

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 175**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/054** (2014.01)

**H01L 31/0725** (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2015 PCT/US2015/032148**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15179745**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2015 E 15796356 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3146617**

54 Título: **Sistema de energía electromagnética de espectro completo**

30 Prioridad:

**22.05.2014 US 201462002122 P**  
**14.07.2014 US 201462024305 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.11.2020**

73 Titular/es:

**SOLAR CUBED DEVELOPMENT, LLC (100.0%)**  
**2810 West Charleston Blvd., Suite 75**  
**Las Vegas, NV 89102, US**

72 Inventor/es:

**HOHULIN, SCOTT**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 791 175 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**

Sistema de energía electromagnética de espectro completo

Campo de la invención

5 Las presentes invenciones se refieren a métodos y dispositivos para capturar energía de radiación electromagnética y proporcionar esa energía para el consumo.

Antecedentes

10 El sufrimiento humano es una consecuencia del enfoque predominante pero anticuado de la energía. Cuando la gente quiere conducir automóviles, leer de noche o tener fabricas de energía, el tema dominante en el suministro de energía para esa demanda es sacar algún tipo de carbono reducido de la Tierra y quemarlo. Dado que los hidrocarburos como el petróleo y el carbón no se distribuyen de manera uniforme, este enfoque provoca inestabilidad y violencia geopolíticas. Ya que los hidrocarburos tienen un suministro limitado, esas tensiones se agravarán si no se encuentran alternativas. Incluso si esas tensiones geopolíticas pudieran resolverse, ese paradigma básico de suministro de energía se basa en una estequiometría unidireccional en la que los hidrocarburos se queman para producir dióxido de carbono. De acuerdo con los informes de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU., más de 9 billones de toneladas métricas de carbono se liberan a la atmósfera cada año.

15 La energía alternativa tal como la solar podría ayudar si esas fuentes pudieran satisfacer la demanda. Si bien los ingresos en la industria de la energía solar fotovoltaica (PV) se acercan a los USD\$ 100 mil millones anuales, la tecnología fotovoltaica requiere una gran inversión de capital que, en el mejor de los casos, rinde lentamente. Las celdas fotovoltaicas existentes se despliegan como paneles planos de material que, en el mejor de los casos, producen alrededor de 0.200 kW por metro cuadrado. En un día soleado, una celda solar del tamaño de una mesa de juego podría mantener encendidas seis bombillas, mientras el sol brille. Para obtener algunos antecedentes sobre las celdas PV, consulte el Título de Patente de Estados Unidos No. 8,093,492 otorgado a Hering y el Título de Patente de Estados Unidos No. 6,689,949 otorgado a Ortabasi. La publicación de patente WO 2007/012026 A1 divulga un dispositivo fotovoltaico no plano en una configuración de barra.

25 Resumen

La invención, que se define en la reivindicación 1, proporciona una celda que captura energía de la radiación electromagnética (EMR) y puede proporcionar esa energía como electricidad. La celda captura energía de un espectro más amplio de EMR que los sistemas convencionales, es decir, el rango EV que se extiende desde ultravioleta hasta más allá del infrarrojo. La celda incluye una composición de material que interactúa con la EMR a través de tres dimensiones del espacio, explotando la idea de que la EMR ejerce energía a través de tres dimensiones independientes - una primera dimensión definida por una dirección de cambio de un campo magnético B, una segunda dimensión de cambio de campo eléctrico E, y una tercera dimensión es la dirección de una propagación de la EMR. Al utilizar reflectores hacia adentro, la celda captura la EMR internamente. Al utilizar un medio 3D, la celda maximiza sus interacciones potenciales con y el potencial para capturar energía desde la EMR. La celda incluye una composición de materiales caracterizados por múltiples separaciones energéticas. La EMR interna a través de un amplio espectro electromagnético energiza electrones de esos materiales desde las bandas de valencia hasta las bandas de conducción, que se pueden recolectar como corriente eléctrica utilizando los electrodos incluidos.

40 Al incluir una geometría de superficie superior curva con superficie de absorción y enfoque prismático, una celda captura la energía EMR para una gran duración de cada día incluso, de hecho, cuando no se está estrictamente hablando de la luz del día, la celda captura todas las formas de luz, indirecta, reflejada, difusa, refractada y prismática. Por las características y fenómenos descritos, las celdas de la invención maximizan el espectro de EMR del que se captura la energía, y la eficiencia de captura de esa energía, y la duración de la captura por día. Por al menos esas razones, las celdas de la invención exhiben una eficiencia muy alta y, de hecho, pueden proporcionar al menos aproximadamente 2.9 kWh por m<sup>3</sup> de potencia o más.

45 Debido a la alta eficiencia y producción de energía que proporcionan las celdas de la invención, la demanda de energía de las personas puede satisfacerse sin producir cantidades estequiométricas de dióxido de carbono y sin exacerbar las tensiones geopolíticas que rodean la distribución desigual de los combustibles de hidrocarburos. Por lo tanto, los sistemas y métodos de la invención proporcionan herramientas para satisfacer la demanda global de energía sin amontonar el sufrimiento humano. Utilizando los sistemas y métodos de la invención, las personas pueden leer por la noche, viajar, operar sus negocios y continuar dirigiendo sus vidas de una manera agradable y sostenible.

50 Se ha presentado respetuosamente que la tecnología modular para abordar los problemas de energía solar fotovoltaica se ha visto limitada hasta la fecha por un enfoque bidimensional (euclidiano), que ha impedido aprovechar todo el espectro electromagnético de la energía disponible. En resumen, el uso de los ejes x y y para definir límites y perímetros de la recolección de energía solar fotovoltaica es inherentemente limitante.

De acuerdo con lo anterior, es un objetivo de las presentes invenciones proporcionar metodologías, sistemas y procesos que aprovechan el empaque denso (tecnología de cinta) que facilita grandes KW/h y recolección máxima de energía por metro cuadrado.

5 En pocas palabras, la energía electromagnética (EM) recolectada en tres dimensiones, en capas, permite que múltiples planos funcionen operativamente con estructuras de separación energéticas optimizadas, por lo que las películas electromagnéticas de tres dimensiones variantes y superpuestas integradas permiten a los sistemas recolectar energía en todo el espectro electromagnético y se van a aprovechar los sistemas actuales que utilizan tanto luz directa como indirecta.

10 Los aspectos de la invención proporcionan una celda de captura de energía electromagnética que incluye un cuerpo de material con una capa superficial superior y una capa superficial inferior. La capa de la superficie superior recibe radiación electromagnética (EMR) en el material, las capas de la superficie superior e inferior reflejan el material interno (EMR) de nuevo dentro del material, y el material abarca sustancialmente tres dimensiones de espacio entre la superficie superior y la superficie inferior de tal manera que la EMR interna interactúa con el material en las tres dimensiones. Una composición del material define una pluralidad de separaciones energéticas de tal manera que las longitudes de onda de la EMR internan fuera del espectro visible excitan los electrones desde una banda de valencia hasta una banda de conducción.

15 La celda incluye al menos un electrodo en contacto con el material. En una realización preferida, la capa de superficie inferior define una curva parabólica que tiene un foco dentro del material. La capa de la superficie superior puede ser curva de tal manera que, por ejemplo, cuando la celda se sienta al aire libre en un día sin nubes, la luz solar directa define una normal hacia la superficie superior curva desde el amanecer hasta la puesta del sol. El material puede incluir múltiples películas que comprenden una pluralidad de semiconductores. Preferiblemente, las películas definen una geometría no plana. Las películas se pueden formar mediante un proceso que utiliza gas argón de tal manera que las películas resistan la deslaminación. Los artesanos entienden que la semántica involucrada en terminología gruesa/delgada son artefactos históricos en lugar de distinciones técnicas.

20 La celda puede incluir adicionalmente un primer electrodo y un segundo electrodo en contacto con el material y definir un primer contacto eléctrico y un segundo contacto eléctrico accesible desde un exterior de la celda. La exposición de la superficie superior a EMR que comprende longitudes de onda infrarrojas produce un voltaje a través del primer contacto eléctrico y el segundo contacto eléctrico.

25 De acuerdo con las realizaciones, la celda convierte un amplio espectro de EMR en electricidad, la EMR que incluye formas ultravioletas a través y más allá del infrarrojo. La celda puede ser operable para utilizar la EMR UV, visible e invisible para producir potencia. Las celdas de la invención cubren un espectro de 200 - 5000 eV. Se puede encontrar que la exposición de la superficie superior a la EMR produce al menos 2 kW por m<sup>3</sup>.

30 En ciertas realizaciones, una celda incluye un prisma apical plateado en ángulo para absorber energía de radiación EM indirecta. La celda puede incluir múltiples películas de argón EM, que pueden ser transparentes, estables y capaces de absorber 200 eV a 5000 eV. Preferiblemente, un prisma apical plateado en ángulo absorbe energía de radiación EM indirecta. La celda puede absorber el espectro total de EMR con menos del 10% de la EMR refractada. El enfoque prismático puede aumentar el área de la superficie en dos veces.

35 La celda puede incluir montajes que comprenden uno o más reflectores parabólicos en espejo interno. La celda puede incluir bases reflectantes parabólicas dobles (por ejemplo, para fomentar la reflexión interna y múltiples pases de fotones de EMR a través del material). La celda también puede incluir una cubierta interna que rompe la EMR y aumenta la absorción al actuar como una membrana semipermeable que permite la entrada de radiación, pero inhibe su salida. En algunas realizaciones, cualquier fotón dado de EMR interna interactúa con electrones al menos 7 veces. En ciertas realizaciones, los fotones de EMR interna interactúan con electrones en promedio más de 30 veces. La celda puede incluir comprender una superficie de espejo parabólica en la superficie inferior que fuerza a la EMR de regreso a través del material de tal manera que los fotones de EMR, en promedio, pasen a través del material al menos 7 veces, y al menos algunos de los fotones de EMR pasen a través del material al menos 37 veces.

40 Por las características, la química y la estructura anteriores, las celdas de la invención recogen energía de un espectro completo de EMR desde UV hasta más allá de IR.

Breve descripción de los dibujos

50 La Figura 1 muestra una celda 101 de la invención.

Las Figuras 2A-2C muestran un elemento 201 central de la celda 101.

La Figura 3 muestra un elemento 301 de extremo de la celda 101.

Las Figuras 4A-4C muestran vistas de una sección 401 de hardware de montaje exterior ejemplar de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

Las Figuras 5A-5C muestran vistas de una sección 501 de hardware de montaje de base exterior ejemplar de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

Las Figuras 6A-6C muestran un elemento 601 de extremo de una celda de la invención.

La Figura 7 muestra una representación gráfica de la eficacia de la presente invención.

5 La Figura 8A da una vista en perspectiva de la realización de pétalos de flores.

La Figura 8B da una vista lateral de la realización de pétalos de flores.

La Figura 8C da una vista superior de la realización de pétalos de flores.

La Figura 8D es una vista en sección a lo largo de la línea A-A en la Figura 8C.

10 La Figura 9 es un algoritmo que muestra cómo se impulsa el aumento de captura en las realizaciones de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención.

La Figura 10 es un diagrama de flujo esquemático de las etapas de acuerdo con el proceso para optimizar la recolección de energía del espectro electromagnético.

La Figura 11 ilustra esquemáticamente la recirculación de EMR interna para múltiples pases a través del material de una celda, como lo demuestran las enseñanzas actuales.

15 Descripción detallada

En este documento se muestra una celda de captura de energía electromagnética que incluye un cuerpo de material con una superficie superior y una superficie inferior. El material puede incluir un vidrio u otro material similar con una química y forma interna que exhibe las propiedades mencionadas. Al menos la superficie inferior puede proporcionar un enfoque parabólico como se describe. La celda tiene preferiblemente una superficie superior que recibe radiación electromagnética (EMR) en el material, las superficies superior e inferior reflejan internamente (EMR) de nuevo en el material, y el material abarca sustancialmente tres dimensiones de espacio entre la superficie superior y la superficie inferior de tal manera que la EMR interna interactúe con el material en las tres dimensiones. Una composición del material, por ejemplo, en forma de películas de acuerdo con el proceso de la invención (por ejemplo, realizado a través de un proceso de purga de argón) define una pluralidad de separaciones energéticas tales que las longitudes de onda de la EMR interna fuera del espectro visible excitan los electrones desde una banda de valencia hasta una banda de conducción. La celda tiene una estructura interna o geometría con formación superpuesta, es decir, una tecnología de cinta o densidad de energía de colocación que genera más potencia que los arreglos PV convencionales, como se muestra en los datos de este documento.

20 La presente invención ha configurado un Sistema de Captura Electromagnética que aprovecha todo el espectro de dicha energía radiada para generar potencia.

El sistema de captura electromagnética representado (EM-CS) cubre un espectro más amplio de 200-5000 EV, mientras que el PV estándar actual cubre un rango menor de 800-1100 EV. EM-CS utiliza una película de argón más dinámica en comparación con la película delgada estándar actual.

