de "haz descendente" con reflector secundario con superficie reflectora curvada, en particular, superficie cóncava y convexa respectivamente. En tales figuras, el reflector secundario se indica con S y M, respectivamente, un reflector principal ilustrativo con O, el foco principal con F1, el punto o zona de reflexión sobre el reflector secundario con P, el foco secundario con F2 y el receptor con R.

Cuando el reflector secundario es curvado, trae consigo una ampliación óptica de la impresión correspondiente al foco principal F1 de los heliostatos O, cuya ampliación está unida a la distancia del punto de reflexión P de los dos focos F1 y F2. En particular, el tamaño de la impresión de los rayos concentrados por un único reflector principal se amplía en una cantidad proporcional a la relación entre las distancias P-F2 y P-F1.

La figura 3 ilustra la impresión correspondiente al foco secundario F2 en el caso del reflector convexo de la figura 2.

La ampliación de la impresión de luz concentrada obliga a aumentar la superficie del receptor R, aumentando de este modo las pérdidas térmicas, es decir, insertar un concentrador C adicional cerca del foco secundario F2. En particular, en el caso en el que el receptor es un medio para almacenar energía térmica calentada por la radiación

solar que penetra en la cavidad, el aumento de la impresión del foco secundario F2 requeriría un aumento en los tamaños de la boca de entrada de la propia cavidad. Por otro lado, la interposición de un concentrador C adicional entre la radiación reflejada por el espejo secundario M y el receptor R induce pérdidas ópticas adicionales debido a la reflectividad no ideal de tal concentrador adicional.

5 Como se ha dicho, los reflectores secundarios curvados se aproximan habitualmente con espejos planos pequeños y esto trae consigo aún más incertidumbre sobre la precisión del sistema, una causa potencial de la ampliación (adicional) de la impresión en el receptor.

10 Una posible solución a los problemas que se derivan de la elección de superficies curvadas para el reflector secundario está representada por el uso de superficies planas, como se muestra en las figuras 4 a 6. Sin embargo, incluso esta última elección causa algunos problemas. Haciendo referencia a la figura 4, como se conoce, un espejo plano T debe colocarse a la misma distancia de los dos focos F1 y F2 para evitar una ampliación óptica de la impresión concentrada. En particular, para obtener que todos los rayos directos del F1 converjan hacia F2, el espejo  
15 plano debe estar situado a la misma distancia de F1 y F2 e inclinado de manera que resulte ortogonal a la línea de unión F1-F2. Como se muestra en la figura 4, el espejo plano T necesita una estructura de soporte U dedicada, incluso para evitar que sombree al receptor en el suelo R.

20 También se sabe que la altura del foco principal F1 es proporcional a la eficiencia en la concentración de la radiación y la explotación del suelo. Sin embargo, al aumentar la altura del foco principal F1, aumentan las superficies de reflexión necesarias en el espejo plano y por lo tanto la capacidad de carga de la estructura de soporte relacionada. Asimismo, un reflector secundario de grandes tamaños proyectaría una amplia sombra sobre los reflectores principales. De hecho, como se ilustra en la figura 5, con un campo de helióstatos O con plano circular un reflector secundario N paralelo al suelo (y considerando vertical el eje F1-F2) sería un disco muy grande, con un rayo igual a  
25 la mitad del campo de helióstato uno. Como se ilustra en la figura 6, en el caso del eje inclinado F1-F2, el reflector plano, aquí también indicado con T, tendría en cualquier caso la zona más alejada de la línea de unión F1-F2 implicada por los flujos solares considerablemente más alta que la media en el propio reflector, con riesgos para la integridad mecánica (por ejemplo, debido a expansiones térmicas diferenciadas a lo largo de la extensión de la superficie reflectora).

30 Los documentos US 2010/0319678 A1, US 2011/0088246 A1 y WO 2012/153264 A2 muestran conjuntos ópticos conocidos.

35 Sumario de la invención

El problema técnico colocado y resuelto por la presente invención consiste entonces en proporcionar un conjunto óptico y un método relacionado que permita obviar los inconvenientes mencionados anteriormente con referencia a la técnica conocida.

40 Tal problema se resuelve mediante un conjunto según la reivindicación 1, mediante una instalación según la reivindicación 10 y mediante un método según la reivindicación 13.

Las características preferentes de la presente invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

45 La presente invención proporciona un sistema óptico secundario, en particular un conjunto de espejos que pueden aumentar la eficiencia en la captación de la radiación solar concentrada por los espejos principales en las configuraciones de instalaciones denominadas "haz descendente". El conjunto de la invención permite altas eficiencias productivas de la instalación en la que se insertan bajos costes de inversión y mantenimiento y alta seguridad de funcionamiento. El sistema óptico secundario de la invención está formado por al menos dos reflectores secundarios (preferentemente en forma de espejos planos) normalmente orientados para asociar a cada uno de ellos una subsección de un campo de helióstatos, es decir de concentradores principales. En particular, la invención permite concentrar los rayos solares hacia un único foco secundario F2 mediante una pluralidad de reflectores secundarios, preferentemente planos y normalmente dispuestos a diferentes alturas y/o diferentes distancias del eje vertical que atraviesa F2, cada uno de los cuales se asocia a un foco principal F1, i con  $i=(1, \dots, n)$   
50 diferente. En particular, cada foco principal F1, i corresponde a un subconjunto de concentradores principales, por ejemplo, como se ha dicho, a los concentradores de una parte del campo de helióstatos. Los focos principales F1, i se colocan ventajosamente a gran altura, aumentando de este modo la eficiencia en la captación de la radiación concentrada con una mejor explotación de la dimensión global en el suelo.

