

OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 229 950**

② Número de solicitud: 200350042

⑤ Int. Cl.7: **H01L 31/052**

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **09.01.2002**

⑩ Prioridad: **11.01.2001 US 09/758842**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2005**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**16.04.2005**

⑦ Solicitante/s: **SOLAR SYSTEMS TECHNOLOGY  
INCORPORATED  
5753 Southmoor  
Englewood, Colorado 80111, US**

⑦ Inventor/es: **Olah, Stephen**

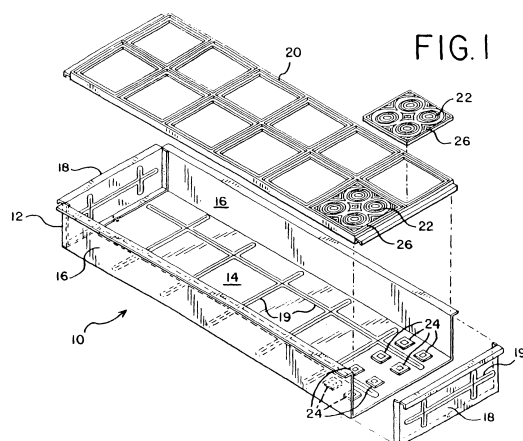
⑦ Agente: **Tavira Montes-Jovellar, Antonio**

⑤ Título: **Módulo de energía solar.**

⑤ Resumen:

Módulo de energía solar.

Módulo de energía solar. Un concentrador solar (10) que tiene un alojamiento (12) que soporta al menos una célula fotovoltaica en él. Un disipador de calor se encuentra bajo la célula fotovoltaica y una cubierta transparente, preferiblemente de vidrio, protege la superficie de la célula. Contactos positivo y negativo están conectados operativamente a la célula para transmitir la energía eléctrica por ella generada. Hay previsto un concentrador óptico (22) principal en forma de lente de Fresnel. La lente de Fresnel tiene una faceta central y una pluralidad de facetas adyacentes de anchura variable, disminuyendo la anchura de cada faceta adyacente sucesiva en una dirección que se aleja de la faceta central. El radio de curvatura de cada faceta adyacente sucesiva aumenta en una dirección que se separa de la faceta central. Todas las facetas tienen una cresta de la misma altura y un valle de la misma altura.



ES 2 229 950 A1

**DESCRIPCIÓN**

Módulo de energía solar.

**5 Antecedentes del invento**

La presente invención se refiere a un módulo de energía solar y, más particularmente, a un módulo de conversión de energía solar que convierte la energía solar en energía eléctrica, y a una lente Fresnel para uso en un módulo de conversión de este tipo.

10 La energía solar es considerada frecuentemente como una alternativa renovable a la energía generada por combustible fósil que es utilizada actualmente de modo predominante. Por supuesto, el coste es un factor principal en la determinación de qué fuente de energía utilizar, y puede esperarse de un modo razonable que cuando la energía creada a través de la conversión de potencia solar sea de coste competitivo con la generada por combustibles fósiles, la energía solar alcanzará un uso más amplio.

Los módulos de conversión de energía solar que convierten la luz solar en energía eléctrica emplean típicamente células fotovoltaicas o fotoeléctricas que convierten directamente la energía solar en energía eléctrica. La cantidad de energía creada por la célula está relacionada directamente con la cantidad de energía solar que absorbe la célula; la cantidad de energía que absorbe la célula es una función tanto del tamaño como del área superficial de la célula y de la intensidad del brillo de la luz solar que incide en la célula.

En términos relativos, la célula fotovoltaica es el componente más costoso de un convertidor de energía solar. Por lo tanto, el incremento de la producción eléctrica del convertidor aumentando el área superficial de las fotocélulas, puede llegar a ser rápidamente muy costoso, y se emplean normalmente otros métodos para incrementar la intensidad de la luz solar que incide en la fotocélula. Tales métodos incluyen utilizar lentes concentradoras y/o reflectores para el enfoque de la luz solar sobre la fotocélula. Ver, por ejemplo, la Patente de los Estados Unidos N° 6.020.554, que utiliza una lente Fresnel (una lente que tiene una superficie escalonada o ranurada) en combinación con reflectores adyacentes a la célula fotovoltaica. Han sido desarrollados también mecanismos de seguimiento que ajustan la posición del convertidor de energía solar a medida que el sol se desplaza en el cielo, para que los rayos del sol incidan más directamente sobre la fotocélula. Ver, por ejemplo, las Patentes de los Estados Unidos N° 4.628.142 y 4.498.456, ambas son incorporadas aquí por referencia.