25 El sistema de Captura EM (EM-CS) es una nueva tecnología que captura y convierte un amplio espectro de radiación electromagnética que incluye formas de luz ultravioleta a través y más allá del infrarrojo (C) en el ámbito de la captura de calor.

30 La capacidad de las tecnologías para capturar un rango diario más amplio de radiación electromagnética como tal no es lo mismo que "solar". Este rango aumentado acoplado con una mayor eficiencia del sistema ofrece una mayor capacidad del panel durante períodos de tiempo mayores, lo que resulta en un menor coste por vatio y una mayor producción total.

La mayor capacidad de los paneles requiere una superficie significativamente menor que permite la instalación de paneles incluso cuando el espacio es limitado y costoso.

35 La tecnología de "Contener" o "Capturar" (utilizada de manera extensiva para esta aplicación) genera importantes ahorros de costes para las instalaciones residenciales/comerciales/de servicios públicos actuales debido a su menor tamaño de construcción y al reducido recuento de paneles, lo que requiere significativamente menos bienes inmuebles, mano de obra de instalación, y equipamiento auxiliar.

La tecnología EM-CS combinada con el almacenamiento de la batería puede funcionar como la primera solución legítima de energía renovable de "carga base".

40 Apropriado tanto para el sistema conectado a la red como para el sistema fuera de la red, los sistemas actuales proporcionan un uso limitado de la energía de espectro completo EM.

- De acuerdo con las realizaciones, los “paneles” de las invenciones actuales están diseñados para contener/capturar y convertir un rango mayor de radiación de hasta 2.9 kW/m<sup>3</sup> a diferencia de todos los otros paneles en el mercado. Dado que, de acuerdo con la presente invención, los paneles utilizan los espectros de luz UV, visible e invisible.
- 5 De acuerdo con las realizaciones, se divulgan múltiples “películas de argón” EM (transparentes, estables y capaces de absorber 200 ev a 5000 ev). Del mismo modo, las formulaciones de vidrio patentadas están diseñadas para absorber el espectro total de radiación EM (con un mínimo de 6-8% de luz refractada, de cualquier tipo), la adición de prismas angulares plateados apicales aumenta adicionalmente la capacidad de absorber energía de radiación EM indirecta.
- 10 De acuerdo con las realizaciones, las bases reflectantes parabólicas dobles dirigen y capturan la luz solar para maximizar la eficiencia del sistema.
- La tecnología permite hasta un 800 por ciento más de radiación EM, dando más kW total/día absorbido, dependiendo del solsticio y la zona.
- De acuerdo con las realizaciones, la cubierta interna rompe la radiación EM, aumentando la absorción que actúa como una membrana semipermeable que permite la entrada de radiación, pero inhibe su salida.
- 15 La nueva tecnología aumenta la radiación total hasta un 66% más que la película sola. Es por eso que este es un “sistema” EM, no solo otro panel solar, como lo divulga la técnica anterior.
- También se presenta la capacidad de absorber: energía directa, indirecta, reflejada, prismática e incluso difusa.
- El diseño interno aumenta el paso de electrones al menos aproximadamente 7-37 veces, este se presenta respetuosamente.
- 20 En contraposición a los sistemas convencionales en los que los paneles EM solo utilizan parte del espectro EM. (Los paneles actuales utilizan solo el espectro visible hasta un 20% de 0.6 kW/m<sup>2</sup>).
- El presente sistema resulta del diseño de un sistema que utiliza TODA la energía de radiación electromagnética disponible que excede por mucho el rango pequeño de un panel solar promedio e incluso excede los rangos masivos disponibles de UV a IR. Este sistema está diseñado para absorber espectros de radiación mucho más grandes.
- 25 Los paneles solares existentes solo utilizan una longitud de onda de 800 a 1100, mientras que las enseñanzas actuales utilizan la tecnología de amplio espectro que utiliza una longitud de onda de 200 a 5000 mucho más grande.
- Los paneles actuales “rebotan” la luz solar, mientras que los nuevos paneles EM “capturan” la energía del sol, y/o “contienen” alcuotas mucho más grandes de la misma.
- 30 El diseño rotacional de la radiación aumenta la exposición a la radiación hasta casi un 70% más que los modelos tradicionales
- Este diseño utiliza el ángulo de la luz solar, la rotación de la tierra, la relación entre el tiempo aumentado de la línea directa y una mayor absorción para disminuir la luz reflejada/refractada y aumentar la cantidad de radiación de luz que ingresa a la celda de captura (Ley de Snell).
- Adicionalmente, la composición de vidrio le permite absorber la luz indirecta.
- 35 Se pueden encontrar antecedentes útiles adicionales en Takamoto, 2009, Estado de celdas solares multifuncionales y desarrollo futuro, CONFERENCIA CS MANTECH, 18-21 de mayo, Tampa, FL, EE.UU. (4 páginas); Patente de Estados Unidos 8,093,492 otorgada a Hering; Patente de Estados Unidos 6,335,480 otorgada a Bach; y Patente de Estados Unidos 6,689,949 otorgada a Ortobasi, cada una de las cuales se incorpora expresamente por referencia, como se establece en este documento, para todos los propósitos.
- 40 La tecnología divulgada en el presente documento está dirigida a sistemas y métodos para generar energía a partir de fuentes tales como el sol. Las realizaciones de la tecnología divulgada están configuradas para poder capturar un amplio espectro de energía electromagnética y convertir eficientemente esa energía en electricidad para una variedad de usos. Se puede incluir una variedad de características para permitir la captura eficiente de energía electromagnética para aumentar la eficiencia del sistema de generación de potencia solar. Por ejemplo, se pueden utilizar formas y composiciones de vidrio únicas para mejorar la entrada y captura de luz en el sistema, se puede utilizar un reflector parabólico u otro para capturar energía, tal como la energía solar del sol (u otra fuente de energía electromagnética)
- 45 en varios ángulos, y se pueden combinar múltiples capas de materiales fotovoltaicos en una variedad de separaciones energéticas diferentes para capturar un amplio espectro de energía electromagnética dentro y más allá del espectro de luz visible.
- 50 Un primer prototipo del sistema incluye un vidrio u otro recinto transparente, una pila de conversión de energía creada utilizando uno o más materiales de conversión solar (es decir, materiales fotovoltaicos) que tienen diferentes separaciones energéticas (materiales de separación energética) y un reflector que puede ser configurado para redirigir

la luz solar (u otra energía electromagnética del sol) al recinto de vidrio que de otro modo no podría afectar al recinto, de tal manera que la luz reflejada pueda ser capturada por el recinto de vidrio y dirigida hacia los materiales fotovoltaicos. Estas y otras características y aspectos de la tecnología divulgada se pueden utilizar y combinar en varias combinaciones para crear un sistema generador de energía eficiente. A modo de ejemplo, se describen varios aspectos de estas características en este documento. En diversas realizaciones, el vidrio utilizado para encerrar los materiales fotovoltaicos se puede formular para aumentar o maximizar la cantidad total del espectro de radiación electromagnética que alcanza y puede ser capturado por los materiales fotovoltaicos.

El vidrio está templado para mejorar su resistencia a la rotura, y es deseable por su amplio espectro de transmisión de longitud de onda. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el fosfato templado MgF y el vidrio de zafiro se pueden proporcionar con un espectro de transmisión que suministra aproximadamente 80 a 90% de transmisión a través de una longitud de onda de aproximadamente 400 a 2750 nm. En algunas realizaciones, el vidrio puede lograr un alto porcentaje de transmisión en un espectro de aproximadamente 200 a 5000 nm. El vidrio se puede dopar con una sustancia química de fósforo (por ejemplo, 20% o menos, aunque se pueden utilizar otros porcentajes de dopaje) para alterar la absorción de energía electromagnética, así como el índice de refracción del vidrio. El dopaje se realiza con el fin de aumentar el ángulo efectivo de aceptación del vidrio de tal manera que se acepte más energía del sol en el vidrio y menos se refleje en la superficie del vidrio en comparación con los vidrios no dopados.

Adicionalmente, el revestimiento de vidrio se gestiona incluyendo un recubrimiento antirreflectante (AR) en la superficie externa del vidrio y un recubrimiento de óxido en la superficie interna del vidrio, entre otros. El recubrimiento antirreflectante se puede agregar para reducir la cantidad de reflejos de la superficie exterior en comparación con un vidrio sin recubrimiento. El recubrimiento de óxido en la superficie interna se puede proporcionar para realizar diversas funciones. Por ejemplo, el recubrimiento de óxido se puede proporcionar para dividir prismáticamente la luz en sus componentes espectrales constituyentes. Esto permite que la luz entrante se separe en componentes espectrales y los componentes espectrales se dirijan en diferentes direcciones desde la superficie interna del vidrio.

El recubrimiento de óxido también puede actuar como una membrana semipermeable, que permite la entrada de radiación pero que inhibe su salida. Esto puede facilitar la reutilización de fotones que no son absorbidos y convertidos en su primer paso a través de los materiales. Con el dopaje apropiado y otras características descritas, se pueden implementar realizaciones que logren el suministro a los materiales de separación energética del 58.86% de la luz directa que incide sobre el vidrio, y el suministro a los materiales de separación energética de hasta el 30% de la luz indirecta que incide sobre el vidrio. Esto se puede lograr porque la luz que incide sobre el vidrio en un ángulo poco profundo se puede capturar en lugar de reflejarse, y luego puede refractarse hacia los materiales de separación energética fotovoltaica ubicados dentro de la región central del revestimiento del vidrio.

De acuerdo con las enseñanzas actuales, la luz que incide sobre el vidrio en un ángulo superficial puede capturarse en lugar de reflejarse. Un ejemplo simple de esto se ilustra en la Figura 2 en la que los rayos de luz entrantes en ángulos superficiales son aceptados y refractados hacia la pila de materiales de conversión de energía fotovoltaica. La forma de la carcasa de vidrio es importante para aumentar la eficiencia del sistema y el rango del espectro electromagnético que el sistema puede capturar. La forma no se limita a la que se muestra en las figuras. Se pueden utilizar varias formas de recinto de vidrio, sin embargo, en algunas realizaciones, se utiliza una forma redondeada para presentar un ángulo más directo a la fuente de energía electromagnética (por ejemplo, el sol, una lámpara u otra fuente de energía) y para facilitar refracción de la luz hacia los materiales fotovoltaicos.

En un aspecto, la invención proporciona un sistema mejorado de captura de energía electromagnética de alta eficiencia (EM-CS). El EM-CS incluye una celda 101.

La Figura 1 muestra una celda 101 de la invención. La celda 101 incluye un elemento 201 central y uno o más elementos 301 de extremo.

Las Figuras 2A-2C muestran un elemento 201 central de la celda 101. La Figura 2A da una vista en perspectiva del elemento 201 central. La Figura 2B proporciona una vista de perfil recortada del elemento 201. La Figura 2C muestra una red de electrodos en el elemento 201 central. El elemento 101 central incluye, en combinación, al menos un cuerpo de material con una capa de superficie superior e inferior, por lo que la capa de superficie superior recibe radiación electromagnética (EMR) en el material y las capas de la superficie superior e inferior reflejan la EMR interna nuevamente dentro del material. La capa superficial incluye preferiblemente vidrio dopado, por ejemplo, con MgF<sub>2</sub> u otro haluro metálico adecuado o dicho material ("vidrio patentado"). El cuerpo abarca tres dimensiones de espacio entre las capas de la superficie superior y las capas de la superficie inferior, por lo que la EMR interna interactúa con el material en estas dimensiones. El cuerpo captura la EMR que viaja en él mediante tecnología de cinta compacta densa definida por una pluralidad de separaciones energéticas por las cuales la longitud de onda de la EMR interna excita los electrones desde una banda de valencia hasta una banda de conducción. La tecnología de cinta compacta densa incluye una película 205 más interna, una segunda película 206, una tercera película 207 y una película 208 más externa. En una realización preferida, se incluyen entre al menos aproximadamente 3 y 7 películas. En una realización, cada película incluye una seleccionada por separado de GaAs, Ge, Si y GaInP<sub>2</sub>. Cada película puede incluir por separado los materiales enumerados en la Tabla 1. En otras realizaciones, se pueden utilizar materiales tales como GaS, GIP, GIA, InGa, CdTe, CIGS, CdTe/CdS, CuInSe<sub>2</sub>, GIN, ZMT y/o CdS. La Figura 2C ilustra electrodos en contacto con las películas del cuerpo. Un vidrio que está dopado con un haluro metálico, preferiblemente MgF<sub>2</sub>,

puede proporcionar una superficie superior denominada en este documento "vidrio patentado" del cuerpo del material, para maximizar la retención de la radiación EM en la celda 101. La superficie superior dopada puede ser la película 208 más externa o es preferiblemente una capa de cobertura en la parte superior del cuerpo del material.