60 Con una pluralidad de focos F1, i es posible obtener una captación de la radiación solar limitando enormemente los problemas de ampliación óptica de la impresión mencionada con referencia a la técnica conocida. Además, es posible reducir, siendo las otras condiciones iguales, el tamaño de la superficie reflectora plana del único reflector secundario y, por consiguiente, disminuir los flujos solares medios con respecto al caso de un único espejo plano secundario asociado a un único foco principal.

65 La posibilidad de utilizar reflectores secundarios planos ilustra en gran medida las etapas para construir e instalar el sistema de la invención.

La invención también proporciona instalaciones o procedimientos para producir energía fotovoltaica térmica o de concentración utilizando el conjunto mencionado anteriormente.

En particular, la instalación de la invención está ventajosamente asociada a un receptor colocado en el suelo constituido por un dispositivo para almacenar intercambiar energía térmica de origen solar, preferentemente a base de un lecho de partículas de almacenamiento fluidizables.

En términos más generales, en el presente contexto, bajo "receptor" o "dispositivo de recepción", la radiación solar concentrada por el sistema óptico secundario cualquier medio está creado de manera adecuada para recibir dicha radiación, en particular un dispositivo reactor o un dispositivo para almacenar, intercambiar y/o transformar energía térmica o de luz.

Otras ventajas, características y modos de uso de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones, mostradas a modo de ejemplo y no con fines limitativos.

#### Breve descripción de las figuras

Se hará referencia a las figuras de los dibujos adjuntos, en las que:

- la figura 1, ya mencionada anteriormente, representa un esquema de una configuración conocida de tipo haz descendente con un reflector secundario cóncavo;
- la figura 2, ya mencionada anteriormente, representa un esquema de una configuración conocida de tipo haz descendente con un reflector secundario convexo;
- la figura 3, ya mencionada anteriormente, muestra un esquema del sistema de la figura 2 con un concentrador asociado al receptor;
- la figura 4, ya mencionada anteriormente, representa un esquema de una configuración de tipo haz descendente con un reflector secundario plano inclinado con respecto al suelo;
- la figura 5, ya mencionada anteriormente, representa un esquema de una configuración de tipo haz descendente con un reflector secundario plano horizontal con respecto al suelo;
- la figura 6, ya mencionada anteriormente, representa un esquema de una configuración de tipo haz descendente con un reflector secundario plano inclinado con respecto al suelo, en el caso de un número elevado de reflectores principales;
- la figura 7 muestra una representación esquemática, en vista lateral, de un conjunto óptico según una realización de base de la invención;
- la figura 8 muestra una vista en planta de (una parte de) una instalación para almacenar energía térmica de origen solar que incorpora un conjunto óptico según una realización preferente de la invención;
- la figura 9A muestra una vista lateral esquemática de la instalación de la figura 8;
- la figura 9B muestra la misma vista de la figura 9A, en la que algunos componentes no han sido representados para mayor claridad de la ilustración; y
- la figura 10 muestra una representación en perspectiva de la instalación de la figura 8.

#### Descripción detallada de algunas realizaciones preferentes

La figura 7 muestra de manera esquemática una realización de base de un sistema de reflexión óptico secundario.

En tal figura, el sistema secundario se indica en su conjunto con 300.

El sistema óptico 300 es adecuado para utilizarse en una instalación para el almacenamiento y/o la producción de energía de origen solar que tiene una configuración global de tipo "haz descendente". En particular, el sistema secundario 300 está asociado a un sistema de reflexión óptico principal indicado en conjunto con 200 y dispuesto en el suelo.

El sistema principal 200 está configurado para reflejar la radiación solar incidente según dos focos principales F1a y F1b. Con este fin, el sistema principal 200, en el ejemplo representado, comprende dos elementos de reflexión ópticos principales, 201 y 202 respectivamente, cada uno de los cuales es realmente adecuado para reflejar la radiación solar en un foco F1a y F1b respectivo.

El sistema secundario 300 está configurado para reflejar la radiación concentrada en los focos principales F1a y F1b hacia un único foco secundario F2. Con este fin, el sistema secundario 300, en el ejemplo representado, comprende dos elementos ópticos de reflexión secundarios, 301 y 302 respectivamente, cada uno asociado a un foco principal F1a y F1b respectivo, que es adecuado para reflejar la radiación solar concentrada en el foco principal F1a y F1b respectivo hacia el foco secundario F2 común.

Todavía en el presente ejemplo, los elementos de reflexión secundarios 301 y 302 tienen una superficie de reflexión plana. En particular, son espejos planos.

Las variantes de realización pueden proporcionar el uso, en particular, para los elementos secundarios 301 y 302, de una superficie reflectora curvada, en particular una superficie cóncava o convexa.

Debido a las razones ya ilustradas en la introducción, cada elemento de reflexión secundario 301 302 está dispuesto, preferentemente, de manera que la superficie de reflexión plana respectiva sea sustancialmente ortogonal a la línea que une el foco principal F1a, F1b respectivo con el foco secundario F2. Además, aun basándose en lo ya ilustrado en la introducción preferentemente cada elemento de reflexión secundario 301, 302 está dispuesto de manera que el punto de reflexión P1, P2 respectivo o el punto medio de la impresión de reflexión sea equidistante del foco secundario F2 y del foco principal F1a, F1b respectivo.

El sistema secundario 300 comprende además medios de soporte 400 para los elementos secundarios 301 y 302. En el presente ejemplo, ventajosamente, tales medios de soporte 400 son comunes para los dos elementos secundarios 301 y 302. En particular, comprenden una columna o torre 410, de la misma parten dos soportes transversales 401 y 402, cada uno asociado a un elemento secundario 301 o 302 respectivo. En el ejemplo representado, los soportes transversales 401 y 402 tienen un perfil sustancialmente curvado.