El tamaño del módulo afecta también al coste en otros modos menos directos. Puesto que la mayoría de los convertidores de energía solar son fabricados alejados de su sitio de instalación, los costes de transporte y de montaje final pueden ser significativos. Claramente, los costes de transporte pueden reducirse al mínimo disminuyendo el tamaño del módulo convertidor, y la simplificación de la estructura general puede esperarse que reduzca razonablemente los costes del montaje, así como el coste del propio colector solar.

Por lo tanto, el objeto principal de la presente invención es proporcionar un convertidor de energía solar de construcción simplificada que enfoque de un modo más exacto los rayos del sol sobre la fotocélula.

Un objeto relacionado es proporcionar un convertidor de energía solar de este tipo que utiliza una lente individual o concentrador óptico principal para cada fotocélula, y no tiene concentrador óptico secundario, tal como una lente adicional o reflector.

Uno objeto adicional es proporcionar una configuración de lente única que debe utilizarse como el concentrador óptico principal para un convertidor de energía solar que enfoca la energía solar con una exactitud suficiente que no requiere concentrador óptico secundario.

**50 Resumen de la invención**

Estos objetos, así como otros que serán evidentes con referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos que se acompañan, son alcanzados por un concentrador solar que tiene una carcasa que soporta al menos una célula fotovoltaica en el interior. Un sumidero de calor está dispuesto subyacente a la célula fotovoltaica y una cubierta transparente, preferentemente de cristal, protege la superficie de la célula. Los contactos positivo y negativo están conectados de forma operativa a la célula para transmitir la energía eléctrica generada de este modo. Un concentrador óptico primario está previsto en forma de una lente Fresnel. La lente Fresnel tiene una faceta central y una pluralidad de facetas adyacentes de anchuras variadas, disminuyendo la anchura de cada faceta adyacente sucesiva en la dirección fuera de la faceta central. El radio de curvatura de cada faceta adyacente sucesiva se incrementa en la dirección fuera de la faceta central. Todas las facetas tienen un pico de la misma altura y un valle de la misma altura. La lente Fresnel tiene una distancia focal predeterminada y la célula fotovoltaica está soportada dentro de la carcasa dentro del intervalo focal de la lente y a una distancia desde la lente que es menor que la distancia focal.

65 En una forma de realización preferida, el convertidor de energía solar comprende una pluralidad de combinaciones de lente Fresnel y de célula fotovoltaica, teniendo cada lente Fresnel una faceta redonda central rodeada por una pluralidad de facetas circulares concéntricas. Se considera que la invención comprende también la configuración única de lente Fresnel por sí misma.

# ES 2 229 950 A1

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente despiezada, ordenada, que muestra un módulo de energía solar de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista en planta de un cuadrado de cuatro lentes Fresnel para uso en el módulo de energía solar de la presente invención.

La figura 3 es una vista ampliada que muestra la relación entre una lente Fresnel individual y su célula solar asociada de acuerdo con la presente invención.

La figura 4 es una vista despiezada, ordenada, de los componentes de apilamiento de células solares.

La figura 5 es una vista en sección transversal de una lente Fresnel individual para uso en la presente invención tomada a lo largo de la línea 5-5 de la figura 2.

## Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Con referencia a la figura 1, se muestra una vista despiezada ordenada de un módulo de energía solar designado generalmente con 10, de acuerdo con la presente invención. El módulo 10 incluye una carcasa 12 fabricada típicamente de metal en láminas por las técnicas de fabricación estándar. La carcasa 12 incluye un fondo 14 y un panel bidireccional 16 formado en una configuración en forma de u a partir de una sola pieza de metal en láminas. La carcasa 14 incluye también dos paneles extremos separados 18, que pueden estar unidos junto con el fondo y los paneles laterales, por ejemplo, por soldadura por puntos. Preferentemente, la carcasa está fabricada de aluminio en lámina de 0,08128 cm estampado por un tinte de blanqueo con rebordes de refuerzo o endurecimiento 19, siendo las dimensiones generales aproximadamente 19,05 cm de alto por 50,8 cm de ancho por 152,4 cm de largo.