5 La Figura 3 muestra un elemento 301 de extremo de la celda 101. El elemento 301 de extremo incluye la sección 401 de hardware que se apoya en el elemento 601 de extremo y es soportado por la sección 501 de base. La Figura 4A da una vista en perspectiva de la sección 401 de hardware. La Figura 4B da una vista de extremo de la sección 401 de hardware. La Figura 4C da una vista superior de la sección 401 de hardware. La Figura 5A da una vista en perspectiva de la sección 501 de base. La Figura 5B da una vista de extremo de la sección 501 de base. La Figura 5C da una vista superior de la sección 501 de base. La Figura 6A da una vista en perspectiva del elemento 601 de extremo. La Figura 6B da una vista de extremo del elemento 601 de extremo. La Figura 6C da una vista superior del elemento 601 de extremo.

15 La Figura 7 muestra la eficiencia de un módulo de captura EM-CS tal como la celda 101. Un módulo de captura de la invención incluye una celda de captura con un cuerpo que tiene una superficie inferior y una superficie superior curva, ambas se extienden desde un extremo hasta el otro, en el que la superficie superior curva se puede contornear para proporcionar una superficie aproximadamente normal a los rayos del sol a medida que el sol viaja a través del cielo, desde el amanecer hasta el atardecer. Geometrías como esta pueden proporcionar hasta un 66% de aumento en la exposición solar sobre las celdas solares convencionales, planas o de tipo caja. Tenga en cuenta que debido a que el tamaño del recinto es muy pequeño en relación con la tierra, el sol generalmente no viaja en un arco constante en relación con el recinto. En algunas realizaciones, la carcasa de vidrio se puede configurar para tener un radio de curvatura más pequeño en 2 lados en comparación con la parte superior de la carcasa de vidrio. En otras palabras, la carcasa está configurada para tener una configuración con aproximadamente forma de flor.

20 Esto puede ser útil para proporcionar la captura de luz directa durante las horas de salida y puesta del sol cuando la energía del sol incide sobre el vidrio en ángulos bajos de inclinación hacia la tierra. En otras realizaciones, la carcasa de vidrio está configurada en forma de pétalo de flor para presentar una superficie normal a los rayos del sol a medida que el sol se mueve a través del cielo durante el día.

25 Las Figuras 8A-8D ilustran una forma compleja para un elemento de "pétalo de flor" para uso dentro de una celda de película gruesa/película múltiple de acuerdo con ciertas realizaciones. La Figura 8A da una vista en perspectiva de la realización de pétalos de flores. La Figura 8B da una vista lateral de la realización de pétalos de flores. La Figura 8C da una vista superior de la realización de pétalos de flores. La Figura 8D es una vista en sección a lo largo de la línea A-A en la Figura 8C. La morfología representada en la Figura 8A se puede derivar mediante la aplicación del algoritmo ilustrado por la Figura 9 para transformar vectores de EM entrante de amplio espectro de múltiples momentos diferentes durante un día en orientaciones para capas similares a película gruesa producidas por pulverización, selenización, recocido y laminación. Uno o varios de los elementos de pétalo se pueden utilizar en combinación entre sí o con otro elemento descrito en este documento con una celda EM-CS de amplio espectro. En una realización, la invención proporciona una celda de captura EM que incluye al menos uno y preferiblemente al menos aproximadamente 3 a 7 elementos como se muestra en la Figura 8, cada elemento comprende una película gruesa que define al menos aproximadamente 1 a muchas separaciones energéticas por materiales semiconductores incluidos como se enumeran en otra parte del presente documento.

30 Las formas complejas parcialmente esféricas pueden, pero no necesitan, ser utilizadas, y de hecho, en varias realizaciones, el recinto puede conformarse para presentar un ángulo más directo al sol basado en las efemérides del sol para una latitud y longitud o región geográfica dada de aplicación. Se pueden utilizar modelos de iluminación natural y otras técnicas para optimizar la forma y el contorno del recinto de vidrio para capturar una cantidad máxima de energía.

35 La Figura 9 muestra el resultado de combinar la ecuación de los fabricantes de Lentes y la ley de Snell para mostrar que puede refractar, enfocar y (no reflejar) 3.5 soles de energía en el EM-CS, con la capa externa dirigiendo esquemáticamente la luz como lo muestran los vectores ilustrados en el panel inferior.

40 La Figura 9 ilustra el uso de una fórmula de transformación para guiar el diseño de geometrías de superficie con una celda de la invención. En la que  $(X, Y, Z)$  son las coordenadas de un punto 3D en el espacio de coordenadas del mundo,  $(u, v)$  son las coordenadas del punto de proyección en píxeles.  $A$  se llama matriz de parámetros intrínsecos.  $(cx, cy)$  es un punto principal (que generalmente está en el centro de la imagen), y  $fx, fy$  son las distancias focales expresadas en unidades relacionadas con píxeles. Por lo tanto, si una imagen desde dentro de la unidad se escala por algún factor, todos estos parámetros deben escalarse (multiplicarse/dividirse, respectivamente) por el mismo factor. La matriz de parámetros intrínsecos no depende de la luz entrante y, una vez estimada, se puede reutilizar (siempre que la distancia focal sea fija). La matriz de rotación-traducción conjunta  $[R|t]$  se llama matriz de parámetros extrínsecos. Se utiliza para describir el movimiento de la fuente de luz en relación con la celda. Es decir,  $[R|t]$  traduce las coordenadas de un punto  $(X, Y, Z)$  a algún sistema de coordenadas, fijo con respecto a la celda. La superficie de la celda puede tener cierta distorsión, principalmente distorsión radial y ligera distorsión tangencial. Entonces, el modelo anterior se extiende como se muestra en la Figura 9. En la Figura 9,  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$  son coeficientes de distorsión radial,  $p_1, p_2$  son coeficientes de distorsión tangencial. No se consideran los coeficientes de orden superior. En las funciones mostradas, los coeficientes se pasan o devuelven como vector  $(k_1, k_2, p_1, p_2$

[,  $k_3$  [,  $k_4$ ,  $k_5$ ,  $k_6$ ]]. Es decir, si el vector contiene 4 elementos, significa que  $k_3=0$ . Los coeficientes de distorsión no dependen de la luz exterior, por lo tanto, también pertenecen a los parámetros de celda intrínsecos. El modelo extendido que se muestra en la Figura 9 se puede utilizar para proyectar puntos 3D en el plano de la imagen dados parámetros intrínsecos y extrínsecos; calcular parámetros extrínsecos dados parámetros intrínsecos, algunos puntos 3D y sus proyecciones; estimar parámetros ópticos de celda intrínsecos y extrínsecos a partir de varias vistas de un patrón de calibración conocido (es decir, para el diseño de la morfología de la superficie de celda); y estimar la posición relativa y la orientación de las películas gruesas y calcular la transformación de rectificación que optimiza la captura EM.

La celda de captura puede comprender además un recubrimiento en espejo interno o plateado u otro recubrimiento reflectante en la superficie inferior y al menos una porción de la superficie superior, por ejemplo, a lo largo de los lados de la superficie superior. En diversas realizaciones de ejemplo, la superficie inferior completa puede comprender un revestimiento reflectante u en espejo, así como aproximadamente dos tercios de la superficie de los lados. El recubrimiento de espejo interno produce una cámara de reflexión fotónica (iónica o electrónica), en la que la radiación electromagnética que ingresa a la celda de captura se refleja en espejo y rebota dentro de la celda de captura, creando una reflexión interna total, o una reflexión interna casi total, o una gran cantidad de reflexiones para contener fotones que han ingresado al sistema. Esto tiene el efecto de aumentar la probabilidad de que los fotones de captura impacten el material fotovoltaico distribuido dentro de la celda de captura.

Dado que el recubrimiento de espejo en este ejemplo está confinado a la superficie inferior y a porciones inferiores de la superficie lateral del recinto, no afecta a la penetración, difracción, refracción o reflexión de la luz externa; su único efecto es "capturar" los fotones una vez penetrados en la celda. Cuando un fotón permanece sin capturar, finalmente se convierte en calor y calienta el material fotovoltaico. Esto aumenta el flujo de electrones reunidos de los fotones (a veces llamado efecto Delta-K al aumentar el rango de partículas).

La celda de captura puede tener un exterior ópticamente activo y no reflectante (por ejemplo, utilizando una formulación específica de combinación de vidrio de sosa-cal, borosilicato o fosfato) que permite un alto nivel de penetración de fotones mientras minimiza la difracción, refracción o reflexión que puede ocurrir desde el ángulo de penetración o/de la curvatura solar de la Tierra/Sol. Este diseño permite la atenuación de la radiación solar por la dispersión atmosférica y aumenta la absorción de la radiación solar disponible en una ubicación determinada. Los sistemas fotovoltaicos actuales normalmente utilizan celdas fotovoltaicas de película delgada, que tienen una eficiencia muy baja, utilizan solo una fracción del total de fotones disponibles y sufren de deslaminación. Diversas realizaciones de la tecnología descrita en el presente documento utilizan tecnología similar a una película gruesa para los materiales fotovoltaicos en algunas realizaciones, estas películas gruesas pueden ser tan delgadas como 0.03 nm o tan gruesas como 5.0 micras.

Más aún, como se discutió, la semántica de las películas delgadas o gruesas es tal que los artesanos entienden qué versiones se pueden implementar para permitir la aplicación de capas múltiples o material de separación energética múltiple en uno o más pasos según sea necesario, como se explica en este documento. Por ejemplo, Kapton/molibdeno transparente (u otras polímidas necesarias disponibles de DuPont, Wilmington, DE, EE.UU., tal como UPILEX). Se puede proporcionar como el material fotovoltaico un material translúcido, multi-nivelado, de banda múltiple, mellado preferiblemente un material similar a película gruesa (o red de separación energética de película gruesa múltiple (MTFBG) tal como películas 205, 206,...). En diversas realizaciones, el material puede ser una celda fotovoltaica de múltiples uniones integrada con múltiples uniones p-n hechas de diferentes materiales semiconductores, cada una tiene una separación energética diferente. En otras realizaciones, el material de separación energética múltiple puede estar hecho de una pluralidad de películas gruesas individuales, cada una de las cuales tiene un material fotovoltaico con una separación energética designada. Idealmente, la pila se hace de tal manera que cada unión p-n tenga una energía de separación energética diferente y produzca corriente en respuesta a una longitud de onda diferente del espectro electromagnético que incide en el dispositivo. Esto aumenta la eficiencia de conversión del dispositivo al utilizar más del espectro electromagnético disponible.

El suministro de múltiples materiales con múltiples separaciones energéticas permite que la unidad responda a múltiples longitudes de onda diferentes del espectro. En algunas realizaciones, la pila fotovoltaica incluye 2 a 4 capas de materiales de separación energética, cada una con una energía de separación energética diferente. En otras realizaciones, se pueden proporcionar otros números de capas de materiales de separación energética, que incluyen una pila de una sola capa o más de 4 capas. Los retornos marginales pueden disminuir con el aumento del número de capas dependiendo de una serie de factores que incluyen, por ejemplo, el espectro de energía electromagnética disponible, la transparencia y la eficiencia de absorción de los diversos materiales en la pila, la cantidad de reflexión interna que se puede lograr para contener fotones de captura, etc. En operación, el material de separación energética externo de la pila fotovoltaica captura los fotones que puede en la longitud de onda asociada con su energía de separación energética y los convierte en corriente eléctrica.

Aquellos fotones que no son capturados por la primera capa, pasan a través de las capas posteriores hasta que son capturados, absorbidos, reflejados en la superficie de una capa posterior, o pasan a través de la pila y se reflejan en las superficies reflectantes del recinto de vidrio. Una porción de los fotones reflejados alcanza nuevamente la pila fotovoltaica, lo que brinda la oportunidad de capturar estos fotones perdidos y convertirlos en corriente eléctrica. La película gruesa con múltiples niveles y múltiples bandas melladas puede ser flexible y puede incorporar diferentes



5 materiales que tengan diferentes separaciones energéticas optimizadas para diferentes longitudes de onda de luz presente en luz blanca (que incluye, por ejemplo, luz ultravioleta e infrarroja), y para diferentes longitudes de onda de luz que ocurren en diferentes momentos. Por ejemplo, durante el amanecer y el atardecer, el espectro de luz es diferente de aquel del mediodía, por lo que se pueden proporcionar diferentes materiales con diferentes separaciones energéticas para capturar la mayor cantidad de energía posible de esos diferentes tipos de luz. En una realización de ejemplo, los diferentes materiales pueden comprender GaAs, Ge, Si y GaInP<sub>2</sub>, por ejemplo. En otras realizaciones, se pueden utilizar materiales tales como GaS, GIP, GIA, InGa, CdTe, CIGS, CdTe/CdS, CuInSe<sub>2</sub>, GIN, ZMT y/o CdS. En algunas realizaciones, las separaciones energéticas de los materiales se seleccionan de tal manera que haya bandas superpuestas para lograr la conversión de energía de las regiones más densas del espectro. En algunas realizaciones, las composiciones químicas de los materiales pueden variarse para ajustar las separaciones energéticas de las uniones.

10 La Tabla 1 ilustra otro ejemplo de diferentes materiales que se pueden utilizar junto con sus separaciones energéticas asociados y eficiencias de conversión estimadas utilizando 2 o más capas. Los artesanos entienden que los números ejemplares se reducen en este ejemplo debido a la superposición.

