

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 008**

51 Int. Cl.:  
**H01L 31/052** (2006.01)  
**H01L 31/0232** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09163201 .8**  
96 Fecha de presentación: **19.06.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2141748**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.01.2010**

54 Título: **DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO CON CONCENTRACIÓN Y DISPERSIÓN ESPECTRAL DEL HAZ DE LUZ CAPTADO.**

30 Prioridad:  
**03.07.2008 IT VA20080042**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**12.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**12.01.2012**

73 Titular/es:  
**STMICROELECTRONICS SRL  
VIA OLIVETTI 2  
20041 AGRATE BRIANZA (MB), IT**

72 Inventor/es:  
**Mastromatteo, Ubaldo**

74 Agente: **Mir Plaja, Mireia**

ES 2 372 008 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

Dispositivo fotovoltaico con concentración y dispersión espectral del haz de luz captado

### 5 **Campo técnico**

La presente descripción se refiere en general a centrales fotovoltaicas con concentración de radiación y, más particularmente, a un dispositivo fotovoltaico con concentración y fraccionamiento espectral de la radiación captada.

### 10 **Antecedentes técnicos**

15 Las centrales fotovoltaicas con concentración de la luz permiten reducir el uso de semiconductores caros, típicamente en forma de células "discretas" con rendimiento de conversión mejorado que se pueden disponer en un sustrato apropiado en matrices de alta densidad, compuestas por hasta varias decenas de células, cada una de ellas con un área activa que puede ir desde aproximadamente 0,5 hasta aproximadamente 4 cm<sup>2</sup>, o incluso mayores.

20 Las células pueden ser de varios tipos. Por ejemplo, una estructura apilada de células de doble o triple unión, de alto rendimiento, puede comprender una capa semiconductor superior de GaInP<sub>2</sub> sobre una capa semiconductor intermedia de GaAs, desarrollada sobre un sustrato de Ge monocristalino intermedio. Las uniones entre la capa semiconductor superior y la intermedia y entre esta última capa y la capa de sustrato constituyen dos uniones túnel. Una capa metálica posterior y un contacto metálico obtenido en la capa semiconductor superior constituyen los terminales eléctricos de las células. El área de superficie de la capa semiconductor superior de GaInP<sub>2</sub> no cubierta por el contacto metálico representa el área activa de la célula y puede estar provista de una película transparente reflectante.

25 Al ser posible optimizar selectivamente la estructura de células individuales de tal manera que se mejore su rendimiento de conversión para una región específica del espectro de radiación solar, se puede incrementar significativamente el rendimiento de conversión global del sistema dispersando el espectro de la radiación captada y dirigiendo haces de espectro diferente hacia las superficies activas de células respectivamente dedicadas, con el fin de aprovechar la mayor sensibilidad a la radiación con la longitud de onda comprendida en el espectro específico de máximo rendimiento de las diferentes células.

30 Con este fin, se han propuesto espejos parabólicos para captar y concentrar radiación en un haz. El haz es adecuado para iluminar las áreas activas de las células de manera que, en lugar de tener una superficie parabólica reflectante continua, la superficie del espejo puede estar compuesta por una pluralidad de espejos poliédricos planos que se aproximan a una superficie parabólica y en donde cada revestimiento de espejos poliédricos planos que forma la superficie parabólica tiene capas de filtros dicróicos semirreflectantes, superpuestos, sobre una capa de sustrato completamente reflectante. De esta manera, las tres o más superficies reflectantes de diferentes distancias focales concentran el espectro solar en tres focos diferenciados, cuyos haces correspondientes se dirigen sobre tres células o matrices de células con características optimizadas para la región específica del espectro. El documento de C.R. Lewis et al., "Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, Aerospace Power Systems and Technology", Honolulu, Hi, 27 de julio de 1997; IEEE, US, vol. 1, 27 de julio de 1997, XP010269032 da a conocer un dispositivo fotovoltaico con filtros dicróicos.

### 45 **Sumario**

50 Un objetivo del solicitante es proporcionar un dispositivo fotovoltaico con concentración de la radiación captada y con dispersión espectral, que no requiera estructuras ópticas de grandes dimensiones, posicionadas externamente y complejas para captar y concentrar luz y de enfoque acondicionado espectralmente, y en el que, excepto para el espejo de captación y concentración de la radiación, que necesariamente tendrá un tamaño relativamente grande, la totalidad del resto de elementos ópticos y todos los dispositivos semiconductores de conversión sensibles a la exposición directa a agentes atmosféricos estén contenidos en un cuerpo de tipo caja sellada herméticamente, protegido de la suciedad y de los efectos de la exposición directa a agentes atmosféricos.

55 Este resultado importante se obtiene con un dispositivo fotovoltaico que comprende una pluralidad de células fotovoltaicas de diferente sensibilidad espectral, dispuestas en áreas respectivas de superficies interiores de un cuerpo de tipo caja sellada herméticamente provisto de una pupila transparente con tratamiento antirreflectante de su superficie. A través de la pupila, un haz concentrado de radiación captada entra en el dispositivo, y una pluralidad de filtros dicróicos dispuestos en cascada sobre el eje óptico de la pupila de entrada transparente dispersa el haz concentrado en haces diferenciados de diferente espectro. Muchos espejos, cada uno con múltiples superficies reflectantes, interceptan haces respectivos de la subdivisión espectral, y las múltiples superficies reflectantes redireccionan la radiación en forma de una pluralidad de haces reflejados, cada uno de ellos dirigido para iluminar el área activa de una célula fotovoltaica de una matriz respectiva.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 La FIG. 1 es una vista de distribución básica de un dispositivo fotovoltaico con concentración de la radiación captada y con dispersión espectral de acuerdo con una realización de esta invención.
- Las FIGS. 2a y 2b son vistas esquemáticas de distribución y en alzado de una matriz ejemplificativa de células fotovoltaicas discretas organizadas sobre una placa de circuito impreso.
- 10 La FIG. 3 representa una realización del redireccionamiento de múltiples haces de iluminación usando un espejo con superficies reflectantes planas escalonadas.
- La FIG. 4 representa una realización del redireccionamiento de múltiples haces de iluminación usando un espejo con superficies reflectantes convexas.
- 15 La FIG. 5 representa una realización del redireccionamiento de múltiples haces de iluminación usando un espejo con superficies reflectantes planas y células montadas en una posición inclinada.
- 20 La FIG. 6 ilustra esquemáticamente una estructura de pivotamiento con ajuste por tuerca para regular con precisión el ángulo de incidencia de una matriz receptora de células fotovoltaicas.
- La FIG. 7 representa esquemáticamente una estructura de pivotamiento con ajuste por troquel para regular con precisión el ángulo de incidencia de la matriz receptora de células fotovoltaicas.
- 25