Preferentemente, los medios de soporte 400 son adecuados para soportar los elementos secundarios 301 y 302 a diferentes alturas uno con respecto al otro. La altura desde el suelo necesaria para los elementos secundarios 301 y 302 depende de la distancia entre el foco principal y el foco secundario respectivo.

Ventajosamente, los elementos reflectores secundarios 301 y 302 y/o los elementos reflectores principales 201 y 202 son selectivamente orientables, preferentemente de manera individual. En particular, se proporciona una posibilidad de orientación biaxial mediante un movimiento cinemático, de manera que dichos elementos reflectores pueden seguir el movimiento aparente del sol para reflejar la radiación hacia el foco respectivo. Preferentemente, la orientación de los elementos reflectores principales y secundarios está coordinada, ventajosamente de manera automática, con el fin de obtener la disposición deseada ya mencionada anteriormente.

En el ejemplo representado, el foco secundario F2 entra en un dispositivo receptor 500, preferentemente un dispositivo para almacenar energía térmica y aún más preferentemente un dispositivo de tipo de lecho de partículas fluidizables.

Haciendo referencia a las figuras 8 a 10, se describirá ahora una realización preferente del conjunto óptico de la invención, insertada también en una instalación según una realización preferente de la invención. Todas las características ilustradas anteriormente con respecto a la realización de base de la figura 7 y a las variantes relacionadas pueden aplicarse incluso a la instalación analizada en el presente documento y, por lo tanto, no se repetirán en lo sucesivo.

Haciendo referencia a las figuras 8 a 10 mencionadas anteriormente, la instalación, indicada en conjunto con 1, es una instalación termodinámica para almacenar y producir energía. La instalación 1 comprende el sistema de reflexión óptico secundario mencionado anteriormente, indicado en el presente documento en conjunto con 3, un sistema óptico de reflexión principal asociado, indicado en el presente documento en conjunto con 2 y un dispositivo receptor, indicado en el presente documento en conjunto con 5.

La configuración de la instalación, y en particular de los sistemas ópticos 2 y 3 y del dispositivo receptor 5, es del tipo de "haz descendente", como ya se ha ilustrado haciendo referencia a la realización de la figura 7.

El sistema óptico principal 2, en el presente ejemplo, comprende un campo de helióstato posicionado según los cuatro puntos cardinales alrededor del dispositivo receptor 5 y el sistema óptico secundario 2, este último dispuesto entonces en posición central con respecto al propio campo de helióstatos 2. En particular, se proporcionan cuatro partes principales del campo de helióstatos 2, indicadas respectivamente con las referencias 21 a 24 y correspondiendo cada una, como se ha dicho, a un emplazamiento de alojamiento particular que en el presente ejemplo está asociado a un punto cardinal. La disposición en planta, mostrada en la figura 8, es tal que cada parte 21, ..., 24 del campo de helióstatos 2, a su vez, está formada por dos partes adyacentes, teniendo cada una de las cuales una forma sustancialmente poligonal. En particular, en el presente ejemplo se proporciona una primera parte con forma sustancialmente cuadrada o rectangular, indicada a modo de ejemplo con 211 para la primera parte 21 y con referencias análogas 221, 231 y 241 para las otras parte 22, ..., 24, y por una segunda parte sustancialmente conformada como un triángulo, indicada a modo de ejemplo con 212 aún para la primera parte 21 y con referencias análogas 222, 232 y 242 para las otras partes 22, ..., 24.

Cada parte del campo de helióstatos 211, ..., 241 y 212, ..., 242 concentra la radiación solar incidente en un foco principal F1-211, ..., F1-242 respectivo. Por lo tanto, en el presente ejemplo se proporcionan en conjunto ocho partes del campo de helióstatos 2 principal y ocho focos principales F1-i (i = 211, 221, 231, 241, 212, 222, 232, 242) correspondientes.

El sistema óptico secundario 3 comprende entonces una pluralidad de elementos de reflexión secundarios correspondientes, indicados con las referencias 31 a 38 y cada uno asociado a un foco principal F1-i respectivo de la manera ya ilustrada, es decir, para reflejar la radiación solar concentrada en dicho foco principal en un foco secundario F2 común que entra en el dispositivo receptor 5, en particular una parte seleccionada de este último. En el caso ya mencionado de la recepción constituida por un dispositivo de almacenamiento de tipo ahuecado, el foco F2 se colocará, ventajosamente, en un punto del eje central del rebaje.

En las figuras 9A y 9B es visible solo una parte del campo de heliostatos y de los focos secundarios respectivos (en la figura 9B, para una mejor claridad de la ilustración, no se han representado algunos componentes).

En resumen, los rayos concentrados por los heliostatos de la parte del campo 211 como foco principal tienen el indicado con F1-211 y el reflector secundario relacionado es el reflector 31. La radiación concentrada por los heliostatos de la parte del campo 211 se intercepta según el foco F1-211 por el reflector secundario 31 y se proyecta en el foco F2 correspondiente a la colocación del dispositivo receptor 5. Análogamente, los rayos concentrados por los heliostatos de la parte del campo 212 tienen como foco principal el indicado con F1-212 y el reflector secundario relacionado es el reflector 32. La radiación concentrada por los heliostatos de la parte del campo 212 se intercepta según el foco F1-212 por el reflector secundario 32 y se proyecta en el foco secundario F2 común.

Las asociaciones análogas son válidas para las partes restantes del campo de heliostatos 2, para los focos principales relacionados y para los elementos reflectores secundarios correspondientes.

Por analogía a la colocación de las partes del campo de heliostatos principales 21-24, incluso los elementos reflectores secundarios 31-38 se disponen según los cuatro puntos cardinales, y en particular en pares de elementos secundarios 31-32, 33-34, 35-36 y 37-38, correspondiendo cada una a una parte 21, ..., 24 del campo de heliostato. En particular, el primer reflector secundario 31, 33, 35 y 37 de cada par se dispone generalmente debajo del otro reflector 32, 34, 36 y 38 del mismo par (o, en variantes alternativas, viceversa).