15

Tabla 1

InN (ZnS; ZnSe)	3.6 eV	8.00%
CIGS (CdS; InGaAs)	2.4 eV	19.01%
InSaAsP (GaP; InGaP)	1.84 eV	15.02%
CdTe (GaAs)	1.44 eV	16.06%
c-Si (GaAs; InGaAs)	1.12.eV	18.78%
InGaAs (a-SiH;GaInP)	0.92 eV	9.05%
Ge(InAs; GaSb;InSb)	0.70 eV	6.02%

20 En diversas realizaciones de ejemplo, se pueden proporcionar dos, tres, cuatro o cinco capas de películas 300 gruesas únicas que pueden reunir fotones a cada lado de la película, cada una de las cuales en ciertas realizaciones puede variar de aproximadamente 0.03 a 5.0 micras en espesor (por ejemplo, mostrado como películas 205, 206,... en la Figura 2B). La longitud y el ancho de las películas pueden ser de dimensiones adecuadas dependiendo de las dimensiones disponibles y el volumen del recinto. La longitud y el ancho también se pueden elegir en base a la forma en que las películas se colocan en capas dentro del recinto. Por ejemplo, en algunas realizaciones, las películas se pueden colocar en capas en una configuración planar o plana (o sustancialmente plana) dentro del recinto. En otras realizaciones, las películas se pueden curvar o rizar o envolver, y colocar en capas dentro del recinto de manera coaxial o sustancialmente coaxial. Por ejemplo, se pueden utilizar capas flexibles con suficiente elasticidad de tal manera que cuando se insertan en el recinto se ajustan al contorno interior del recinto. De acuerdo con lo anterior, las películas se pueden configurar para tomar la forma del recinto. En el que tradicionalmente se ha visto que los problemas de diseño limitan el ancho de la película, se pueden enrollar longitudes de película en forma de cinta (por ejemplo, de forma helicoidal) dentro de la caja. La pila fotovoltaica translúcida de múltiples capas puede estar conectada eléctricamente con una carga positiva para la recolección iónica. La pila fotovoltaica translúcida de múltiples capas puede estar rodeada al menos parcialmente por recubrimiento de espejo interno, como se describió anteriormente con respecto a las Figuras 1, 2 y 3. Esta tecnología de película única permite una vía fotovoltaica bidireccional (es decir, conversión de energía de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba).

35 Como se indicó anteriormente, en diversas realizaciones, las múltiples capas de materiales de separación energética pueden fabricarse ya sea como un dispositivo integrado o como láminas individuales, utilizando tecnología de película gruesa. En ejemplos, se pueden utilizar poliamidas, un sustrato de película gruesa tal como Mylar, KAPTON o cualquier otra película de poliimida (disponible de DuPont, Wilmington, DE, EE.UU.) u otra película como sustrato, dichos materiales están disponibles en diversos grados de transparencia. La lámina de sustrato se puede pasar a través de un dispositivo de depósito (por ejemplo, utilizando depósito químico de vapor o CVD) u otro dispositivo similar en el que las capas del dispositivo se depositan sobre el sustrato. Además del depósito químico de vapor, se pueden utilizar otras técnicas, tales como, por ejemplo, Impresión positiva por extrusión, VPD, pulverización catódica, y similares para colocar las diversas capas.

45 Por ejemplo, en dicho proceso, las capas de electrodos y las capas de semiconductores pueden depositarse sobre el sustrato para producir el material fotovoltaico de película gruesa. El dispositivo de fabricación se puede mantener con una presión positiva utilizando un gas inerte tal como, por ejemplo, argón, para mantener la cámara relativamente libre o completamente libre de oxígeno. Esto puede evitar los efectos perjudiciales de la oxidación en los materiales. Cuando los materiales de separación energética se fabrican en láminas individuales, se puede fabricar un único dispositivo de unión en un sustrato dado.

Por otro lado, cuando se desea un dispositivo de heterounión, se pueden depositar múltiples materiales de separación energética sobre un solo sustrato. Cuando se desee, se puede utilizar óxido de indio-estaño, grafito u otros materiales similares para crear electrodos transparentes. Los diversos aspectos de la tecnología divulgada se pueden utilizar individualmente o en varias combinaciones, incluso en sistemas completos de conversión de energía que comprenden:

5 una celda de captura (en la que los fotones se pueden retener más completamente dando lugar a un mayor grado de absorción y conversión de energía); un sistema fotovoltaico de múltiples capas, una tecnología única de procesamiento de película gruesa; la utilización de material de múltiples espacios para un mayor acceso al espectro de luz (por lo tanto, mayor exposición y mayor absorción de fotones); y con un núcleo multidimensional para uso con nanotecnología que es (puntos, red) GPS y varios sensores, usos de almacenamiento y creación de ozono. Adicionalmente, la

10 capacidad para capturar luz indirecta desde el ángulo y el tipo de formulaciones de vidrio aumenta el voltaje de energía completo total del sistema. El uso de celdas de captura con múltiples niveles de película 300 de recolección puede incorporar todas las tecnologías anteriores para crear un núcleo de película fotovoltaica bidireccional de múltiples capas, múltiples separaciones energéticas. La celda de captura puede trabajar con la película gruesa al aumentar la cantidad de exposición a la luz que puede proporcionar absorción fotónica, y al aumentar la cantidad de fotones que

15 pasan a través del material de separación energética.

La película gruesa evita problemas en la tecnología de película delgada; es más estable y aún permite la transparencia para que los fotones pasen a través de múltiples capas de absorción con múltiples materiales de separación energética. El presente sistema fotovoltaico se puede utilizar para generar un flujo de electrones (una corriente eléctrica) cuando hay luz solar u otra fuente de radiación u ondas electromagnéticas. El presente sistema fotovoltaico se puede utilizar en o en hogares, edificios comerciales, aplicaciones industriales, automóviles o cualquier otra forma de transporte. El sistema puede ser portátil, ya que es altamente eficiente y se puede utilizar en cualquier lugar donde se necesite energía. La separación energética de un material es la energía requerida para excitar un átomo de ese material lo suficiente como para mover uno de sus electrones de un estado de energía inferior, o banda, a un estado de energía superior, o banda.

Solo los fotones con niveles de energía superiores al de la separación energética pueden excitar a los electrones para que se muevan desde la banda de valencia hasta la banda de conducción, en la que pueden fluir y crear electricidad. Para materiales con separaciones energéticas más bajas, un rango mayor de frecuencias de luz tendrá energías suficientemente altas para excitar electrones en esos materiales para moverse desde la banda de valencia hasta la banda de conducción (esto ayuda a determinar el material de la banda de valencia). Más aún, hay varios materiales "ajustables", tales como InGap o CIGS. Por lo tanto, cuanto más pequeño es la separación energética de un material, más fácilmente impacta la luz de ese material que puede convertirse en electricidad. Pero cuando la separación energética es demasiado pequeña, los electrones cargados negativamente en la banda de conducción se recombinan con demasiada facilidad con los átomos cargados positivamente que dejaron atrás (es decir, "agujeros"), de tal manera que mantener un flujo de electrones (es decir, una corriente eléctrica) se vuelve difícil.

Debido a que diferentes frecuencias de luz transportan diferentes niveles de energía, se pueden proporcionar materiales con diferentes separaciones energéticas para capturar las diferentes frecuencias de luz dentro de un espectro para optimizar la cantidad total de energía que se puede obtener del espectro. Se seleccionan separaciones energéticas que no solo son eficientes a una determinada longitud de onda, sino que también reúnen la mayor cantidad de electrones, teniendo en cuenta que la luz de mayor frecuencia transporta más energía. Algunos ejemplos de separaciones energéticas son: la separación energética de Silicio es 1.11-1.12 eV; el de selenio es 1.5-1.6 eV; el de GaAs Galio/Arsénico es 1.3-1.4 eV; el de CuO cúprico/óxido es 2.0 eV; el de GaTe es 1.4 eV; el de AlAs Aluminio/Arsénico es 2.3 eV. La luz también tiene longitudes de onda únicas específicas.

Por ejemplo, el rojo es 622-780 nm; El naranja es de 622-597 nm; Infrarrojo A es 700-1400 nm; Infrarrojo B es 1400-3000 nm; e infrarrojo C es 3000-10000 nm. De acuerdo con lo anterior, el silicio podría convertir teóricamente el 100% de los fotones que tienen una longitud de onda equivalente a su separación energética de 1.11-1.12 eV, al tiempo que también convierte un porcentaje menor de fotones que tienen una longitud de onda más corta y mayor energía. Sin embargo, los fotones de luz que tienen una longitud de onda superior a 1.12 eV no generarán electricidad en Silicio, porque estos fotones de longitud de onda más larga tienen menos del nivel mínimo de energía necesario para superar la separación energética de 1.11-1.12 eV de Silicio.

En la práctica, las celdas solares convencionales que utilizan silicio han tenido eficiencias de conversión reales que varían de aproximadamente 12% a 14%. Es decir, solo entre el 12% y el 14% de la energía en los fotones que golpean las celdas solares de silicio convencionales se convierte en electricidad (el mismo rango que Hoffman produjo en 1960 o hace 54 años). El uso de material PV ajustable, es decir, InGS (N) (P), CIGS, GaAs, AlGeN, cambia esto. Al empujar la fórmula más arriba en el Se, se puede manipular tanto la separación energética como ajustar los "agujeros". Por lo tanto, si el uso de Si proporciona un rango de al menos aproximadamente 1,112 -800 eV (con el último dando lugar a más agujeros), entonces uno puede ajustar las otras capas separadas para cubrir 850-600 y 650-315, cubriendo de esta manera el gradiente más alto de energía (de IRc-UVb).

La verdadera eficiencia considera el rango de energía cubierto; eficiencia de dicho rango convertido; y duración de la energía enfocada. Lo que funciona con esto es la reflexión/refracción reducida del recubrimiento de espejo (captura) interna en ángulo. Los prototipos se probaron utilizando combinaciones de indio, galio y nitrógeno (In<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>N), que en conjunto convierten prácticamente todo el espectro de la luz solar, incluidos los rayos ultravioleta, infrarrojo y alguna

parte limitada del espectro de rayos X. Estos materiales se doparon con telurio de cadmio (CdTe) y selenio de cobre e indio y galio (CIGS), CdTe/CdS, CuInSe<sub>2</sub> (selenio de cobre e indio - CIS), nitruro de galio e indio (GIN); Telururo de zinc y manganeso (ZMT); Sulfuro de cadmio (CdS).

5 La Figura 10 diagrama métodos de la invención. El diagrama de flujo de pasos muestra un proceso para optimizar la recolección de energía del espectro electromagnético.

La Figura 11 ilustra la recirculación de la EMR interna para múltiples pases a través del material de una celda, del mismo modo, los fotones procedentes de energía directa, indirecta, reflejada, prismática y difusa se alojan y la energía derivada de los mismos, de acuerdo con el instante EM-CS.

10 Adicionalmente, las funciones, estructuras o características descritas de la invención se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. En la siguiente descripción, se proporcionan numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda de las realizaciones de la invención. Un experto en la técnica relevante reconocerá, sin embargo, que la invención se puede practicar sin uno o más de los detalles específicos, o con otros métodos, componentes, materiales, etc. En otros casos, las estructuras, materiales u operaciones bien conocidos no se muestran o describen en detalle para evitar ocultar aspectos de la invención.

15 Cualquier diagrama esquemático y/o diagramas de flujo junto con las descripciones verbales de las etapas, incluidas en este documento, se presentan generalmente como esquemas de diagrama de flujo lógico lingüístico o pictórico. Como tal, el orden representado y las etapas etiquetadas son indicadores de una realización del método presentado. Se pueden concebir otras etapas y métodos que sean equivalentes en función, lógica o efecto a una o más etapas, o porciones de las mismas, de los sistemas, procesos o métodos ilustrados.

20 Adicionalmente, cualquier formato y/o símbolos empleados se proporcionan para explicar las etapas lógicas de los sistemas, procesos y métodos asociados y se entiende que no limitan el alcance del método. Aunque se pueden emplear varios tipos de flecha y tipos de línea en los esquemas de diagrama de flujo, se entiende que no limitan el alcance del método correspondiente. De hecho, algunas flechas u otros conectores se pueden utilizar para indicar solo el flujo lógico del método. Por ejemplo, una flecha puede indicar un período de espera o monitorización de duración no especificada entre las etapas enumeradas del método representado. Adicionalmente, el orden en que se sugiere una etapa no indica que se deba realizar antes o después de otra etapa, a menos que se indique expresamente.

25 Se incorporan expresamente por referencia, como si se establecieran completamente en este documento, los siguientes títulos y publicaciones de patentes de los Estados Unidos, y patentes extranjeras, cada una de las cuales ha sido revisada y distinguida de las enseñanzas actuales. Se ofrecen en este documento simplemente para definir el estado de la técnica y se presentan simultáneamente como una declaración de divulgación de información. Títulos de Patente de Estados Unidos No. 8,093,492; 6,335,480; y 6,898,949.