**Descripción de realizaciones ejemplificativas**

- 30 En referencia a la FIG. 1, el espejo parabólico de captación para concentrar la radiación solar en la superficie de un contra-espejo (no representado en la figura, que tiene típicamente el mismo punto focal que el espejo de captación, pero mucho más cercano al mismo para reducir su tamaño y por lo tanto las sombras) y la estructura de soporte relacionada se ilustran esquemáticamente mediante los trazos 1 y 2 de una parte de la estructura de captación completa que puede tener un tamaño del orden de uno o más metros.
- 35 Cuando se ha completado el ensamblaje, el cuerpo 3 de tipo caja define un espacio interior aislado herméticamente con respecto a agentes atmosféricos tales como lluvia, polvo, hollín y similares. El cuerpo 3 de tipo caja puede ser de cualquier material resistente a acciones corrosivas de agentes atmosféricos y, por lo menos parcialmente, de un material metálico con buena conductividad térmica, y tiene por lo menos una abertura sellada por una pupila P de un material transparente. El aluminio y aleaciones del mismo, el cobre, el latón, el titanio son un material metálico ejemplificativo adecuado para construir el cuerpo 3 de tipo caja sellada herméticamente o por lo menos algunas partes del mismo.
- 40 La pupila P se puede realizar con sílice fundida y, preferentemente, tiene en ambas caras una película de material antirreflectante que puede incluir películas delgadas de materiales con diferente índice de refracción, tales como, por ejemplo, MgO, ITO, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgF<sub>2</sub> u otro material con propiedades ópticas adecuadas, resistente a agentes atmosféricos y a las condiciones de funcionamiento del dispositivo fotovoltaico.
- 45 En el ejemplo ilustrado, la pupila de entrada P del haz concentrado F1 de radiación captada, sobresale ligeramente con respecto a la superficie parabólica del espejo primario 1 a través de una abertura del mismo, hacia la cual se dirige, en combinación con el eje óptico de la pupila de entrada, el haz primario concentrado F1 desde el contra-espejo focal del espejo parabólico de captación. Alternativamente, la pupila P puede estar a nivel o incluso ligeramente rebajada con respecto a la apertura del espejo parabólico y el haz concentrado puede llegar a la misma a través de la apertura.
- 50 El cuerpo completo 3 de tipo caja o gran parte del mismo se puede realizar con metal de alta conductividad con técnicas de carpintería y ensamblaje comunes de piezas constituyentes, que garanticen un sellado estanco con respecto a agentes atmosféricos externos, o puede estar compuesto por piezas de fundición o moldeadas de una aleación metálica que presente unas características apropiadas de elongación térmica reducida, poco peso y resistencia mecánica. Materiales ejemplificativos que se pueden usar para realizar el cuerpo 3 de tipo caja son aluminio, aleaciones de aluminio, aleaciones ligeras, cobre, bronce, latón, titanio, níquel y aleaciones de níquel.
- 55 En el ejemplo representado de la FIG. 1, el cuerpo 3 de tipo caja puede ser de aleación ligera de aluminio de fundición, cerrado herméticamente por una tapa plana con una junta apropiada (por ejemplo, de goma de silicona u otro elastómero resistente a agentes atmosféricos), no representada en la figura, cuyas formas pueden ser determinadas fácilmente por los expertos.
- 60

Con la realización del cuerpo 3 de tipo caja mediante técnicas de fundición o de troquelado se puede lograr un engrosamiento 4 del metal que facilita la formación de una pared más gruesa 4 provista de un aleteado externo adecuado 5 para favorecer la disipación de calor generado por la radiación no convertida por parte de las células fotovoltaicas de las diferentes matrices C1, C2 y C3 de células fotovoltaicas dispuestas en la superficie interior de la pared engrosada 4.

Aun cuando no se ilustre en la FIG. 1, es evidente para cualquier experto con conocimientos técnicos adecuados, que la base de tipo caja del cuerpo 3, puede estar provista de soportes internos apropiados para el montaje y la fijación, en posiciones de máxima colimación, de filtros dicroicos 6 y 7, en cascada, para dispersar el haz principal F1 en tres haces diferenciados F2, F3 y F4 dispersados espectralmente por los espejos respectivos 8, 9 y 10.

Las superficies de las áreas internas de fijación de los panales 11, 12 y 13, sobre los cuales se organizan células fotovoltaicas discretas, serán adecuadamente planas y lisas para mejorar el acoplamiento térmico con los paneles.

En la realización ejemplificativa de la FIG. 1, los dos filtros dicroicos en cascada 6 y 7 instalados a lo largo del eje óptico de entrada, del haz principal de radiación concentrada F1 a través de la pupila P, dispersan el haz principal en haces diferenciados F2, F3 y F4, que tienen cada uno de ellos un espectro diferente de los otros. Evidentemente, se puede desplegar un número diferente de filtros de dispersión espectral de la radiación captada.

Por ejemplo, el primer filtro dicroico 4 puede ser una capa de sílice fundida de un grosor de uno o más milímetros, que tenga, sobre la superficie expuesta a la radiación incidente, una pila de películas de diferentes características ópticas y grosores, adaptadas para reflejar la región "azul" del espectro solar y dejar pasar la radiación de otras regiones del espectro solar.

El segundo filtro dicroico también puede ser una capa de sílice fundida que tenga, sobre la superficie expuesta a la radiación incidente, una pila diferente de películas de diferentes características ópticas y grosores, adaptadas para reflejar la región "verde" del espectro solar y dejar pasar la radiación de la región "roja".