Como se ilustra, el módulo 10 incluye un conjunto de rejilla 20 en su lado abierto superior. El conjunto de rejilla soporta una serie de lentes 22. Cada lente 22 que sirve como el concentrador óptico para un apilamiento de células fotovoltaicas, indicado generalmente por 24, montado en el fondo 14 sobre el interior del módulo 10. El conjunto de rejilla 20 está formado preferentemente de aluminio extruído, utilizando el método de fabricación de marco de ventana, con fijación positiva. Esto proporciona un alto grado de exactitud y estabilidad dimensional del módulo montado 10. El conjunto de rejilla resultante 20 soporta 12 conjuntos concentradores ópticos o cuadrados 26 de cuatro lentes cada uno, con cuatro apilamientos de células fotovoltaicas 24 asociados con cada cuadrado de lente.

Volviendo a las figuras 3 y 4, se muestra un apilamiento de célula representativo 24. El apilamiento de células 24 es de construcción bien conocida y comprende una célula fotovoltaica de silicio cuadrada de (7 mm x 7 mm) 28 soportada sobre un aislante eléctrico 30. El aislante eléctrico 30 tiene una abertura central 32 que permite el contacto conductivo entre la célula 28 y un contacto positivo 34 formado de cinta de cobre estaño soldada. Un contacto negativo 36, fabricado también de cinta de cobre estaño soldada, está en contacto positivo con la parte superior de la célula 28. Un cristal u otra cubierta protectora transparente 38 se superpone al contacto negativo 36 y cubre la célula 28 para protegerla de los elementos. La célula 28 y sus contactos asociados 34, 36 y el aislante son fijados a un sumidero de calor 40 que incluyen suelda protegida sobre las áreas donde se forma el contacto con otros componentes. El apilamiento de células 24 está formado preferentemente utilizando técnicas de procesamiento discontinuo, incluyendo la tecnología de re-flujo de la suelda y la fijación positiva en una cámara de calor RF. Los componentes de unión son presionados juntos después del calentamiento para crear una junta de unión homogénea libre de huecos entre la célula solar 28 y el sumidero de calor 40. Los conjuntos de células 24 son interconectados por la trenza de cobre revestido estañada estándar (no mostrado), y está previsto un aislamiento eléctrico entre los conjuntos de células y la carcasa del módulo 12 por una película fina térmicamente conductiva disponible fácilmente (no mostrado tampoco).

De acuerdo con la invención, solamente es utilizado un concentrador óptico individual 22 para cada apilamiento de células 24. No se requiere concentrador secundario, tal como una lente o reflector adicional, como prevalece en la técnica anterior. Para este fin, cada lente 22 comprende una lente Fresnel configurada especialmente. La lente Fresnel tiene una faceta central y una pluralidad de facetas adyacentes de anchuras variadas. La anchura de cada faceta sucesiva adyacente disminuye de la dirección fuera de la faceta central, mientras que el radio de curvatura de cada faceta adyacente sucesiva se incrementa en una dirección fuera de la faceta central. La lente está configurada de forma que todas las facetas tienen un pico de la misma altura y un valle de la misma altura, proporcionando por tanto una lente fina.

La lente Fresnel está soportada en la carcasa a una distancia por encima de la célula fotovoltaica que es menor que la distancia focal de la lente.

Volviendo a la figura 5, se muestra la sección transversal de una lente Fresnel de acuerdo con la presente invención. La lente Fresnel 22 tiene una faceta circular o redonda central 42 y una serie de facetas concéntricas 44a-44i. Las facetas 42, 44a- 44i son de anchuras variadas, pero todas las facetas tienen picos de la misma altura P y valles de la misma altura V. En la forma de realización ilustrada, la altura P es el espesor de la lente y es 0,635 cm, mientras que la altura de los valles V es la mitad del espesor de la lente, o 0,3175 cm. Esto da lugar a una lente Fresnel que tiene una

## ES 2 229 950 A1

dimensión de sección transversal fina. Para conseguir esto, el radio de curvatura de las facetas se incrementa a medida que progresa desde la faceta central 42 a través de cada faceta adyacente sucesiva 44a-44i.