Los intentos heredados o históricos para abordar estos problemas también tienen cierto valor, en la definición del estado del arte, y la escasez de aplicaciones mejoradas para superar la ciencia.

35 Aunque los métodos, dispositivos, composiciones y similares, se han descrito en términos de lo que actualmente se consideran las implementaciones más prácticas y preferidas, se debe entender que la divulgación no necesita limitarse a las implementaciones divulgadas. Su objetivo es cubrir diversas modificaciones y disposiciones similares incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones, cuyo alcance debe otorgar la interpretación más amplia para abarcar todas esas modificaciones y estructuras similares. La presente divulgación incluye cualquiera y todas las implementaciones de las siguientes reivindicaciones. Se entiende que el término presente divulgación, en el contexto de una descripción de un componente, característica o etapa, de una realización particular de la divulgación, no implica ni significa que todas las realizaciones de la divulgación comprenden ese componente particular, característica o etapa.

40 También se debe entender que se pueden realizar una variedad de cambios sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Se debe entender que esta divulgación está destinada a proporcionar una patente que cubre numerosos aspectos de la divulgación, tanto de forma independiente como de un sistema global y en los modos tanto de método como de aparato.

Adicionalmente, cada uno de los diversos elementos de la divulgación y las reivindicaciones también se puede lograr de varias maneras. Se debe entender que esta divulgación abarca cada una de dichas variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones, ya sea una variación de una implementación de cualquier implementación de aparato, un método o implementación de proceso, o incluso simplemente una variación de cualquier elemento de estos.

50 En particular, se debe entender que, como la divulgación se refiere a elementos de la divulgación, las palabras para cada elemento se pueden expresar mediante términos equivalentes del aparato o términos del método, incluso si solo la función o el resultado son los mismos.

55 Adicionalmente, el uso de la frase de transición "que comprende" se utiliza para mantener las reivindicaciones de "fin abierto" en el presente documento, de acuerdo con la interpretación tradicional de las reivindicaciones. Por lo tanto, a menos que el contexto requiera lo contrario, se debe entender que el término "comprender" o variaciones tales como "comprende" o "que comprende", tienen la intención de implicar la inclusión de un elemento o etapa o grupo de

elementos o etapas establecidos, pero no la exclusión de cualquier otro elemento o etapa o grupo de elementos o etapas. Dichos términos se deben interpretar en sus formas más amplias para proporcionar al solicitante la cobertura más amplia legalmente permitida.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de captura de energía electromagnética (EMCS), que comprende una celda que incluye, en combinación:
- 5 al menos una superficie superior curva y una superficie inferior, por lo cual la superficie superior recibe radiación electromagnética (EMR) en la celda;
- en el que la superficie superior e inferior reflejan la EMR interna de nuevo en la celda;
- la celda comprende adicionalmente películas de capa múltiple flexibles que comprenden una pluralidad de semiconductores, y en la que las películas de capas múltiples asumen una geometría de cinta tridimensional no plana dentro de la celda,
- 10 de tal manera que definen una pluralidad de separaciones energéticas y sustancialmente abarcan tres dimensiones del espacio entre la superficie superior y la superficie inferior por lo cual la EMR interna interactúa con el material semiconductor en tres dimensiones y por lo cual la EMR interna excita los electrones desde una banda de valencia hasta una banda de conducción en el material semiconductor; y
- al menos un electrodo está en contacto con el material semiconductor para proporcionar energía eléctrica.
- 15 2. El sistema de la reivindicación 1, en el que la superficie inferior define una curva parabólica que tiene un foco dentro del material semiconductor.
3. El sistema de las reivindicaciones 1 o 2, en el que las películas de capas múltiples comprenden uno o más semiconductores elegidos de: GaAs; Ge; Si; GaInP<sub>2</sub>; GaS; GaInAs (GIA); InGa; InN; InSb; InGaAs; InGaAsP; CdTe; CuInGaSe (CIGS); CdTe/CdS; CuInSe<sub>2</sub>; GaInN (GIN); GaInP; GaSb; ZnMnTe (ZMT) y CdS.
- 20 4. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la superficie superior se forma de tal manera que cuando la celda se sienta al aire libre en un día sin nubes, la luz solar directa define una normal hacia la superficie superior curva desde el amanecer hasta la puesta del sol.
5. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende adicionalmente:
- 25 (i) un primer electrodo y un segundo electrodo en contacto con dicho material semiconductor y que define un primer contacto eléctrico y un segundo contacto eléctrico accesible desde un exterior de la celda; o
- (ii) en el que la celda comprende uno o más reflectores parabólicos en espejo interno; y
- (iii) una cubierta interna que separa la luz en sus componentes espectrales y aumenta la absorción al actuar como una membrana semipermeable que permite la EMR en la celda pero que inhibe su salida desde la celda.
- 30 6. El sistema de la reivindicación 5, en el que la exposición de de la superficie superior a la EMR infrarroja produce un voltaje a través del primer contacto eléctrico y el segundo contacto eléctrico.
7. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la celda captura energía desde la EMR a través de un espectro de al menos 200 - 5000 nm.
8. El sistema de la reivindicación 1, operable para utilizar la EMR UV, visible, e invisible para producir potencia al incluir dentro de la superficie superior y/o inferior un fosfato templado, MgF o vidrio de zafiro.
- 35 9. El sistema de la reivindicación 1, en el que la celda comprende un prisma plateado-apical en ángulo para absorber EMR indirecta facilitando de esta manera el enfoque prismático que aumenta el área de superficie en dos veces.
10. Un proceso para generar energía eléctrica que comprende: suministrar un sistema como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9;
- exponer el sistema a EMR; y
- 40 convertir la EMR en energía eléctrica dentro del sistema.