Cada haz de subdivisión espectral del haz principal concentrado F1 es interceptado por un espejo respectivo 6, 7 u 8, que en general tiene una pluralidad de superficies reflectantes, por ejemplo, una pluralidad de facetas con ángulos de incidencia apropiados con respecto al haz colimado, concentrado y filtrado espectralmente de radiación captada, de tal manera que subdividen la radiación reflejada en una pluralidad de haces, típicamente con eje divergente, dirigido cada uno de ellos para iluminar el área activa de una célula única o de una pluralidad de células fotovoltaicas adyacentes de una matriz respectiva de células que tienen su sensibilidad de pico centrada o por lo menos comprendida en el espectro de longitud de onda del haz de subdivisión espectral de la radiación captada. Comúnmente, sobre la superficie del área activa de las células hay una capa antirreflectante transparente, de acuerdo con técnicas comunes de adaptación óptica.

En el ejemplo presentado, las tres matrices diferenciadas C1, C2 y C3, de células fotovoltaicas están dispuestas sobre áreas respectivas de superficies interiores del cuerpo 3 de tipo caja, distribuidas espacialmente de forma ventajosa para no quedar en contigüidad o en demasiada cercanía entre ellas, con el fin de separar entre sí las zonas sometidas a calentamiento debido al calor generado por radiación incidente, no convertida por las células fotovoltaicas de la matriz receptora.

Un buen acoplamiento térmico a través del panel de soporte de las células de cada matriz con un disipador térmico externo 3 garantiza la disipación, a la atmósfera, del calor generado en el interior del cuerpo de tipo caja sellada herméticamente, por la radiación no convertida.

La superficie exterior del cuerpo 3 de tipo caja sellada herméticamente puede tener la forma de (o alternativamente estar acoplado térmicamente a) un cuerpo disipador, típicamente con aletas o con una forma adaptada para favorecer la disipación térmica en la atmósfera, por lo menos en correspondencia directa con las áreas de aplicación sobre la superficie interior de la pared de una matriz de células fotovoltaicas.

En la realización ejemplificativa de la FIG. 1, unas aletas 5 de disipación sobresalen fuera de la superficie exterior de una zona engrosada 4 de la pared metálica perimétrica del cuerpo 3. La organización de células fotovoltaicas discretas para obtener una matriz de células con características optimizadas para una región particular del espectro de la radiación solar de acuerdo con un cierto esquema de serie-paralelo, puede adoptar una distribución como la ilustrada esquemáticamente en la FIG. 2a y en la vista de distribución de la FIG. 2B.

Como puede observarse, las células fotovoltaicas discretas individuales 11 pueden tener un área (sección) activa rectangular, oculta parcialmente (enmascarada) por el perfil de la estructura en forma de colector de tipo peine de una capa metálica 14 de contacto eléctrico superior de la estructura con una pluralidad de uniones de la célula fotovoltaica. Evidentemente, manteniendo unas dimensiones adecuadas de las secciones metálicas de conducción de corriente, la estructura metálica del contacto superior 14 tendrá una distribución adaptada para minimizar el encubrimiento, es decir, la reducción de área activa de la célula iluminada por la radiación.

5 El segundo contacto terminal de corriente de cada célula fotovoltaica se puede establecer comúnmente mediante un diseño apropiado de la capa metálica 15 sobre la superficie de una placa de circuito impreso (PCB) en la cual también se pueden definir partes colectoras terminales 15, conectables a través de hilos 16 de conexión a puntos de conexión eléctrica del conjunto receptor de conversión fotoeléctrica de la radiación captada (no representada en la figura).

10 La conexión de acuerdo con el esquema de diseño de serie-paralelo de la matriz de células se puede lograr comúnmente con hilos 17 de conexión soldados en puntos de conexión de la capa metálica superior 14 de contacto y en puntos de conexión, definidos apropiadamente, de la capa metálica superficial 15 de la placa sobre la cual está dispuesta, estableciéndose así también la conexión eléctrica de cada célula fotovoltaica 11, de acuerdo con técnicas comunes de ensamblaje de dispositivos electrónicos sobre PCB.

15 La FIG. 2B es una vista en alzado de la placa portadora de las células, cuya capa de sustrato de material dieléctrico 18 debe resistir las temperaturas relativamente altas debidas a la conversión, en calor, de la parte de radiación que no es convertida por las células fotovoltaicas. Una capa cerámica delgada, o una capa de vidrio o un cermet con características dieléctricas adecuadas es apropiado para esta aplicación aun cuando se pueden usar otros materiales con características similares.

20 Como puede observarse fácilmente a partir de la vista de distribución parcial de la FIG. 2A, la posibilidad de yuxtaponer las células discretas 11 lado con lado en una matriz bidimensional a nivel de filas, prácticamente sin intersticios entre ellas, y una separación mínima entre las células debido a la necesidad de establecer conectores 17 de hilos metálicos entre células, a nivel de columnas. De este modo, la distribución global de una matriz tiene intersticios paralelos entre las superficies activas de células de filas adyacentes. El área de estos intersticios sumada a las áreas terminales inactivas y a las áreas de las tiras metálicas 15 de contacto superior de las células puede ser un porcentaje no despreciable del área global de la matriz.

30 Por lo tanto, desde el punto de vista del rendimiento de conversión, es importante dispersar la radiación en múltiples haces, definidos y dirigidos cada uno de ellos para iluminar única y exclusivamente las áreas activas de las células de la matriz.

35 Según la organización ilustrada en la FIG. 2A, es evidente que para cumplir el requisito de dicha necesidad de dispersar el haz de radiación útil en una pluralidad de haces de iluminación de las áreas activas ya no se requiere una subdivisión en numerosos haces, cada uno de ellos dirigido hacia el área activa de una única célula, sino, de una manera mucho más sencilla, en una pluralidad de haces, adaptado cada uno de ellos para iluminar el área activa de todas las células dispuestas en una misma fila (de acuerdo con una dispersión "unidireccional" en lugar de una dispersión "bidireccional"), simplificando así considerablemente la estructura de los espejos 8, 9 y 10 de dispersión.

40 La FIG. 3 representa una realización del dispositivo de esta invención que usa un espejo escalonado con superficies reflectantes planas.