Con referencia a la forma de realización ilustrada, existen 10 facetas (ver mejor en la figura 5) que incluyen la faceta central, cuando se observa a través de la diagonal de cada lente cuadrada Fresnel 22. (Como se ve mejor en la figura 2, cada lente Fresnel tiene 6 facetas "completas" o completamente circulares y 4 facetas parciales en las esquinas de las lentes cuadradas). La faceta central 42 tiene un radio de curvatura R, con la sucesiva faceta adyacente 44a-44i que tiene radios de curvatura Ra-Ri, respectivamente. Con cada lente Fresnel cuadrada 22 en el cuadrado 26 que mide 11,43 cm x 11,43 cm, el radio exterior y el radio de curvatura para cada una de las varias facetas, es el siguiente.

TABLA I

Número de faceta	Radio de curvatura (cm)	Radio (cm)
42	10,16	2,45872
44a	10,5156	3,4925
44bn	10,795	4,28498
44c	11,06424	4,99872
44d	11,31824	5,63372
44e	11,6586	6,28142
44f	11,938	6,25094
44g	12,192	7,18312
44h	12,446	7,66064
44i	12,7	8,0772

Por lo tanto, el radio de curvatura de la faceta más exterior 44i es 1,25 veces mayor que el de la faceta central 42 (es decir,  $12,7/10,16$ ). La lente resultante tiene una distancia focal (la distancia entre la línea central de la lente y el punto focal F en la figura 3) de 17,5768 cm. El apilamiento de células 24 es de espesor suficiente, de forma que la superficie de la célula fotovoltaica 28 es de 16,891 cm desde la línea central de la lente, es decir, dentro de la distancia focal de la lente. Es importante que la superficie de la célula fotovoltaica 28 no esté en el punto focal de la lente puesto que el calor generado por la concentración de los rayos del sol puede ser suficientemente grande en este punto para dañar la célula. Las lentes Fresnel 22 están formadas preferentemente de vidrio de boro silicato HR-35 que proporciona tanto alta transmisión de luz como resistencia a la temperatura. La lente formada por moldeo, con el molde de la lente fabricado utilizando la tecnología de control numérico de ordenador.

Por lo tanto, se han proporcionado un módulo de conversión de energía solar y una lente Fresnel única para uso en un módulo de este tipo que cumplen todos los objetos de la presente invención. Puesto que no se requiere un concentrador óptico secundario debido a las características ópticas de las lentes Fresnel utilizadas, se simplifican en gran medida el diseño y la construcción del módulo. Aunque la invención se ha descrito en términos de una forma de realización preferida, no existe ninguna intención de limitar la invención a la configuración particular ilustrada en los dibujos. Por ejemplo, no es necesario que la lente Fresnel sea de configuración redonda o circular. Si la célula fotovoltaica es alargada en una dimensión, por ejemplo, en configuración elíptica, en lugar de configuración cuadrada, la lente Fresnel puede adoptar una configuración similar. Adicionalmente, el número de facetas en la lente Fresnel es una cuestión de elección de diseño, y puede variar desde diez facetas mostrado en la forma de realización preferida.

REIVINDICACIONES

1. Un convertidor de energía solar que comprende:

5

una carcasa;

un concentrador óptico primario soportado por la carcasa en forma de una lente Fresnel fabricada de vidrio y que comprende una faceta central y una pluralidad de facetas adyacentes de anchura variable, disminuyendo la anchura de cada faceta adyacente sucesiva en la dirección fuera de la faceta central, teniendo cada faceta adyacente sucesiva un radio de curvatura que aumenta en la dirección fuera de la faceta central, y teniendo todas las facetas un pico de la misma altura y un valle de la misma altura, teniendo la lente Fresnel una distancia focal predeterminada;

10

una célula fotovoltaica soportada en la carcasa dentro del intervalo focal de la lente y a una distancia desde la lente que es menor que la distancia focal;

15

un sumidero de calor que está subyacente a la célula fotovoltaica;

contactos positivos y negativos conectados de forma operativa a la célula solar; una cubierta transparente sobre la célula solar; y

20

estando libre el convertidor de energía solar de cualquier concentrador óptico secundario o dispositivo reflexivo asociado con la célula fotovoltaica.

2. El convertidor de energía solar de la reivindicación 1, donde la faceta central de la lente Fresnel es redonda y las facetas adyacentes son concéntricas con la faceta central.