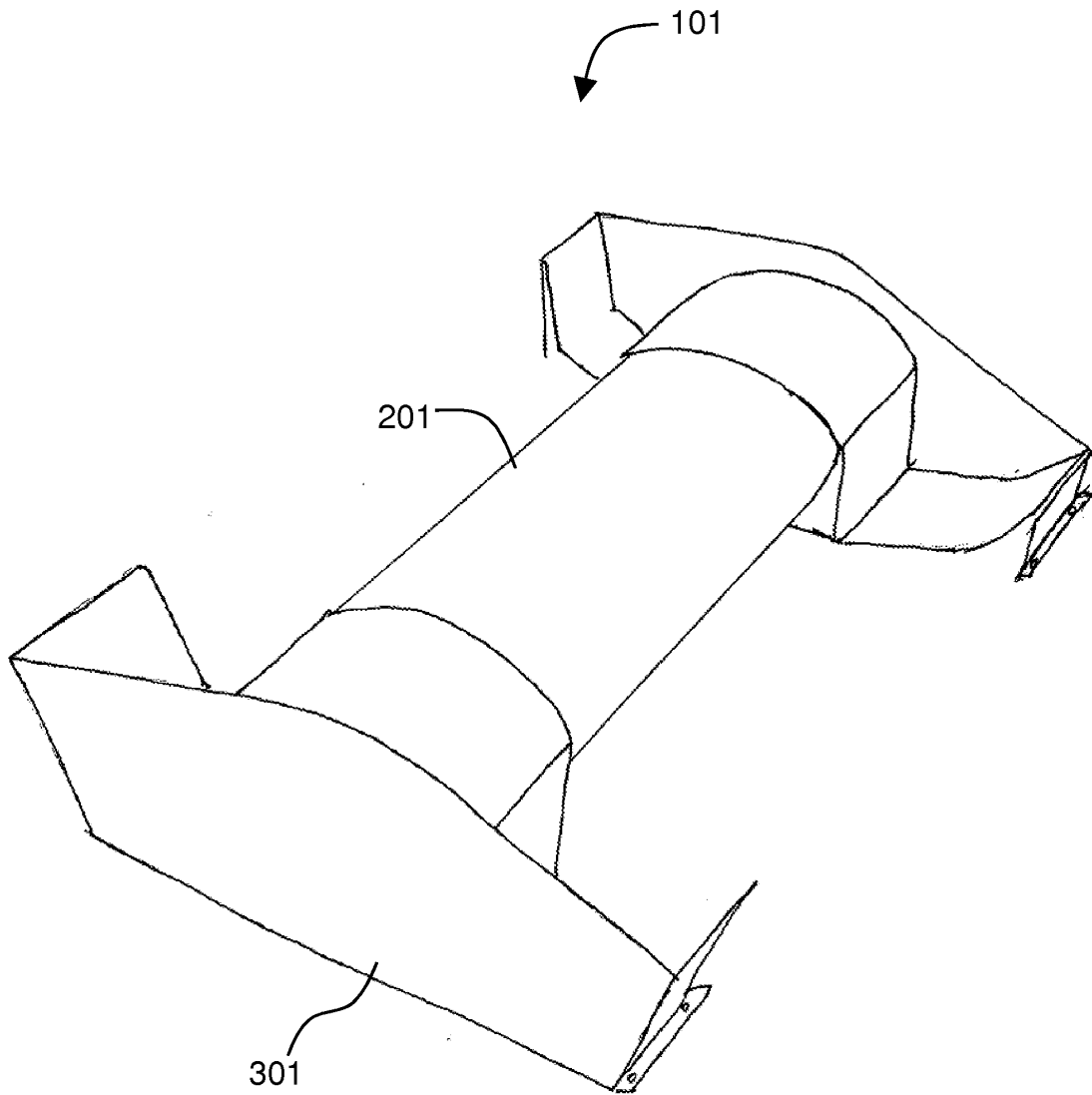


FIG. 1

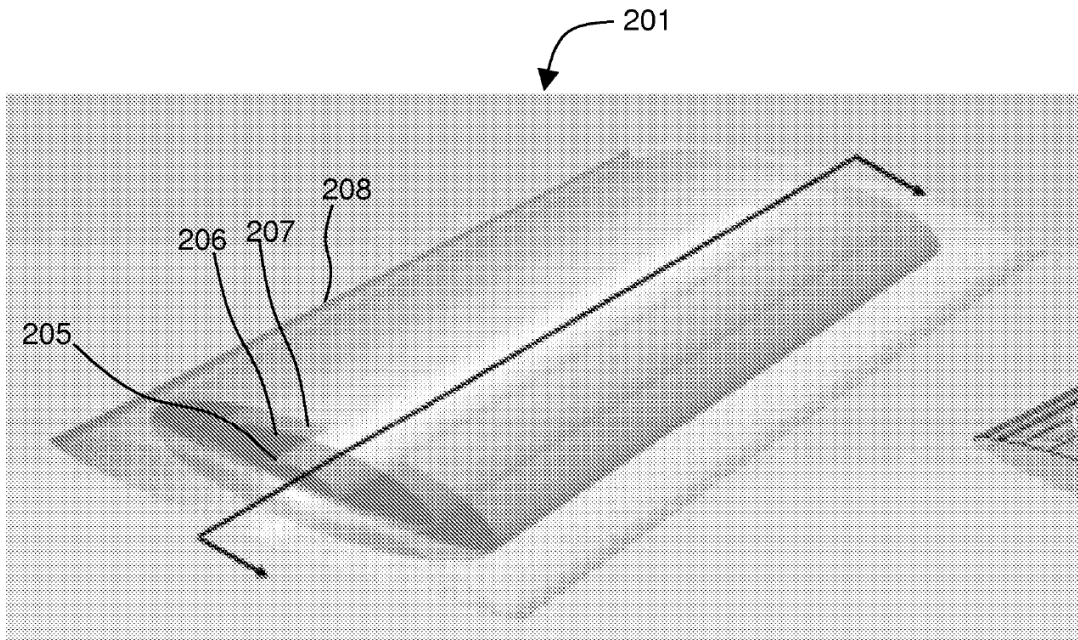


FIG. 2A

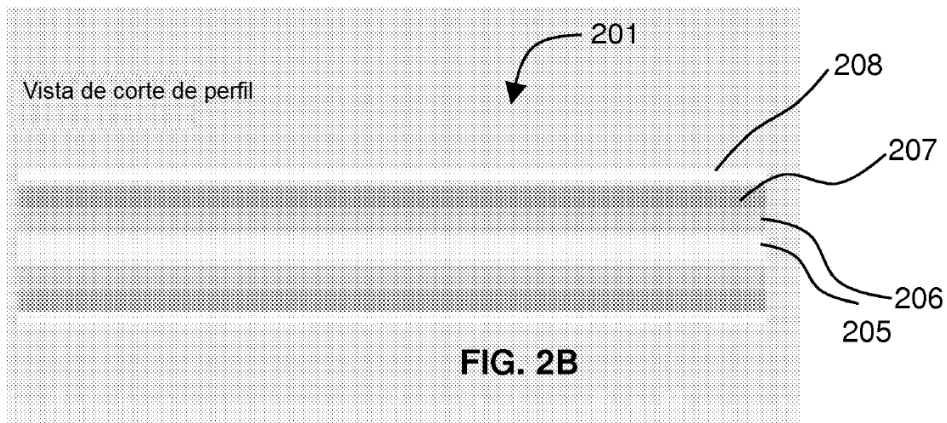


FIG. 2B

201

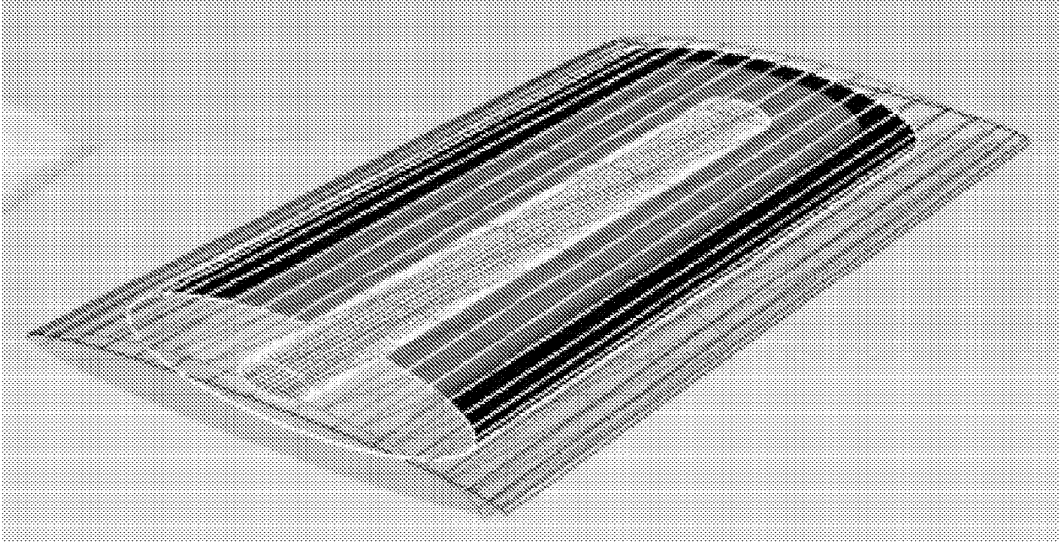
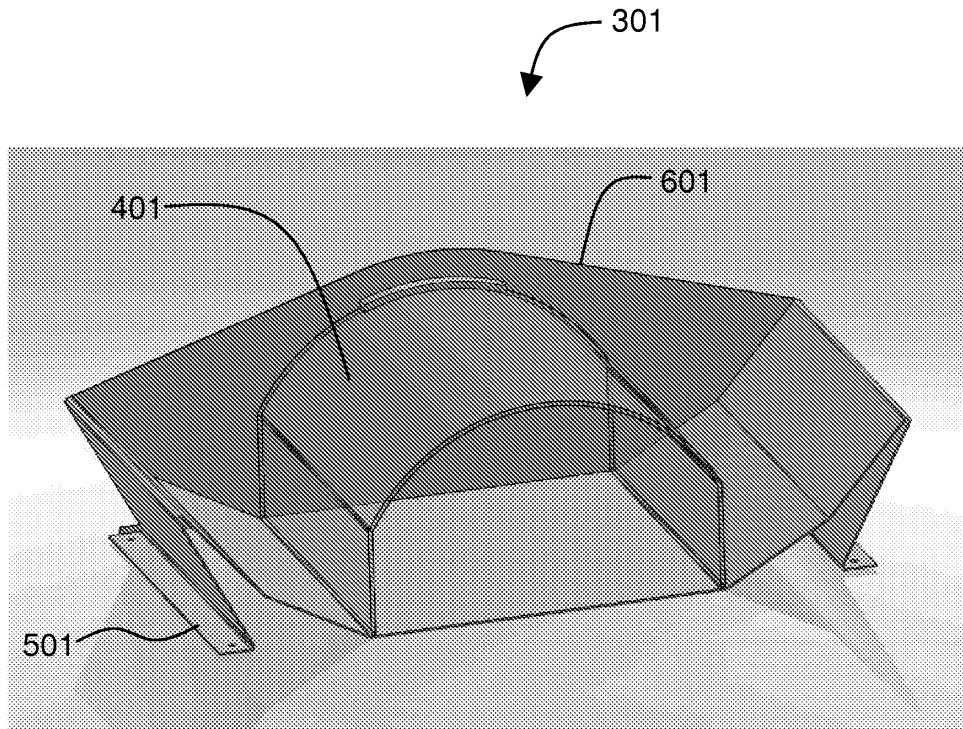