45 La vista parcial esquemática, en sección transversal, de la FIG. 3 ilustra la forma escalonada del espejo 8sp que intercepta el haz F2, dispersado espectralmente a partir del haz principal F1. Las múltiples superficies reflectantes planas 8' y 8'' iluminan las áreas activas de las células fotovoltaicas 11, yuxtapuestas a lo largo de filas respectivas de la matriz C1.

Evidentemente, la matriz de células puede tener un número teóricamente ilimitado de filas y de columnas y, de forma correspondiente, el espejo escalonado tendrá un número de superficies reflectantes diferenciadas igual al número de filas de la matriz de células.

50 En el ejemplo ilustrado en la FIG. 3, se muestra una realización particular de la placa de circuito impreso, en donde una capa 18 de sustrato dieléctrico de la misma, debido a su naturaleza y/o la imposibilidad de reducir su grosor más allá de un cierto límite, puede representar una capa insuficientemente conductora que limita las propiedades de disipación térmica.

55 En estos casos, el cuerpo relativamente grueso 18 de material dieléctrico de baja conductividad térmica puede tener agujeros, taladrados por debajo de los terminales de fijación de las células, rellenos con un material metálico termoconductor, que se pueden aplanar sobre la cara de acoplamiento del panel.

60 En este caso, la pluralidad de agujeros rellenos con metal establece puentes térmicos eficaces 19 de conducción térmica desde la parte inferior de las células fotovoltaicas 11 hacia la pared de acoplamiento, y el aislamiento eléctrico necesario de los contactos inferiores de las células se garantiza, en este caso, por medio de una capa dieléctrica delgada 20 de la cual no se requiere que posea ninguna resistencia mecánica significativa y que se puede realizar lo suficientemente delgada como para no obstaculizar la transmisión de calor desde la parte inferior de las células hacia la pared metálica externamente aleteada del cuerpo 3 de tipo caja.

Se pueden usar capas delgadas de mica o de cualquier otro dieléctrico adecuado, según técnicas comunes de ensamblaje de componentes electrónicos.

5 La FIG. 4 ilustra una vista esquemática y parcial, en sección, de otra realización en la que las células 11 de una fila pueden tener áreas activas de tamaño idéntico o diferente con respecto al área activa de las células dispuestas a lo largo de otra fila de la matriz. En este caso, es posible usar un espejo de iluminación de las áreas activas de la matriz 8sp que siga teniendo una geometría escalonada, de manera que las diferentes superficies reflectantes 8' y 8" que tienen diferentes perfiles convexos diferencian la "abertura" de los haces reflejados con el fin de iluminar las áreas activas de las células sustancialmente con la misma densidad de energía luminosa incluso si son de tamaño diferente y/o están dispuestas a una distancia diferente con respecto a la superficie reflectante convexa respectiva.

15 Por otra parte, podría existir un problema en el dimensionamiento correcto del área activa total de una matriz de células con respecto a áreas activas totales de las otras matrices de células para equilibrar el área activa de las diferentes matrices de células, típicamente para la radiación roja con respecto a las radiaciones azul y verde. Esto es debido a que el contenido de energía en regiones del espectro solar, según es dispersado comúnmente por filtros dicróicos como los correspondientes considerados en la realización ilustrada, no es idéntico, sino que es significativamente diferente tal como lo es también el rendimiento de conversión de los dispositivos semiconductores (células fotovoltaicas) usados para la conversión en diferentes regiones del espectro así como la temperatura de trabajo óptima de las células fotovoltaicas para diferentes regiones espectrales. Por todas estas razones, la densidad de energía irradiada sobre la superficie activa de cada matriz se debe controlar apropiadamente para evitar condiciones de sobreiluminación que podrían provocar temperaturas excesivas, y dañar la célula o células, o para mantener la densidad en un nivel óptimo con el fin de lograr el máximo rendimiento de conversión.

25 Al ser el haz de entrada F1 concentrado por el espejo primario y por el contra-espejo de un tamaño fijo y no fácilmente modificable, como también lo es el área activa de las células discretas desplegadas, resulta útil poder variar la densidad de energía de iluminación de las células de las distintas matrices para las regiones de subdivisión espectral de la radiación captada, en un aparato de conversión instalado y de funcionamiento, modificando o bien la curvatura de las superficies reflectantes del espejo escalonado o bien la inclinación de la matriz plana de células de tal modo que se logre una densidad satisfactoria de iluminación de las áreas activas de las células.

30 Con este fin, la realización alternativa de un dispositivo según la presente descripción contempla la posibilidad de que las matrices de células fotovoltaicas se orienten con un cierto ángulo de inclinación con respecto al eje óptico del haz de entrada F1 tal como se muestra en las FIGS. 5, 6 y 7, en lugar de situarse en paralelo u ortogonalmente con respecto al mismo. Evidentemente, los grosores de las películas multi-capa antirreflectantes presentes en la superficie del área activa de las células se deberían adaptar al ángulo de incidencia del haz de luz.

35 En referencia a la FIG. 5, la matriz C1 de células fotovoltaicas 11 puede estar inclinada con un cierto ángulo con respecto al eje óptico de referencia del haz concentrado de entrada F1. En función de la necesidad final de disponer de haces de subdivisión de tamaños diferentes para adaptarse a las dimensiones del área activa de células dispuestas en diferentes filas de una matriz, se puede usar, tal como se muestra, un espejo escalonado 8sp con superficies reflectantes planas o, en el caso de células de diferente área activa, se puede usar un espejo escalonado con superficies reflectantes convexas, de forma similar a lo que ya se ha ilustrado en relación con la realización de la FIG. 4. En ambos casos, la posibilidad de ajustar el ángulo de inclinación de la matriz dentro de un cierto intervalo, permite incrementar o reducir la densidad de energía incidente sobre el área activa de las células de la matriz, adaptándola a las características de trabajo de las células.

40 En la FIG. 6 se ilustra una realización con capacidad mejorada de regulación de la densidad de energía para una iluminación óptima del área activa de las células fotovoltaicas, en función de parámetros de funcionamiento apropiados de las células.