El sistema óptico secundario 3, incluso en este caso, comprende medios para soportar los elementos reflectores secundarios, indicados en el presente documento en conjunto con 4 y son mejor visibles en las figuras 9B y 10. En el presente ejemplo, los medios de soporte 4 comprenden una estructura de soporte 41 arqueada y una pluralidad de elementos de soporte transversales (uno de los mismos indicado a modo de ejemplo con 42 en la figura 9B) análogos a los ya descritos con referencia a la realización de la figura 7. En la figura 10, se puede apreciar en mayor detalle un ejemplo que implementa la estructura de soporte 42, que en este caso tiene una forma sustancialmente en forma de cruz.

Se prefiere tal forma de la estructura de soporte que permite eliminar el efecto de bloqueo (obstáculo físico) de la trayectoria óptica entre los reflectores principal y secundario. De hecho, la estructura propuesta consiste en definir una pluralidad de alojamientos en posiciones seleccionadas que corresponden, de hecho, a la trayectoria de reflexión desde los elementos principales a los secundarios. Por ejemplo, en la figura 10, tales alojamientos están definidos tanto por los espacios interpuestos entre los diferentes arcos que forman la cruz.

Las habitaciones pretenden además reducir, en la mayor extensión posible y analizar los ciclos solares, zonas de sombra en los reflectores principales.

Preferentemente, incluso en este caso los heliostatos del campo principal 2 y/o los elementos reflectores secundarios del sistema 3 son selectivamente orientables, preferentemente mediante un movimiento cinemático biaxial, según lo que ya se ha ilustrado. Preferentemente, los heliostatos de cada parte 211-242 son orientables incluso en grupo.

La configuración ilustrada anteriormente con referencia a las figuras 8 a 10 representa una solución preferente entre las posibles configuraciones en las que una tiene que asociar  $n$  zonas de un campo de heliostatos a tantos  $n$  focos principales y  $n$  reflectores secundarios relacionados, teniendo todos el mismo foco secundario coincidente con el receptor de la radiación concentrada.

Como ya se ha dicho anteriormente con referencia a la realización de la figura 7, una realización preferente proporciona que los elementos reflectores secundarios sean planos y se dispongan a la misma distancia del foco principal y del foco secundario respectivo, para evitar una ampliación óptica de la impresión concentrada por los heliostatos.

Ventajosamente, como ya se ha mencionado, los focos principales se pueden disponer en alto, tal efecto, como se sabe, permite optimizar el uso del suelo, disminuyendo la distancia entre los heliostatos y reduciendo el conocido efecto de "coseno" que penaliza la eficiencia de recepción de los heliostatos.

Se entenderá que la invención proporciona incluso un método para concentrar una radiación solar en un receptor para la producción y/o el almacenamiento de energía de origen solar en una configuración global de "haz descendente". En la definición más general del mismo, tal método proporciona el uso de un sistema óptico principal

5 dispuesto en el suelo y configurado para reflejar la radiación solar incidente según una pluralidad de focos principales y el uso de un sistema de reflexión óptico secundario que capta la radiación solar procedente del sistema principal y la dirige hacia un único foco secundario. Preferentemente, el método proporciona una implementación según los modos funcionales y/o las características estructurales ya descritas anteriormente con referencia a las figuras 7 a 10.

10 En el presente contexto, bajo la disposición "en el suelo" de los elementos reflectores principales y/o del dispositivo receptor, puede entenderse incluso una disposición en la que están a una altura inferior a la de los elementos reflectores del sistema secundario.