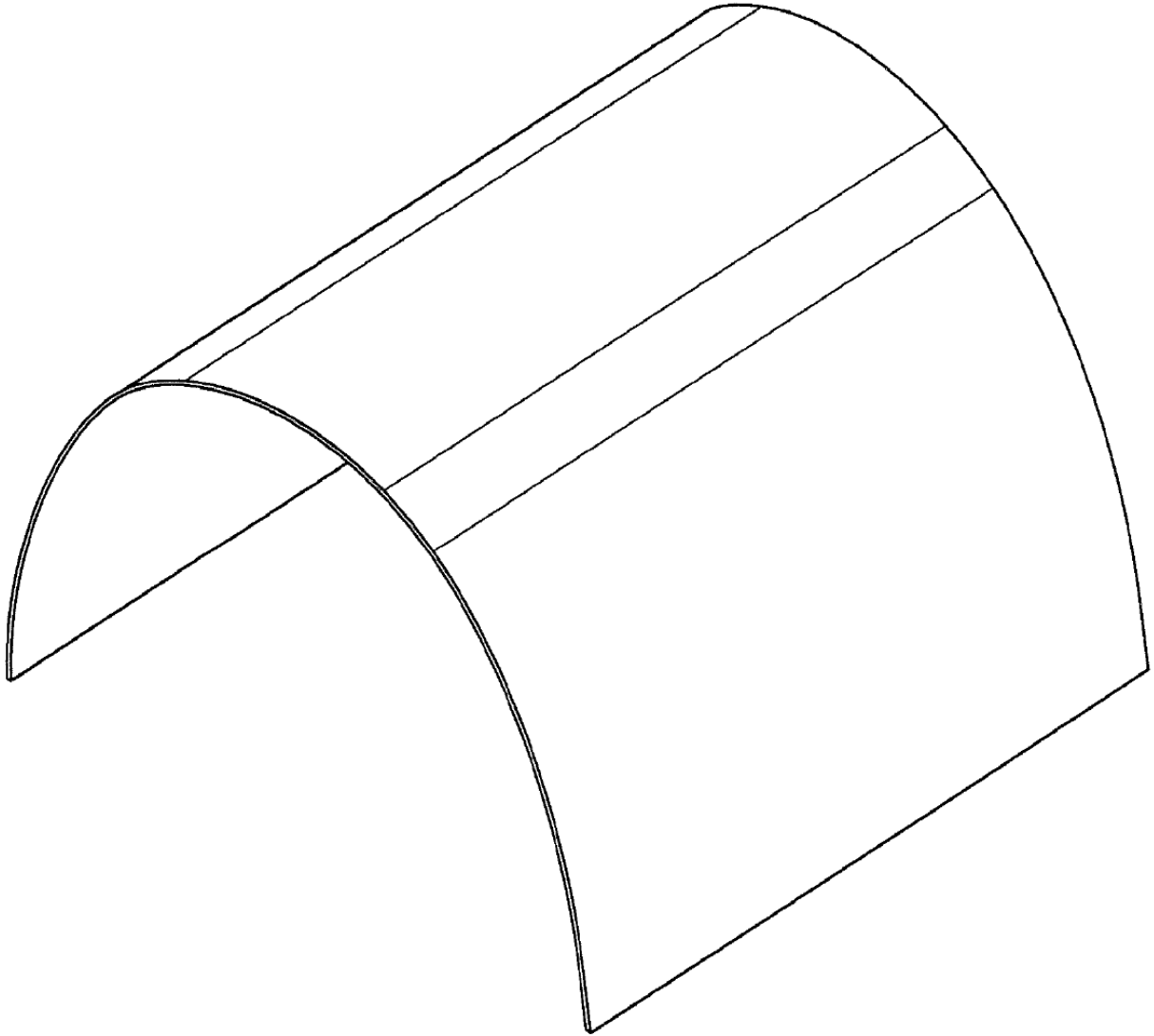
FIG. 2C





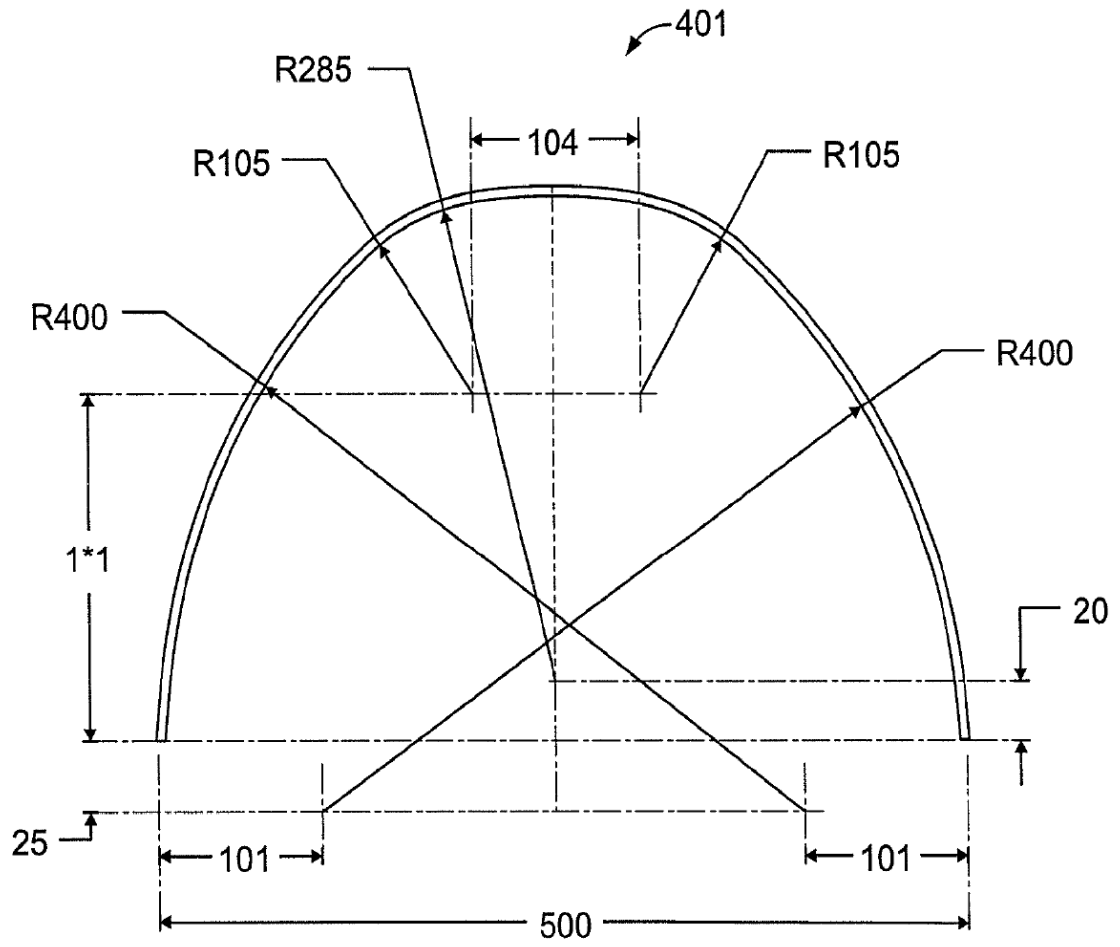
**FIG. 3**

401



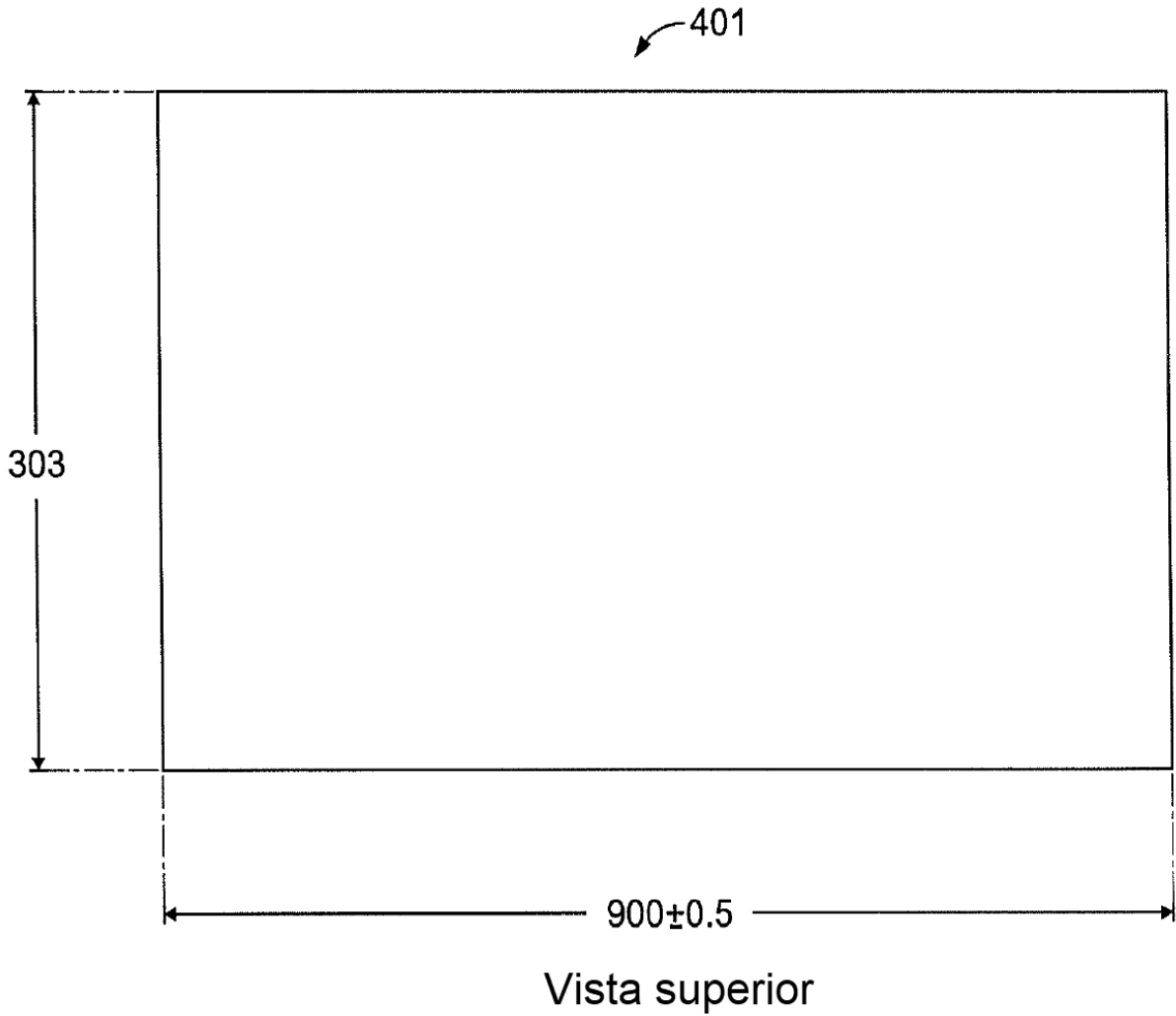
Vista en perspectiva

**FIG. 4A**

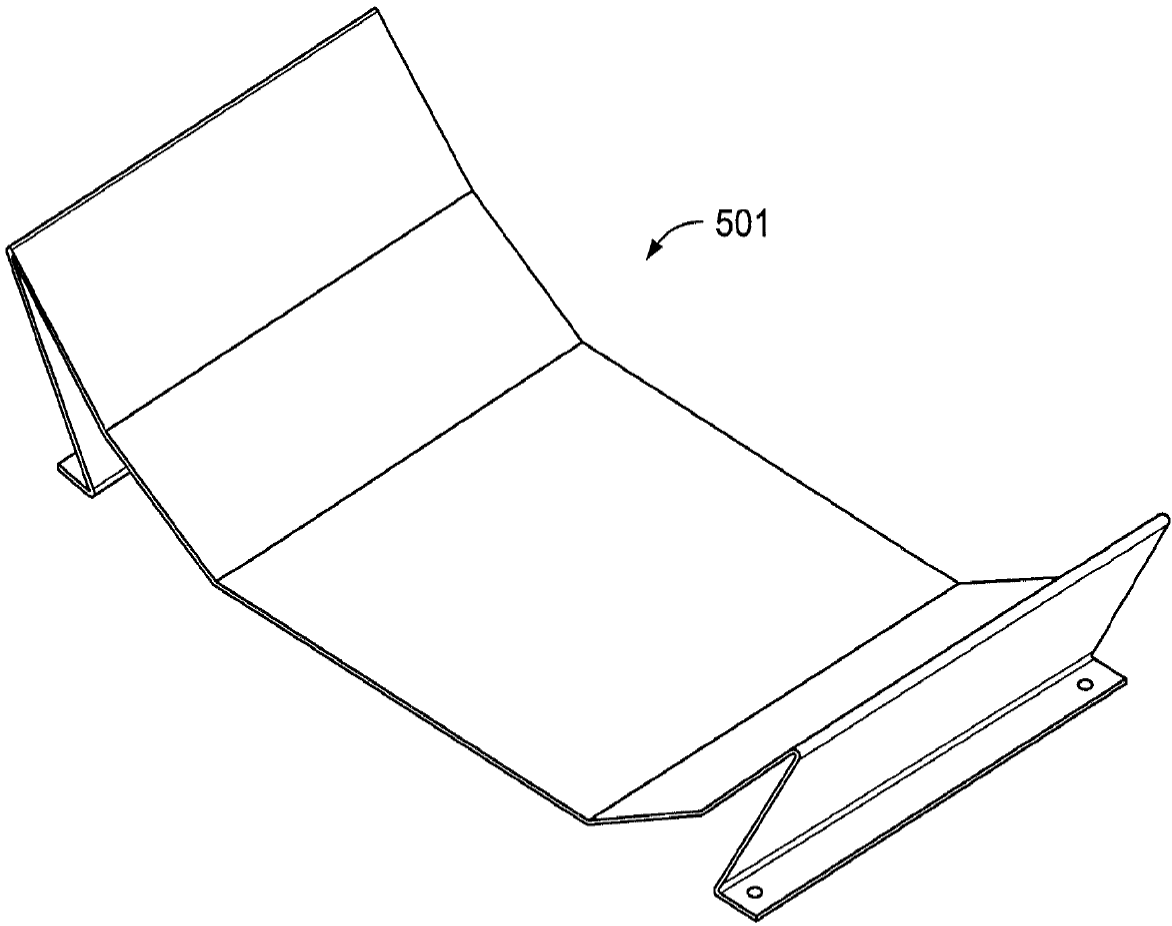


Vista de extremo

**FIG. 4B**



**FIG. 4C**



Vista en perspectiva

**FIG. 5A**

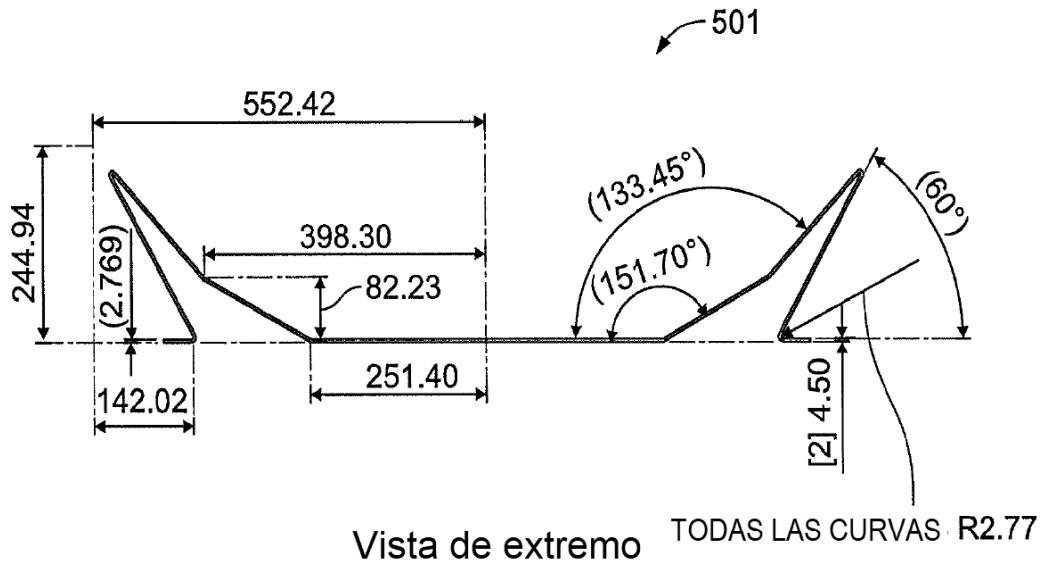


FIG. 5B

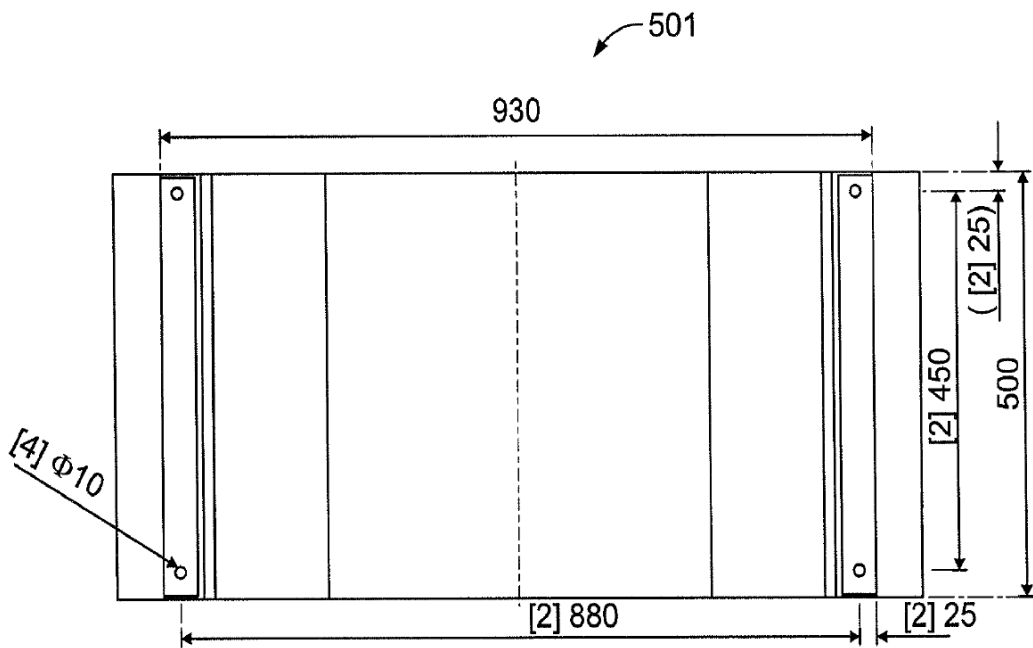
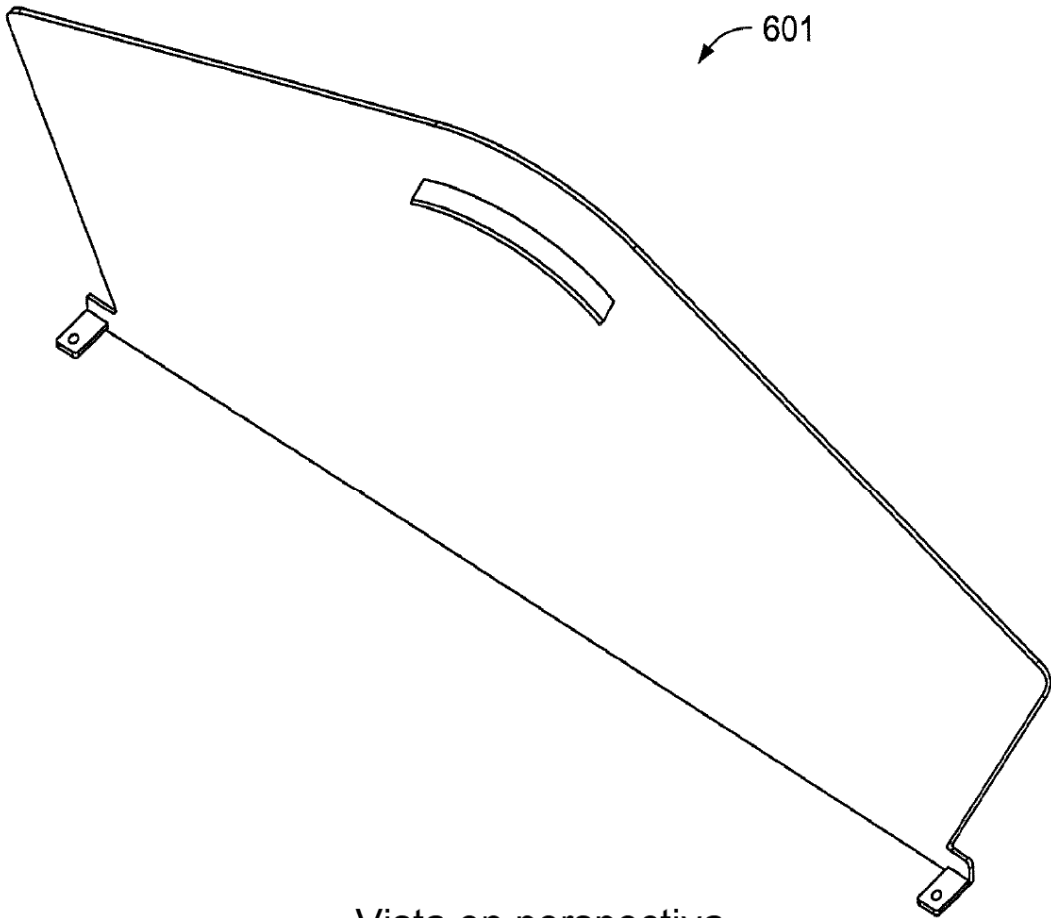
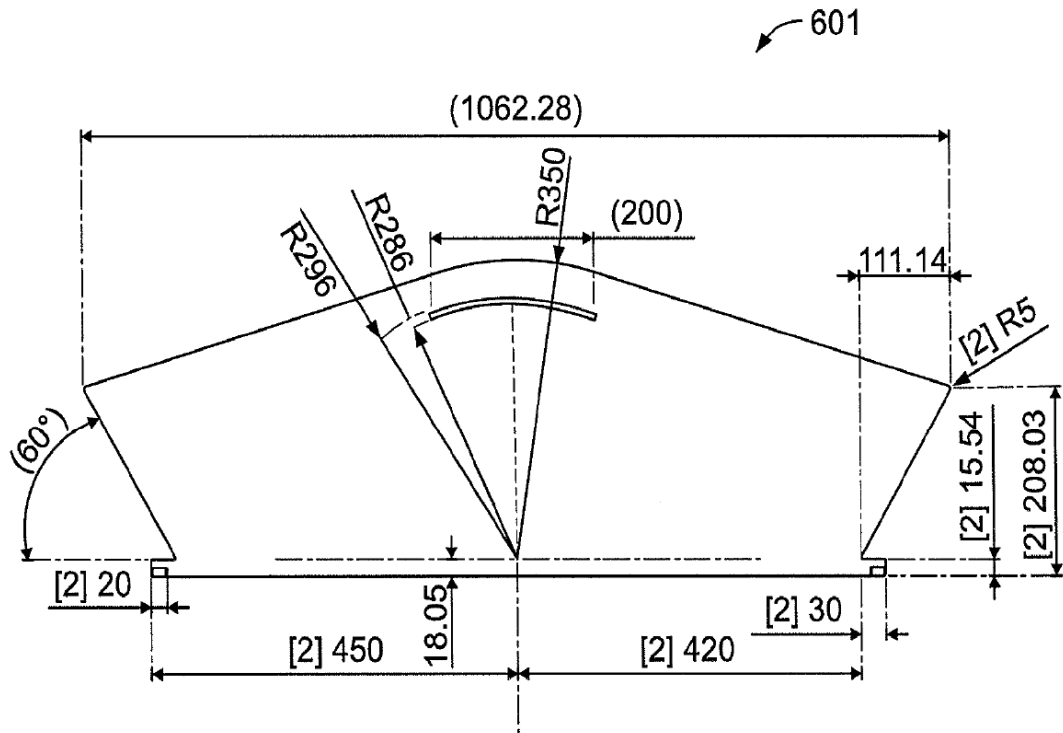