45 Según esta realización, la matriz de células fotovoltaicas comúnmente ensambladas en una placa de circuito impreso se puede asociar a un cuerpo aleteado de disipación térmica, garantizando un aislamiento eléctrico y un buen acoplamiento térmico entre la matriz de células organizadas sobre una placa de circuito impreso y el cuerpo disipador 21, por ejemplo, mediante la interposición de una película dieléctrica delgada 20, para formar un panel compuesto esencialmente rígido. El conjunto tiene la capacidad de oscilar en torno a un cojinete 22 de pivotamiento que pasa a través de un agujero que cruza de lado a lado el cuerpo disipador 21 y cuyos extremos están sustentados giratoriamente en soportes apropiados (no mostrados en la figura citada) enterizos con el lado exterior del cuerpo 3 de tipo caja, que se proyectan ellos mismos en proximidad del borde de una apertura a través de la pared del cuerpo 3 de tipo caja de tamaño suficiente para contener el conjunto rígido sustancialmente plano de la matriz y del cuerpo disipador.

50 La hermeticidad del espacio interior del cuerpo 3 de tipo caja se garantiza por medio de una junta flexible 23 de estanqueidad, aplicada en torno al perímetro completo de una parte proyectante en forma de brida perimétrica 18' del

sustrato de la placa de circuito impreso que lleva las células, fijada, por ejemplo, con una pluralidad de pernos 24 que se pueden apretar sobre una contrabrida final.

5 Por lo menos un soporte 25 en doble "L" o escalonado está fijado a un extremo de la placa 18 de circuito impreso y su posición con respecto a un pivote roscado 26 enterizo con la pared interior del cuerpo de tipo caja se puede modificar desplazando una tuerca 27 de ajuste conectada mecánicamente al soporte 25, a lo largo del pivote roscado 26, de acuerdo con técnicas comunes de posicionamiento automático a lo largo de un eje (es decir, el eje del pivote roscado 26). La deformación plástica de la junta flexible 23, que puede ser de goma de silicona, neopreno o un material similar resistente a agentes atmosféricos, permite un intervalo de regulación de la pendiente suficientemente amplio.

10 De esta manera, se puede regular con precisión la disposición final de la matriz de células y, en particular, el ángulo de la pendiente para optimizar la densidad de energía de iluminación de las áreas activas de las células de la matriz, una vez que se ha fijado en su lugar el espejo que dispersa la radiación en haces dirigidos hacia las áreas activas de las células de la matriz.

15 El montaje de la matriz con un fulcro 22 de ajuste y la posibilidad de variar el ángulo de la pendiente con medios de accionamiento comunes, típicamente medios electromagnéticos, ofrecen la posibilidad de implementar un sistema de control de bucle cerrado capaz de mantener una iluminación óptima de las áreas activas de las células mediante la compensación automática de un deterioro posible de las condiciones de iluminación del área activa de las células de una matriz que puede ser provocado por la dilatación térmica y fluctuaciones elevadas de la intensidad de la radiación captada.

20 La FIG. 7 ilustra el despliegue de un pivote roscado 26 acoplado en un agujero roscado del soporte 25, movido por un motor 28 para regular la posición de soporte 25 y, por lo tanto, la inclinación del conjunto pivotado de la matriz de células.

25 Los espejos 8, 9 y 10 de iluminación se pueden realizar con vidrio con una superficie que se haya hecho altamente reflectante mediante la deposición de capas metálicas (Al, Ag, Au ...) recubiertas con una película transparente protectora (SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>,...) o se pueden realizar con metal pulido (Al, Ni, Ag...) recubierto con una película transparente protectora de un material dieléctrico.