La presente invención se ha descrito hasta ahora con referencia a realizaciones preferentes. Debe entenderse que pueden existir otras realizaciones pertenecientes al mismo núcleo inventivo, como se define por el ámbito de protección de las reivindicaciones que se presentan a continuación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un conjunto óptico (2, 3), apto para ser utilizado en una instalación (1) para el almacenamiento y/o producción de energía de origen solar, cuyo conjunto óptico comprende:
- 5
- un sistema de reflexión óptico principal (2), dispuesto en el suelo y configurado para reflejar la radiación solar incidente según una pluralidad de focos principales (F1-i, i=211, ..., 242), cuyo sistema óptico principal (2) comprende uno o más elementos de reflexión principales (21-24) que se pueden dirigir de manera selectiva, preferentemente de manera individual y/o en grupos; y
  - 10 - un sistema de reflexión óptica secundario (3), configurado para captar la radiación solar procedente del sistema principal (2) y dirigirla hacia un único foco secundario (F2), cuyo sistema óptico secundario (3) comprende una pluralidad de elementos de reflexión secundarios (31-38),
- 15 en el que dichos elementos de reflexión secundarios (31-38), o un subconjunto de los mismos, tienen una superficie de reflexión plana, caracterizado por que cada elemento de reflexión secundario (31-38) está asociado con un foco principal (F1-i) respectivo, y por que dicho sistema secundario (3) está configurado de manera que, en uso, los elementos secundarios (31-38) de dicha pluralidad reflejen la radiación concentrada en los focos principales (F1-i, i=1, ..., n) respectivos hacia dicho único foco secundario (F2) común.
- 20 2. El conjunto óptico según la reivindicación 1, en el que dicho sistema óptico principal (2) comprende una pluralidad de elementos de reflexión principales (21-24), preferentemente en forma de heliostatos y/o espejos.
3. El conjunto óptico según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho sistema óptico principal (2) está dividido en una pluralidad de zonas (211-242), correspondiendo cada una a un foco principal (F1-i) respectivo y/o a un elemento de reflexión secundario (31-38).
- 25 4. El conjunto óptico según la reivindicación anterior, en el que cada una de dichas zonas (21-24) está posicionada a lo largo de un punto cardinal respectivo.
- 30 5. El conjunto óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sistema óptico secundario (3) está dispuesto en una posición central con respecto a dicho sistema óptico principal (2).
6. El conjunto óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos de reflexión secundarios (31-38) están dispuestos a diferentes alturas y/o distancias desde el eje vertical que atraviesa el foco secundario (F2) común y diferente con respecto al otro.
- 35 7. El conjunto óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos de reflexión secundarios (31-38) se pueden orientar de manera selectiva, preferentemente de manera individual y/o en grupos.
- 40 8. El conjunto óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios de soporte (4) de dichos elementos de reflexión secundarios (31-38), preferentemente al menos parcialmente comunes para los elementos de reflexión secundarios de dicha pluralidad.
- 45 9. El conjunto óptico según la reivindicación anterior, en el que dichos medios de soporte (4) son tales que no plantean obstáculos a la trayectoria óptica entre dicho sistema de reflexión principal (2) y dicho sistema de reflexión secundario (3), teniendo alojamientos dispuestos a posiciones seleccionadas.
10. Una instalación (1) para el almacenamiento y/o la producción de energía de origen solar que tiene una configuración óptica que comprende:
- 50
- un conjunto óptico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
  - un receptor (5), dispuesto sustancialmente al nivel de dicho foco secundario (F2) o en proximidad del mismo y preferentemente situado en el suelo.
- 55 11. La instalación (1) según la reivindicación anterior, en la que dicho receptor (5) comprende un dispositivo de almacenamiento, preferentemente de tipo lecho de partículas que pueden fluidizarse.
12. La instalación (1) según la reivindicación 10 u 11, que es una instalación para la producción de energía térmica y/o eléctrica, en este último caso en particular una instalación solar termodinámica.
- 60 13. Un método para concentrar una radiación solar sobre un receptor (5) para la producción y/o el almacenamiento de energía de origen solar, cuyo método proporciona el uso de un sistema de reflexión óptico principal (2), dispuesto en el suelo y configurado para reflejar la radiación solar según una pluralidad de focos principales (F1-i, i=211, ..., 242),
- 65 y de un sistema de reflexión óptica secundario (3) que capta la radiación solar procedente del sistema principal (2) y la dirige hacia un único foco secundario (F2),



cuyo método utiliza un conjunto óptico según cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 9 y/o en el que dicho método se utiliza en una instalación según cualquiera de las reivindicaciones de 10 a 12.

- 5 14. El método según la reivindicación anterior, en el que dicho sistema óptico principal (2) y/o dicho sistema óptico secundario (3) comprende una pluralidad de elementos de reflexión (21-24; 31-38).
15. El método según la reivindicación anterior, en el que dichos elementos de reflexión (21-24; 31-38) se pueden orientar de manera selectiva, preferentemente de manera individual y/o en grupos.
- 10 16. El método según la reivindicación 14 o 15, en el que dicho sistema óptico secundario (3) comprende una pluralidad de elementos de reflexión (31-38) estando cada uno asociado a un foco principal (F1-i) respectivo, en el que preferentemente dichos elementos de reflexión secundarios (31-38) están dispuestas a alturas y/o distancias diferentes desde el eje vertical que atraviesa el foco secundario (F2) común y diferente con respecto al otro.