25

3. El convertidor de energía solar de la reivindicación 2, donde el número de facetas circulares concéntricas para la lente Fresnel es nueve.

30

4. El convertidor de energía solar de la reivindicación 2, donde el radio de curvatura de la faceta más exterior de la lente Fresnel es 1,25 veces mayor que un radio de curvatura de la faceta central.

35

40

45

50

55

60

65

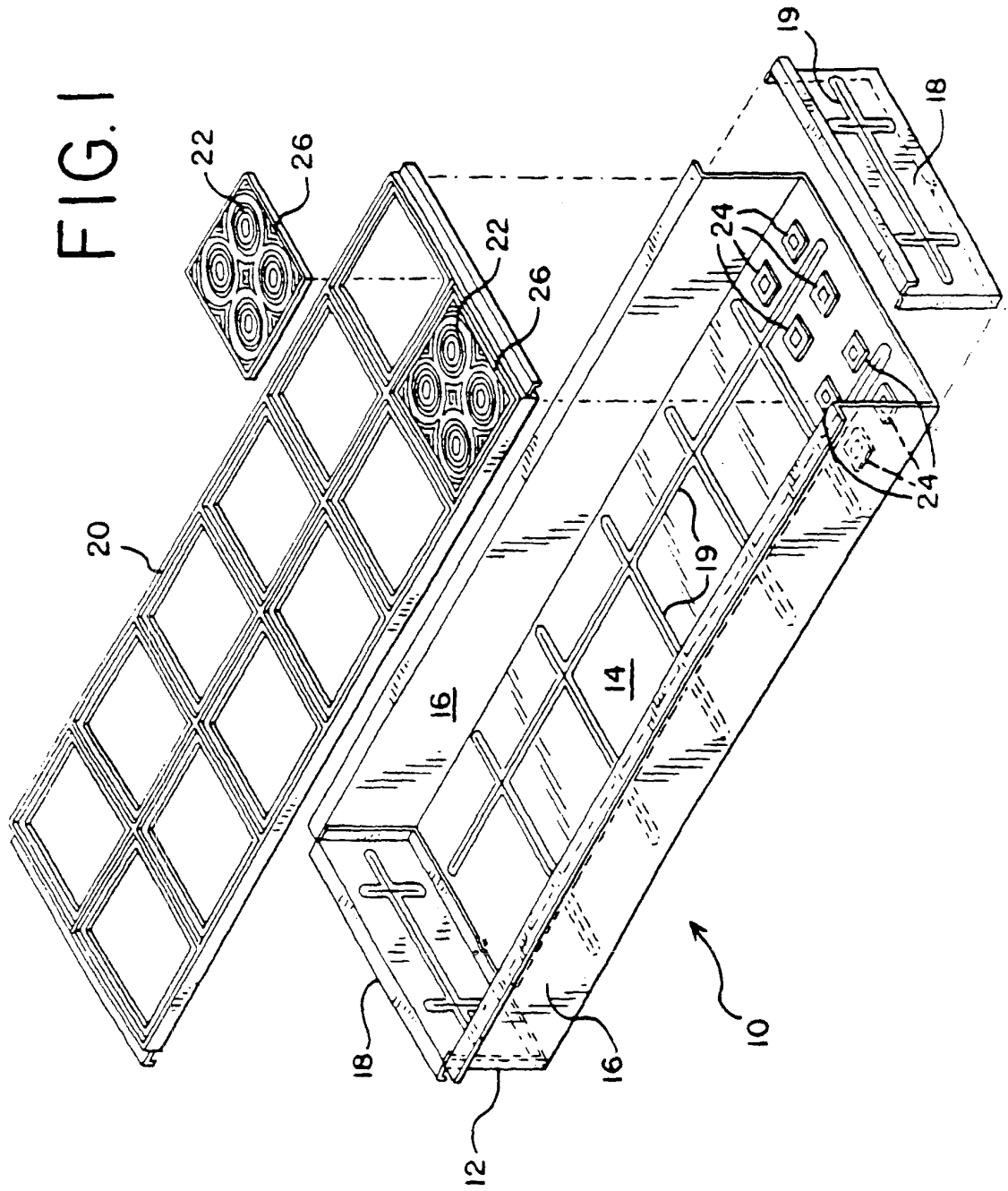


FIG.2

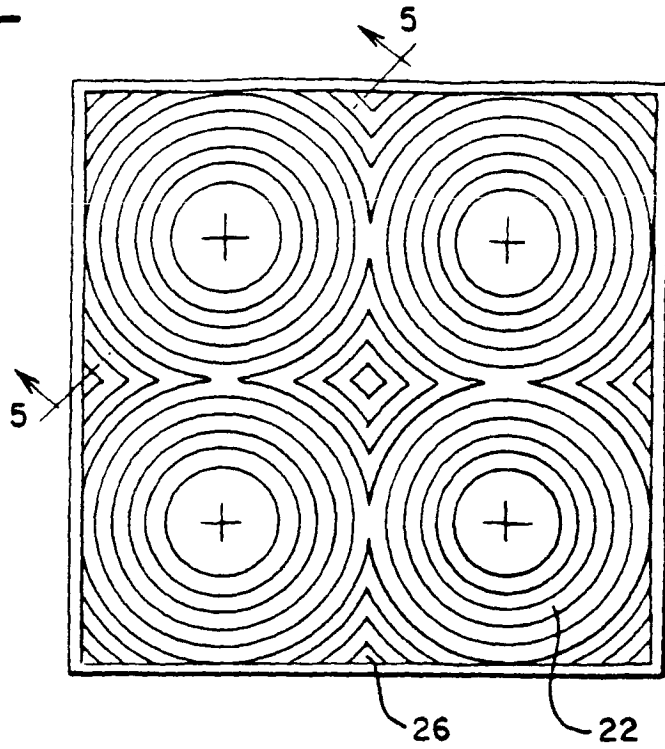


FIG.5

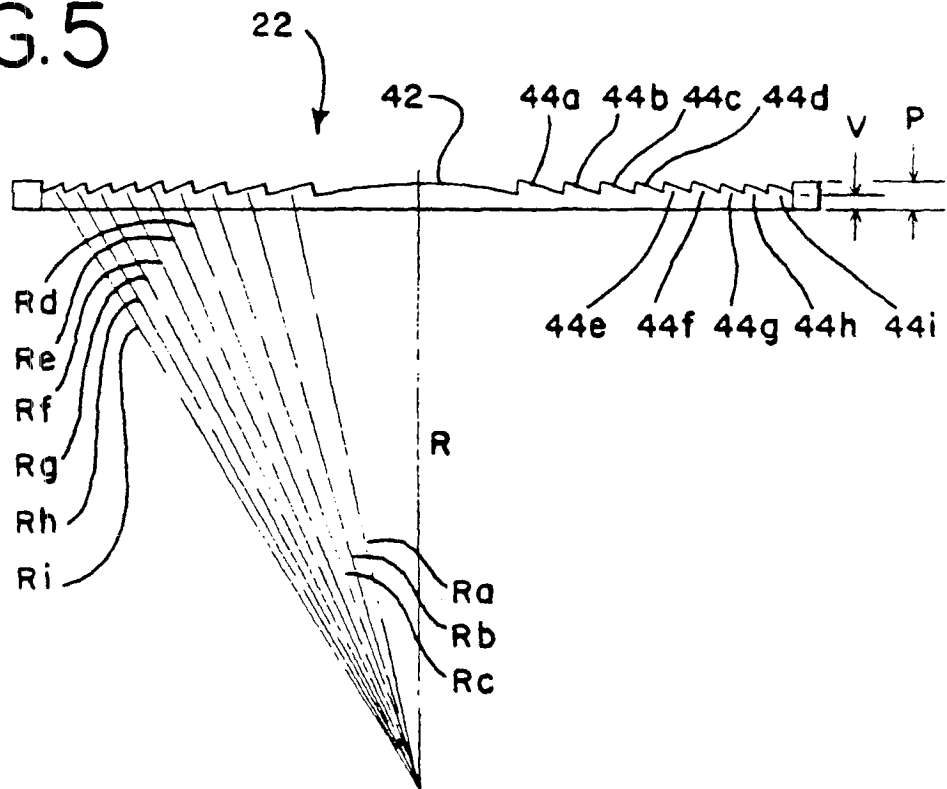


FIG. 3

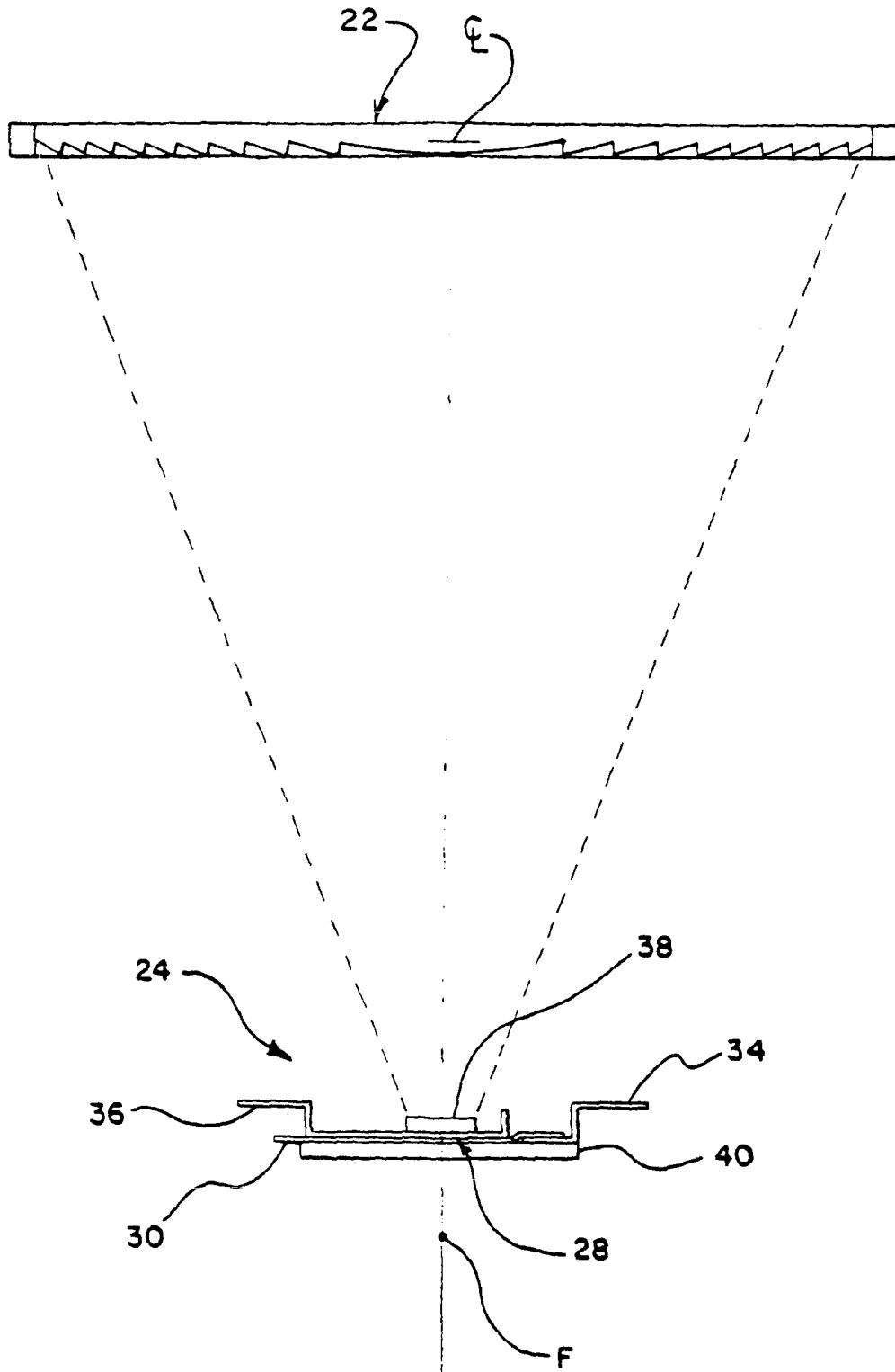
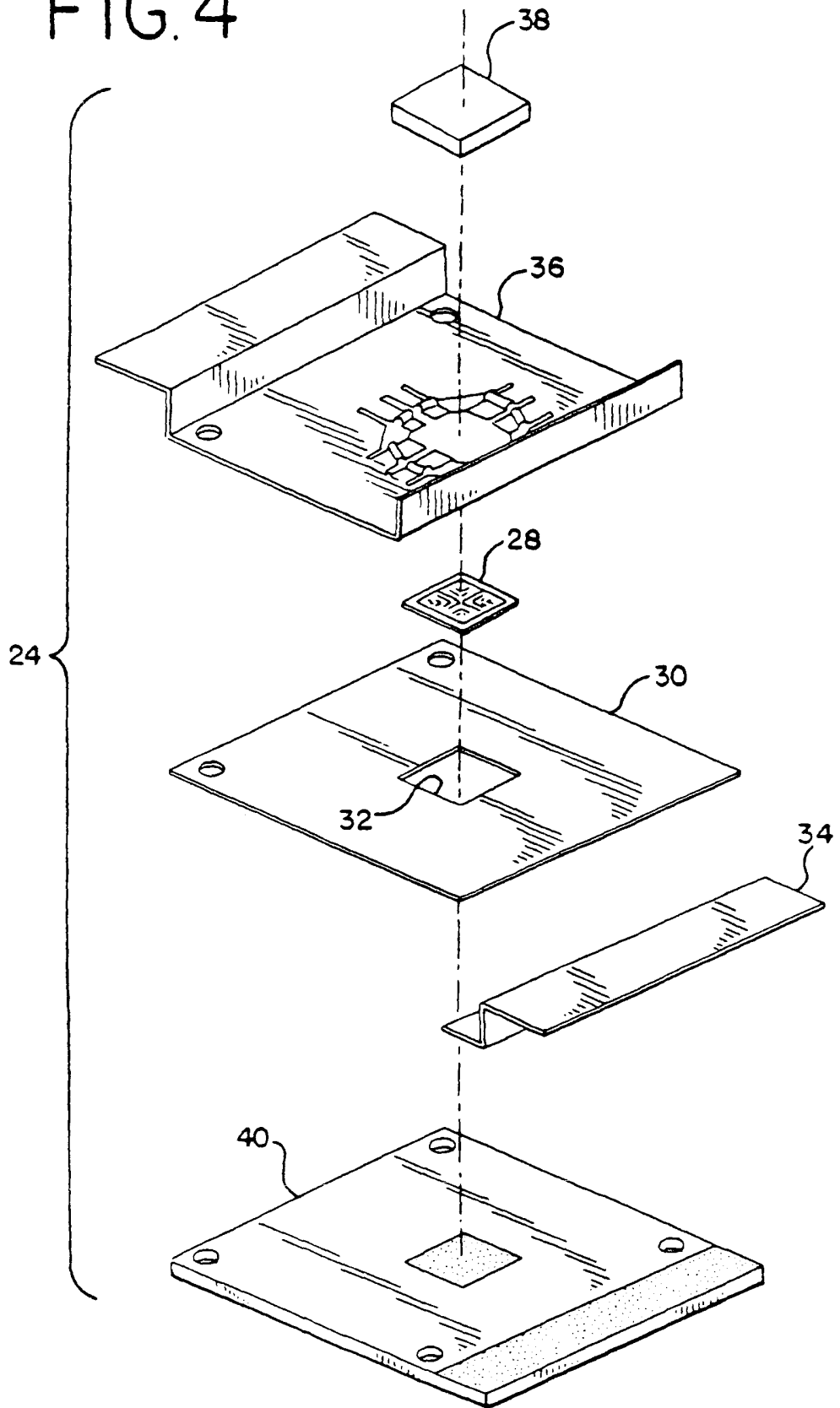


FIG. 4





OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 229 950

② Nº de solicitud: 200350042

③ Fecha de presentación de la solicitud: 09.01.2002

④ Fecha de prioridad: 11.01.2001

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: H01L 31/052

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 5118361 A (FRAAS et al.) 02.06.1992, columna 1, líneas 47-58.	1-4
A	US 6046859 A (RAJ) 04.04.2000, columna 2, líneas 7-54.	1-4
A	US 4653472 A (MORI) 31.03.1987, columna 1, líneas 44-64.	1-4
A	US 4787722 A (CLAYTOR) 29.11.1988, columna 2, líneas 41-65.	1-4
A	US 4904063 A (OKADA et al.) 27.02.1990, columna 3, líneas 37-53.	1-4
P,A	ES 2155030 A1 (PORCAL ORTÍZ, J.) 16.04.2001, todo el documento.	1-2

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

22.03.2005

Examinador

A. Navarro Farell

Página

1/1