## REIVINDICACIONES

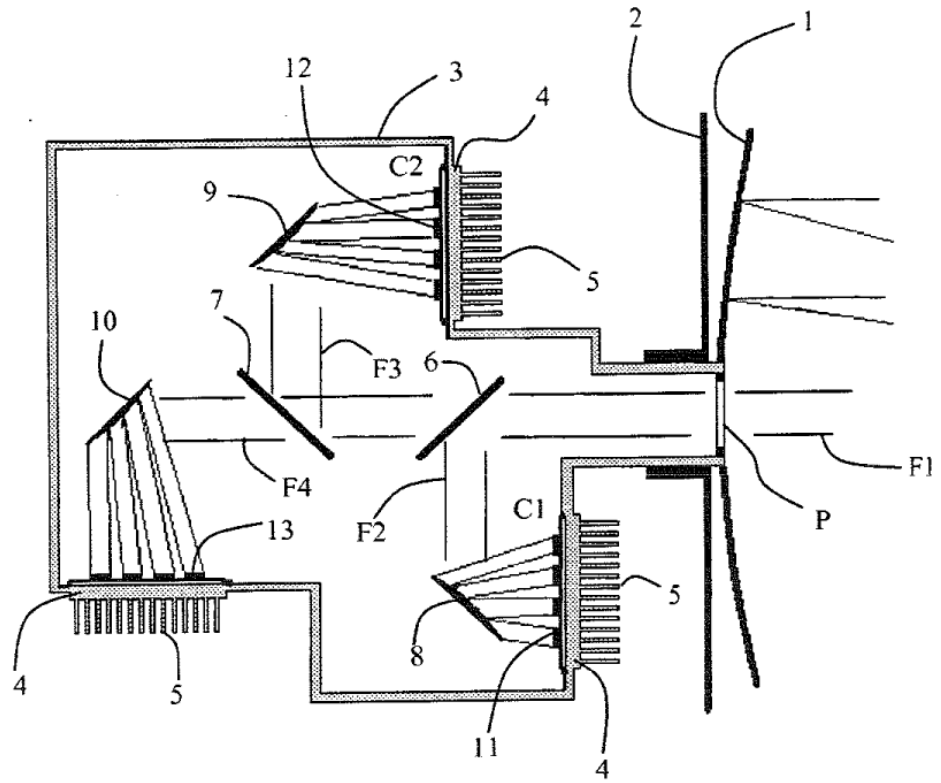
1. Dispositivo fotovoltaico para convertir radiación solar, que comprende:
  - 5 una pluralidad de matrices diferenciadas (C1, C2, C3) de células fotovoltaicas, de máxima sensibilidad, en una región espectral respectiva de la radiación captada diferente a la de las células de las otras matrices, situadas en áreas respectivas de superficies interiores de un cuerpo (3) de tipo caja sellada que tiene una pupila transparente (P) de entrada de un haz concentrado y colimado (F1) de radiación solar captada;
  - 10 por lo menos dos filtros dicróicos (6, 7) dispuestos en cascada a lo largo del eje óptico de dicha pupila transparente de entrada (P) de dicho haz concentrado, que lo dispersan en haces diferenciados (F2, F3, F4) de espectro diferente;
  - 15 tantos espejos (8, 9, 10) como el número de haces espectralmente diferentes (F2, F3, F4) con una pluralidad de superficies reflectantes (8', 8''), interceptando cada espejo un haz respectivo de dispersión espectral del haz entrante de radiación concentrada, subdividiendo el haz interceptado en una pluralidad de haces reflejados, desde dicha pluralidad de superficies reflectantes (8', 8''), dirigido cada uno de ellos para iluminar un área activa de una célula fotovoltaica (11, 12, 13) de la matriz respectiva (C1, C2, C3).
- 20 2. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 1, que incluye además un espejo primario (1) de captación de radiación que tiene una abertura central yuxtapuesta a dicha pupila transparente (P), y un contraespejo que coopera en la generación de dicho haz (F1) de radiación concentrada colimada con el eje óptico de dicha pupila transparente de entrada (P), dirigido hacia dicha abertura central del espejo primario (1).
- 25 3. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que parte de las paredes del cuerpo (3) de tipo caja sellada es de un material de alta conductividad térmica, y se aplican o forman disipadores térmicos (5) sobre la superficie externa de la pared, por lo menos en correspondencia con dichas áreas de colocación de una matriz (C1, C2, C3) de células fotovoltaicas.
- 30 4. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que dichos filtros dicróicos (6, 7) son de vidrio de calidad óptica que tiene un grosor del orden de uno o varios milímetros, y área de dimensiones suficientes para interceptar dicho haz colimado (F1) de radiación concentrada, y que tienen por lo menos una película multicapa sobre por lo menos una superficie de la placa de vidrio, de materiales que tienen diferentes índices de refracción y grosores adaptados para producir el efecto dicróico deseado.
- 35 5. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que dichos espejos con una pluralidad de superficies reflectantes tienen una superficie convexa-poliédrica, reflejando cada faceta poliédrica plana del espejo uno de dichos haces de subdivisión de sección transversal y dirección adaptadas para iluminar el área activa de una célula fotovoltaica respectiva de la matriz.
- 40 6. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que dicho espejo con una pluralidad de superficies reflectantes tiene escalones que definen una pluralidad de superficies reflectantes planas, reflejando cada una de ellas un haz de subdivisión de sección transversal y dirección tales que iluminan las áreas activas de células dispuestas flanco-con-flanco a lo largo de una fila de dicha matriz organizada en filas y columnas.
- 45 7. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que dicho espejo con una pluralidad de superficies reflectantes tiene escalones que definen una pluralidad de superficies reflectantes convexas que reflejan, cada una de ellas, un haz de subdivisión de sección transversal y dirección tales que iluminan las áreas activas de células dispuestas flanco-con-flanco a lo largo de una fila de dicha matriz organizada en filas y columnas.
- 50 8. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 1, en el que cada matriz (C1, C2, C3) de células fotovoltaicas incluye una placa (15 a 18) de circuito impreso con una capa metálica (15) de superficie frontal, definida geoméricamente en islotes de área adaptados para acoplarse eléctricamente a una capa metálica de contacto inferior de una o de varias de dichas células fotovoltaicas (11, 12, 13) dispuestas flanco-con-flanco de la matriz organizada en filas y columnas de células.
- 55 9. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 8, en el que dicha placa de circuito impreso tiene un sustrato dieléctrico (18) de un material perteneciente al grupo compuesto por cerámicas, vidrios y cermets.
- 60 10. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 9, en el que debajo de dichos islotes definidos de capa metálica superficial (15) de la placa de circuito impreso sobre la cual reposa en contacto eléctrico la parte inferior de una o más células fotovoltaicas dispuestas flanco con flanco, el sustrato tiene una pluralidad de agujeros pasantes (19) rellenos con un material metálico de alta conductividad térmica, que constituyen un puente térmico para transferir calor desde la parte inferior de las células (11, 12, 13) a través del grosor del sustrato (18) de placa de



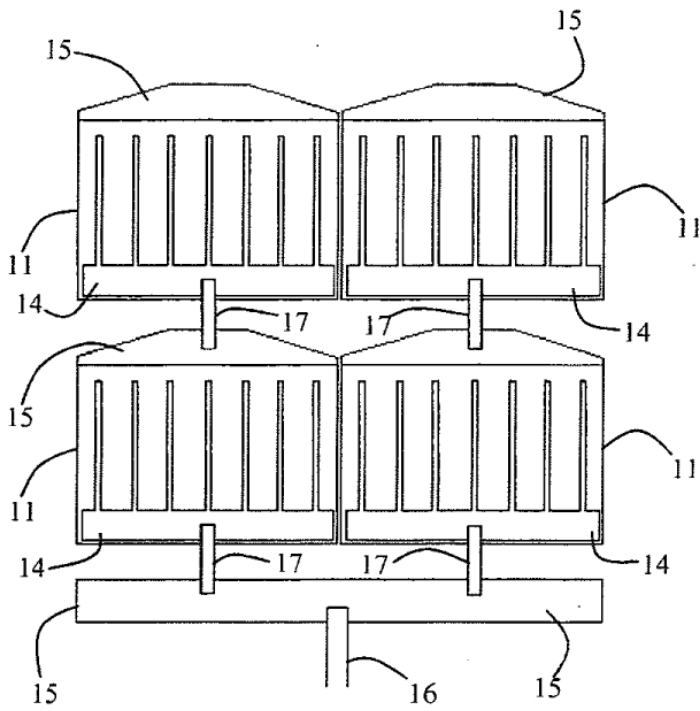
circuito impreso hacia una superficie de acoplamiento térmico de un disipador térmico, con interposición de una capa dieléctrica relativamente delgada (20) entre el material metálico que rellena los agujeros (19) y el disipador térmico.