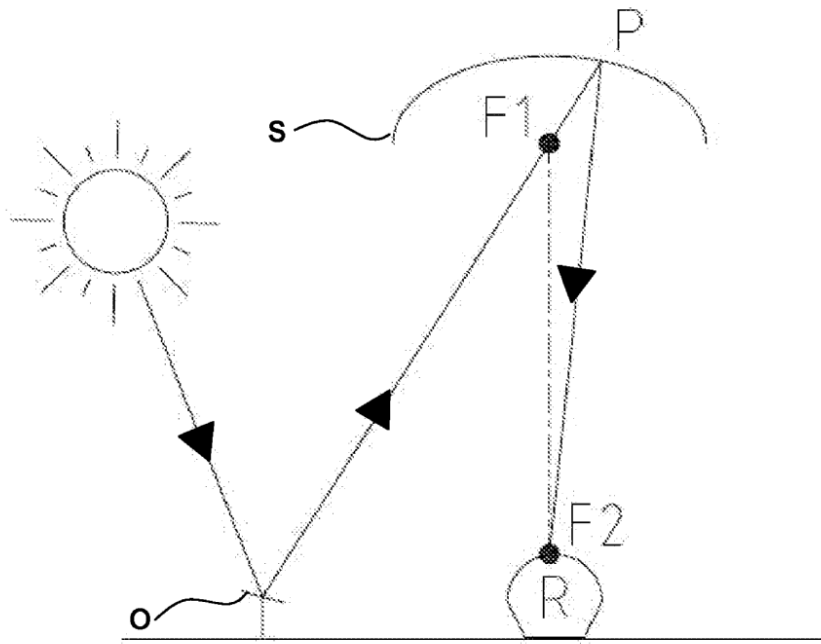


FIG. 1

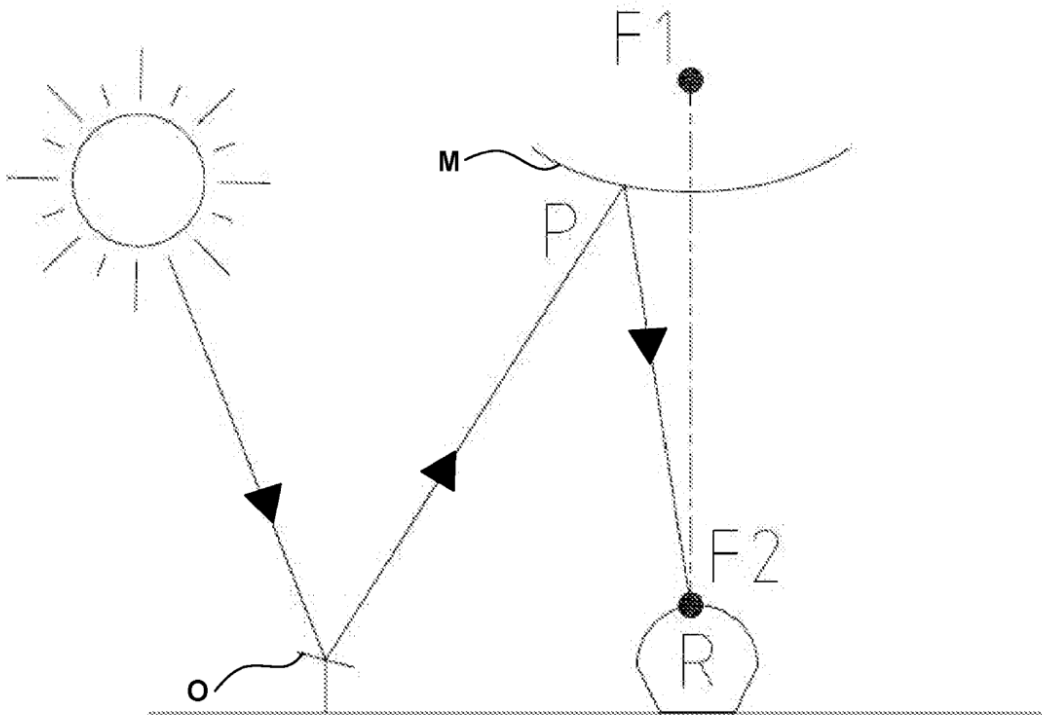


FIG. 2

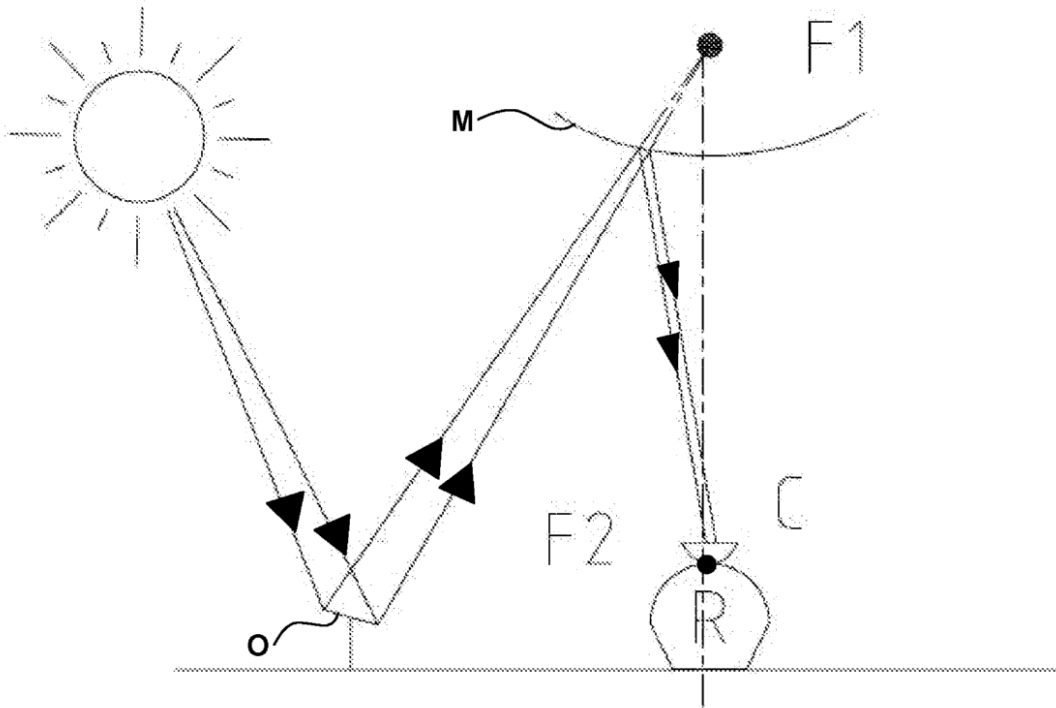