- 5 11. Dispositivo fotovoltaico según la reivindicación 10, en el que dicha capa dieléctrica relativamente delgada (20) es una lámina de mica.
- 10 12. Dispositivo fotovoltaico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 8 a la 11, en donde la placa (15-16) de circuito impreso de la matriz de células fotovoltaicas está acoplada directamente a un disipador térmico metálico (5) y fijada perimetralmente a una junta anular (23) de un material flexible, cuyo perímetro exterior está fijado sobre el borde perimétrico de una abertura a través de una pared de dicho cuerpo (3) de tipo caja, quedando sustentado de forma pivotante, el conjunto de la matriz de células y del disipador térmico metálico, por un pasador (22) que pasa a través de un agujero cruzando el ancho de dicho disipador térmico metálico (15), sustentado en los dos extremos por soportes fijados en la superficie externa de la pared del cuerpo (3) de tipo caja;
- 15

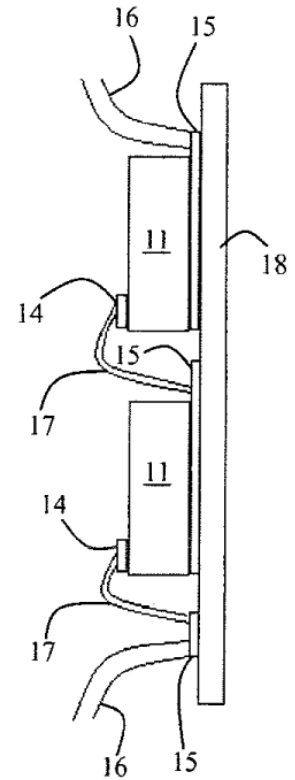
un soporte interior (25), conectado a un borde del sustrato (18) de la placa de circuito impreso de la matriz de células es desplazable a lo largo de un pasador roscado (26) para modificar el ángulo de inclinación de la matriz de células contenida por la placa de circuito impreso sustentada de forma articulada.