FIG. 3

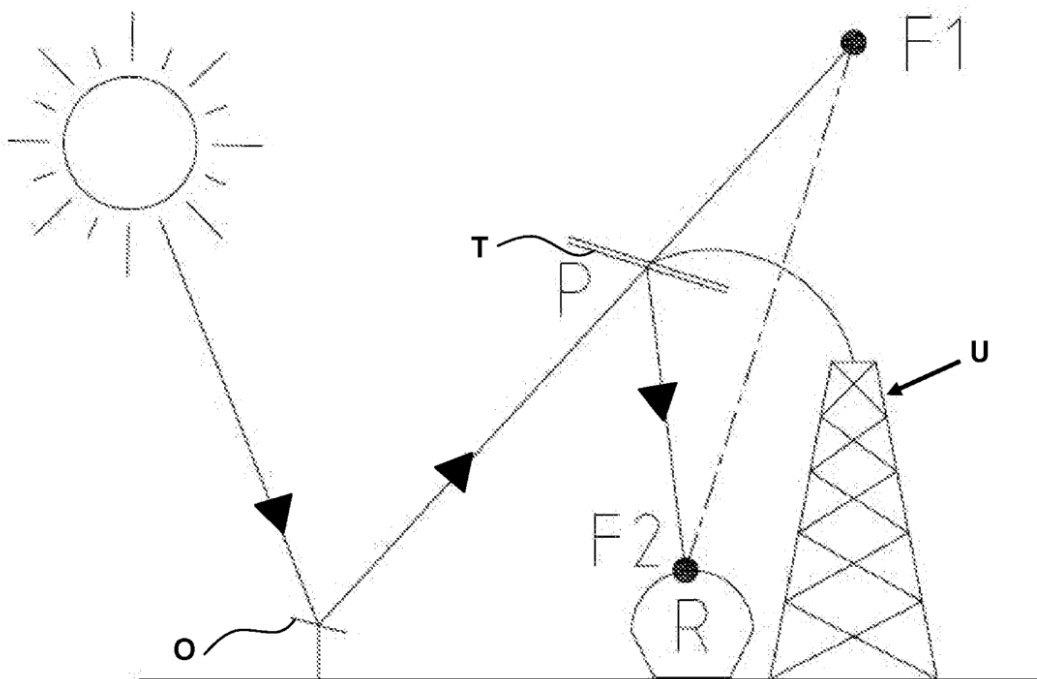


FIG. 4

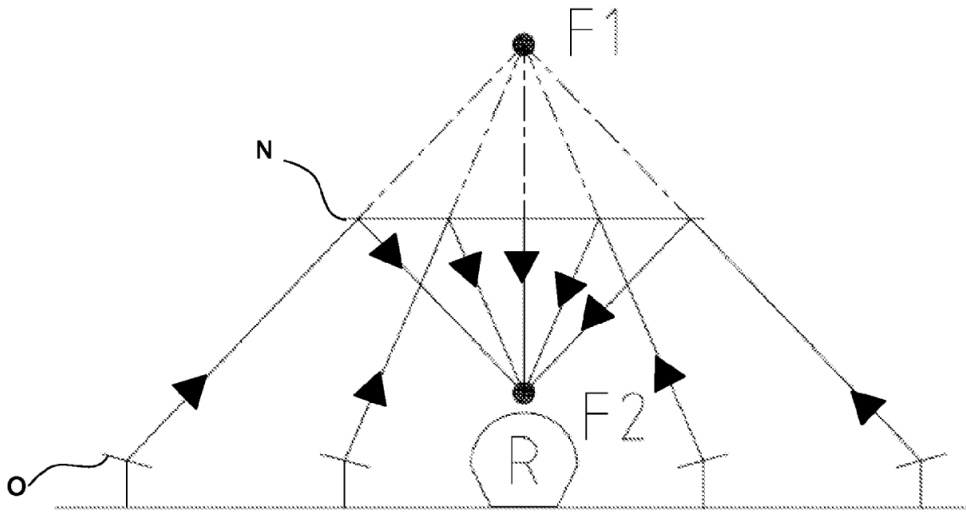


FIG. 5

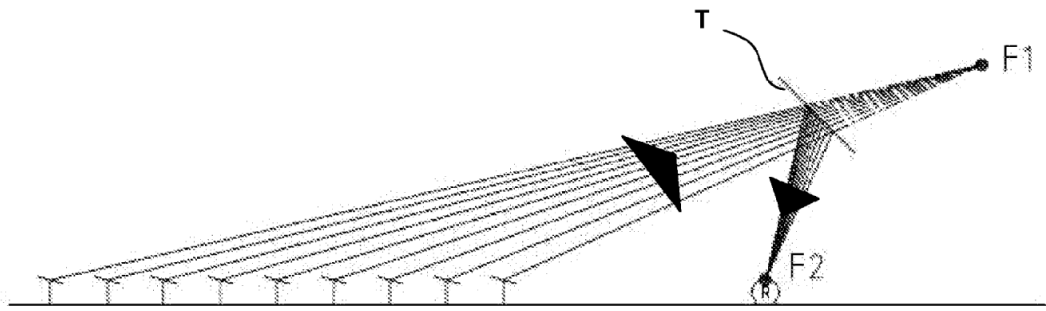


FIG. 6

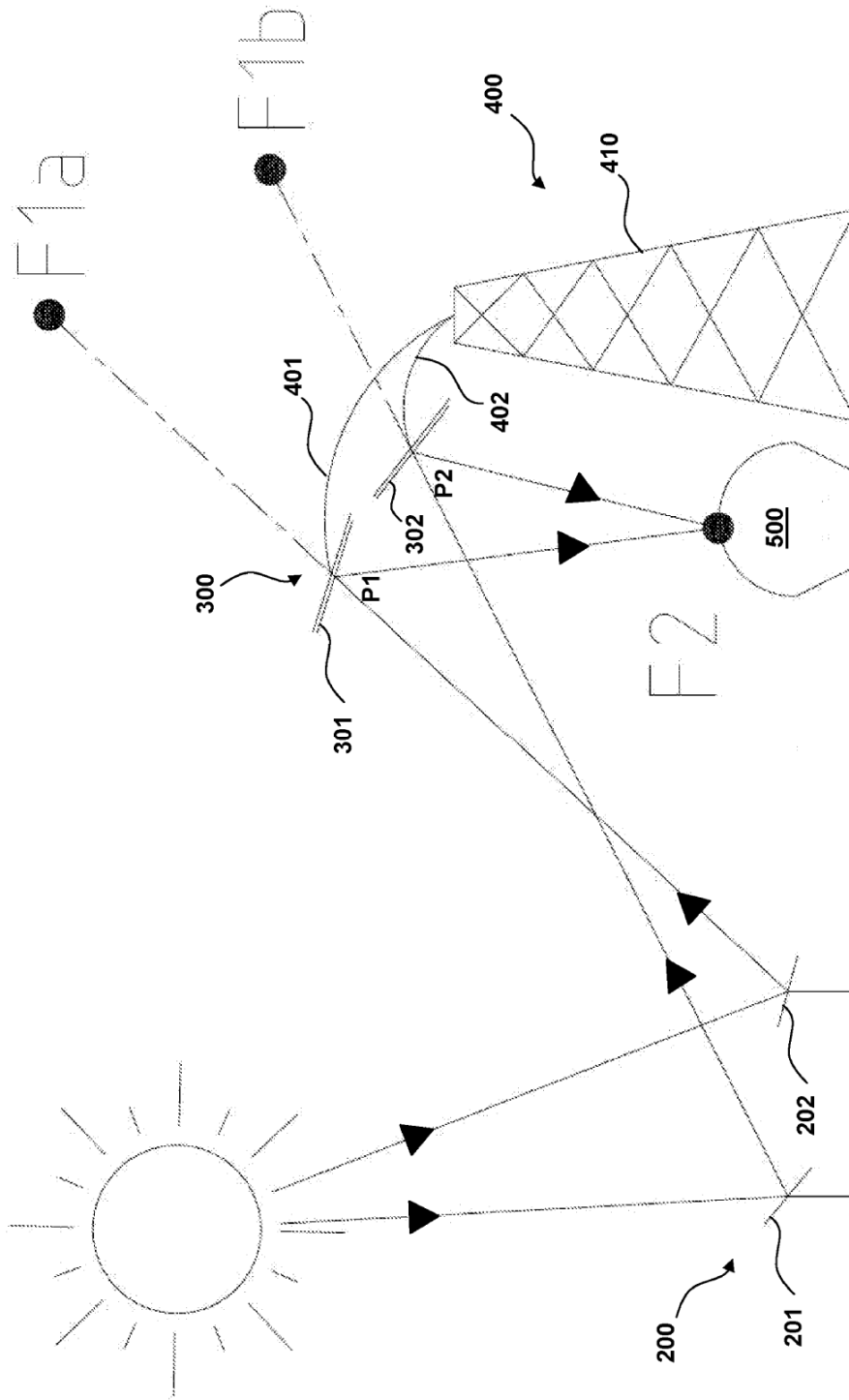


FIG. 7

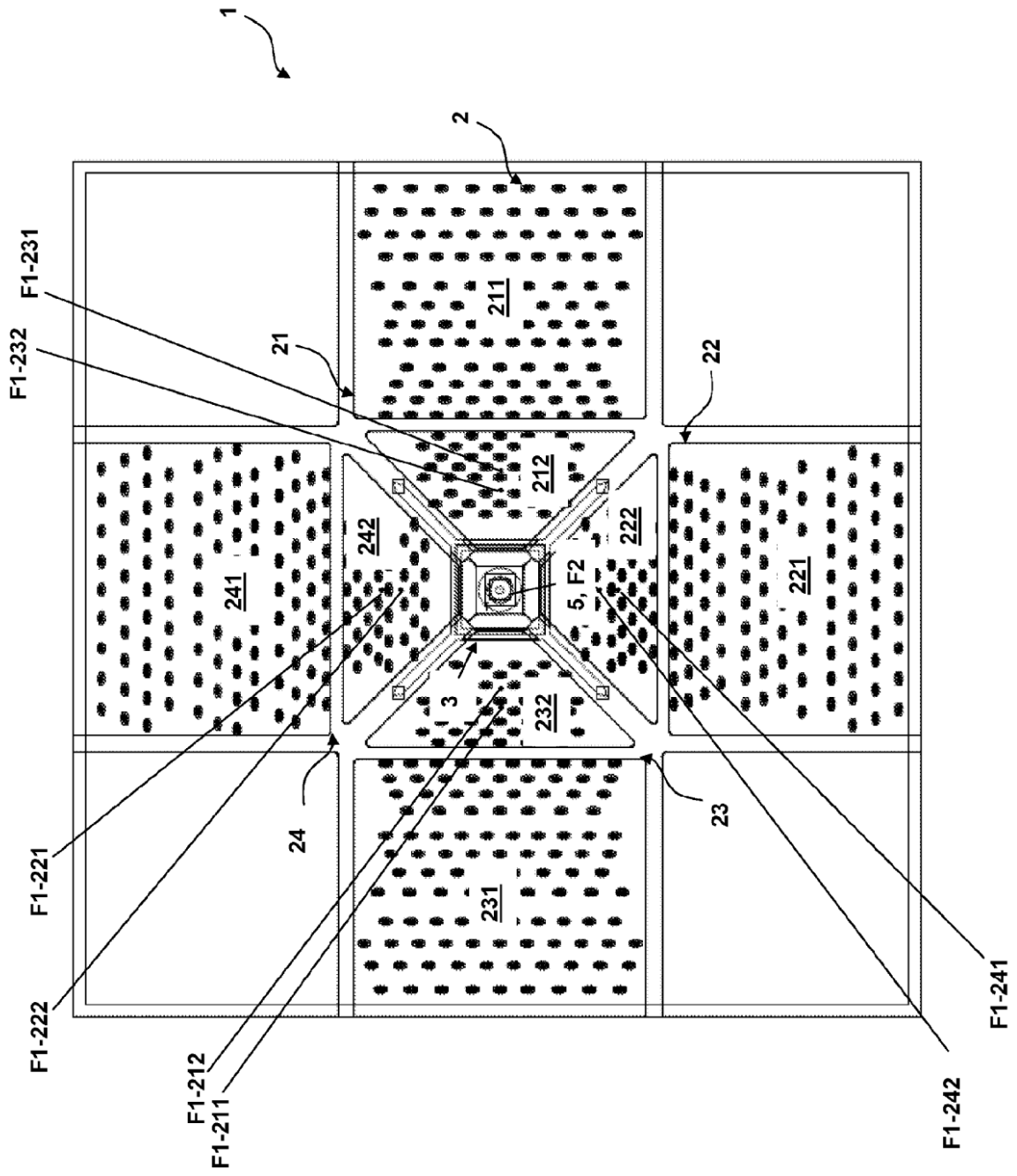


FIG. 8