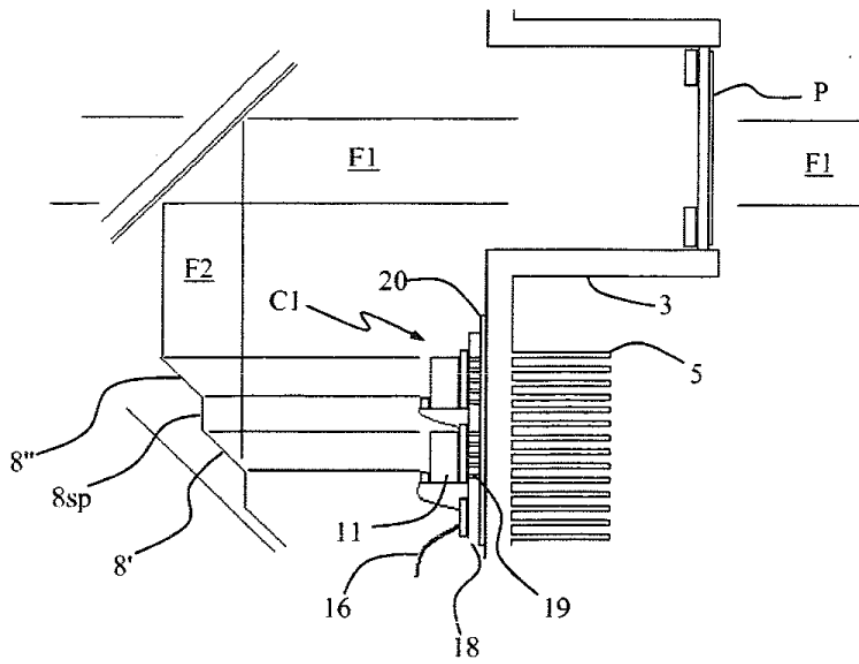
**FIG. 1**



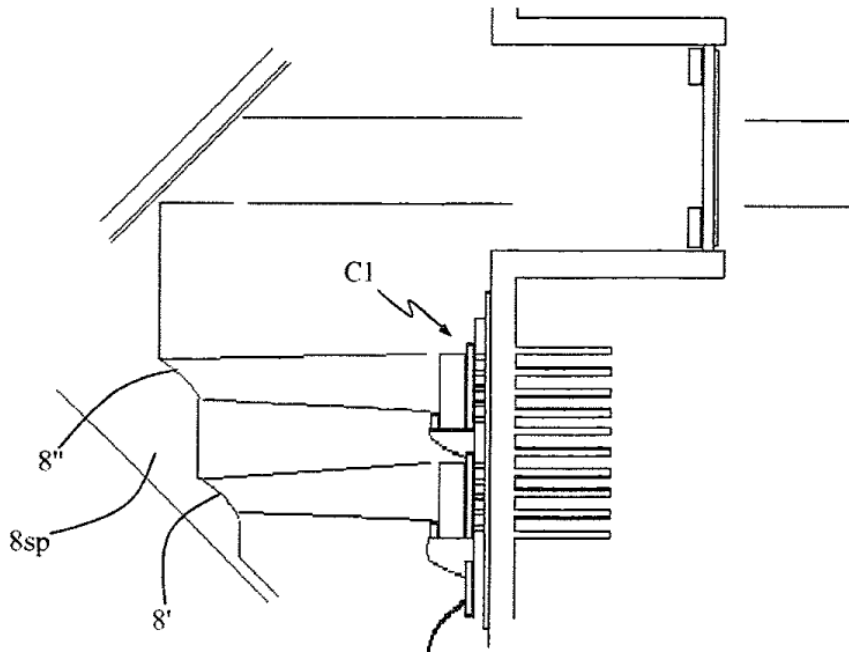
**FIG. 2A**



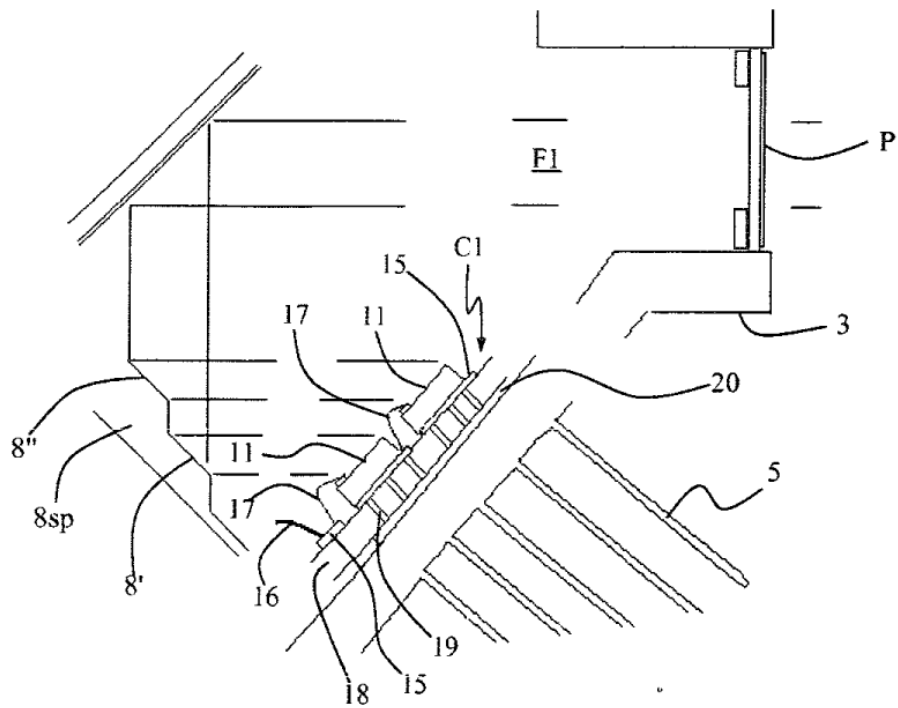
**FIG. 2B**



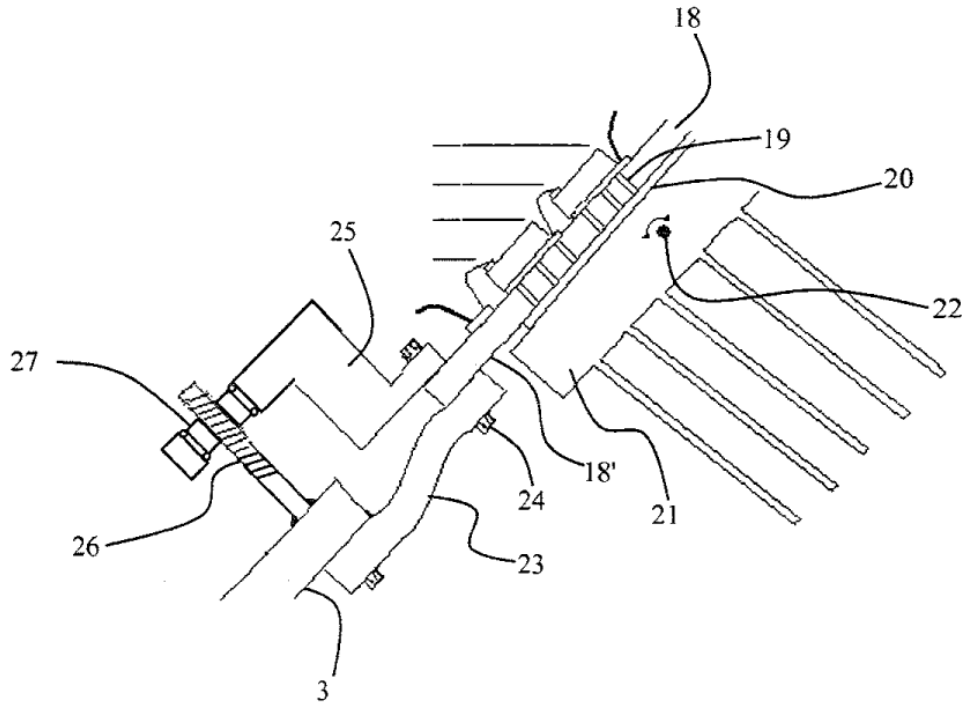
**FIG. 3**



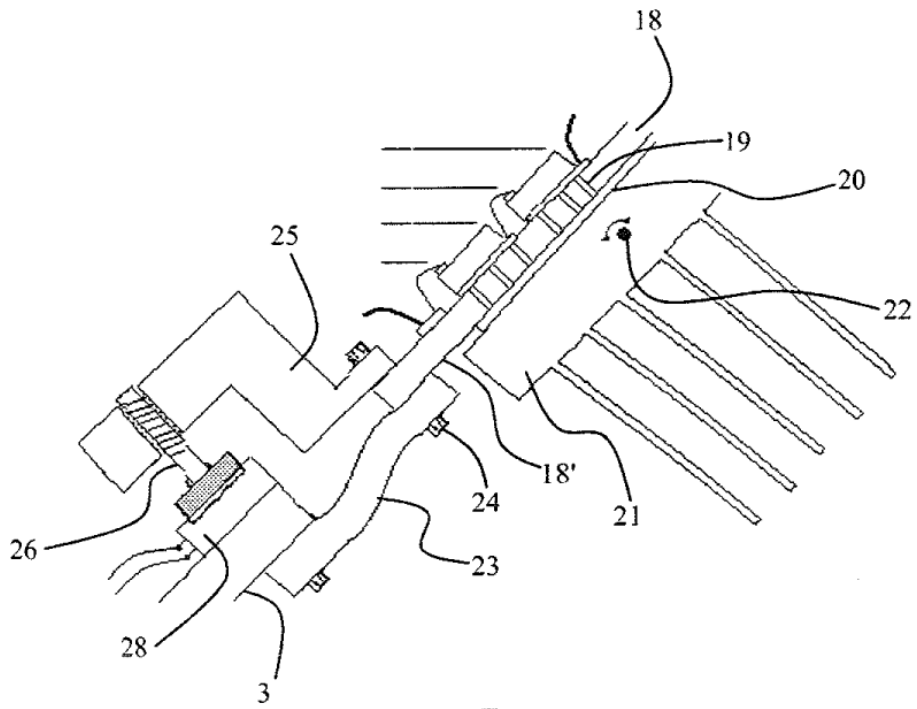
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**