FIG. 5C



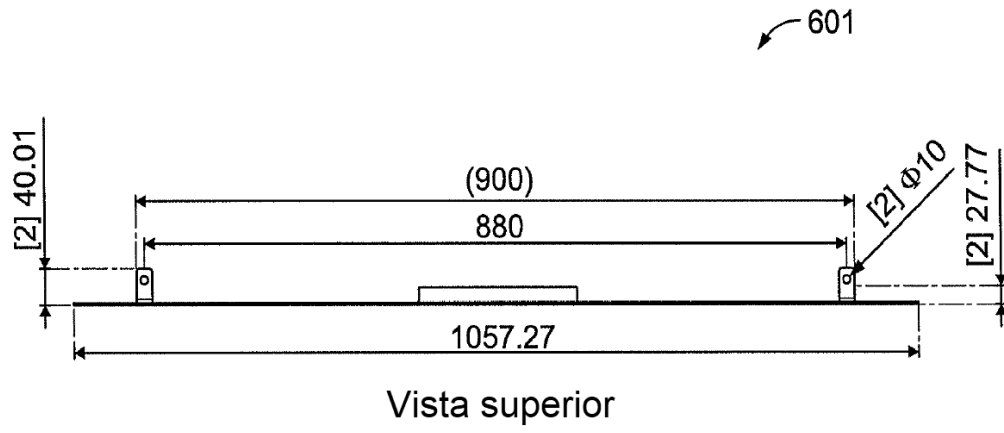
Vista en perspectiva  
**FIG. 6A**



Vista de extremo

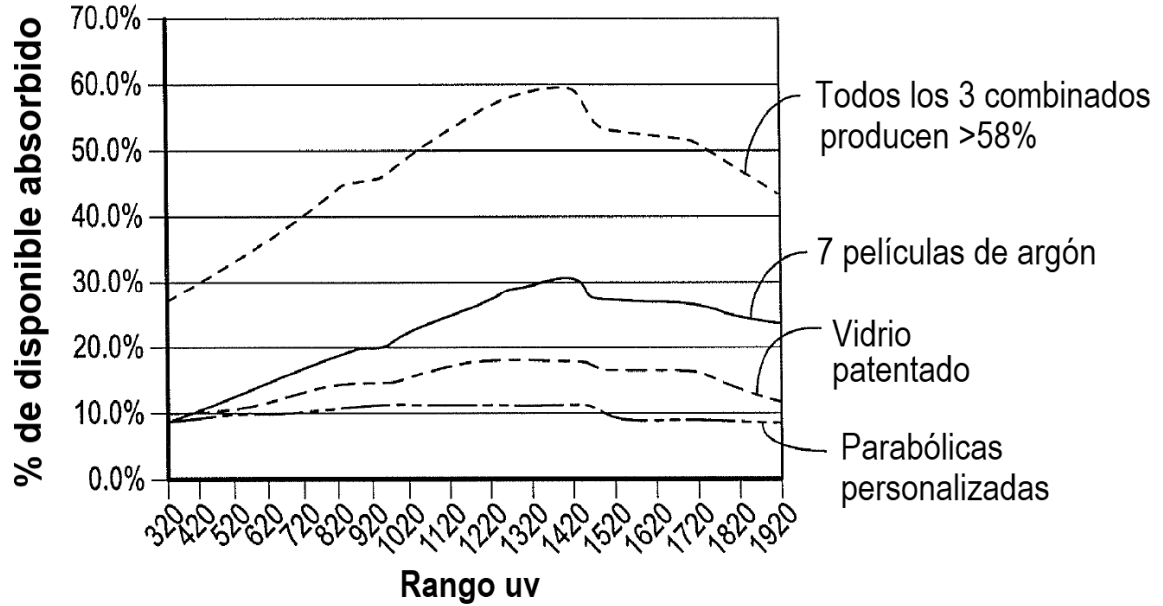
FIG. 6B



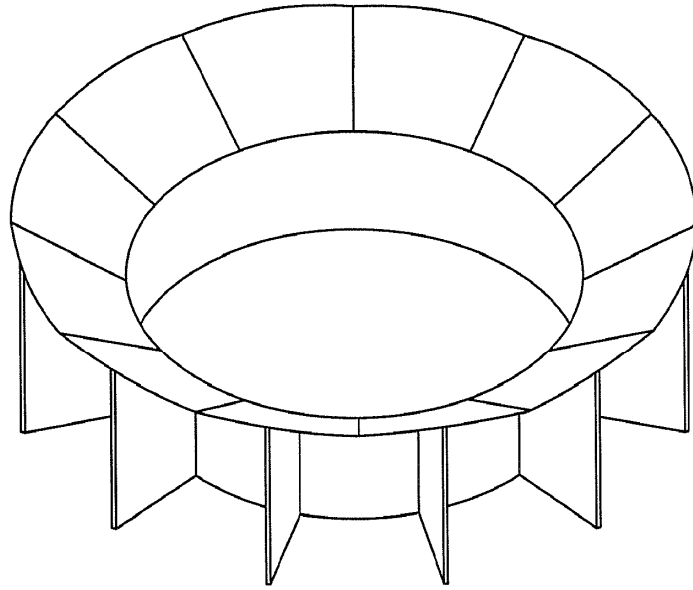


**FIG. 6C**

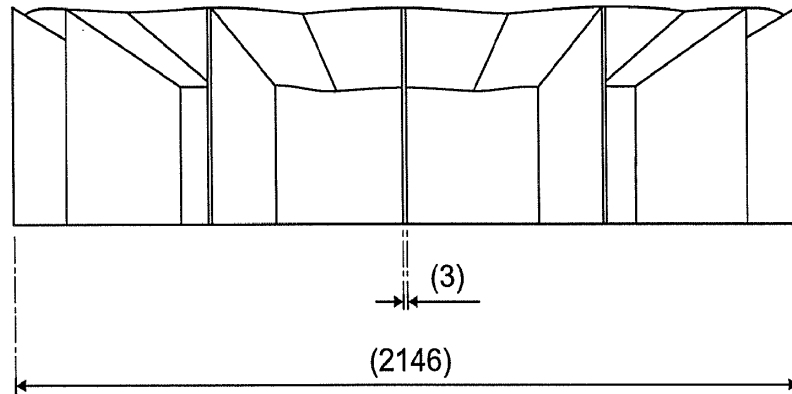
**58.9% de Eficiencia de módulo de EM-CS que utiliza combinación de películas, vidrio y base reflectora**



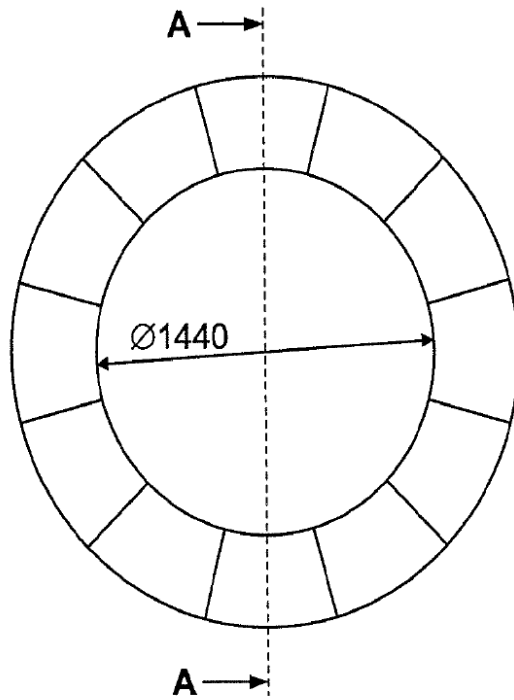
**FIG. 7**



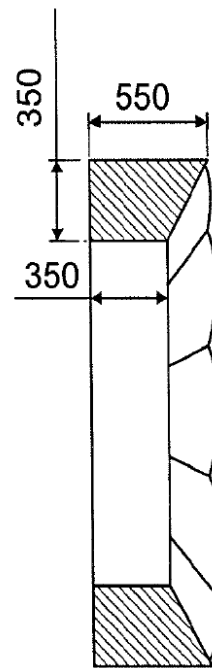
**FIG. 8A**



**FIG. 8B**



**FIG. 8C**



Sección A-A

**FIG. 8D**

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} + t$$

$$x' = x/z$$

$$y' = y/z$$

$$x'' = x' \frac{1+k_1r^2+k_2r^4+k_3r^6}{1+k_4r^2+k_5r^4+k_6r^6} + 2p_1x'y' + p_2(r^2+2x'^2)$$

$$y'' = y' \frac{1+k_1r^2+k_2r^4+k_3r^6}{1+k_4r^2+k_5r^4+k_6r^6} + p_1(r^2+2y'^2) + 2p_2x'y'$$

en la que  $r^2 = x'^2 + y'^2$

$$u = f_x * x'' + c_x$$

$$v = f_y * y'' + c_y$$

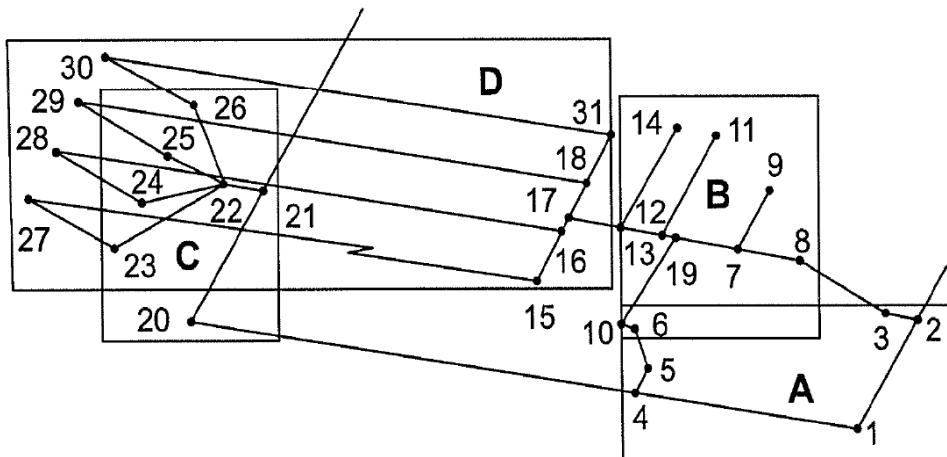
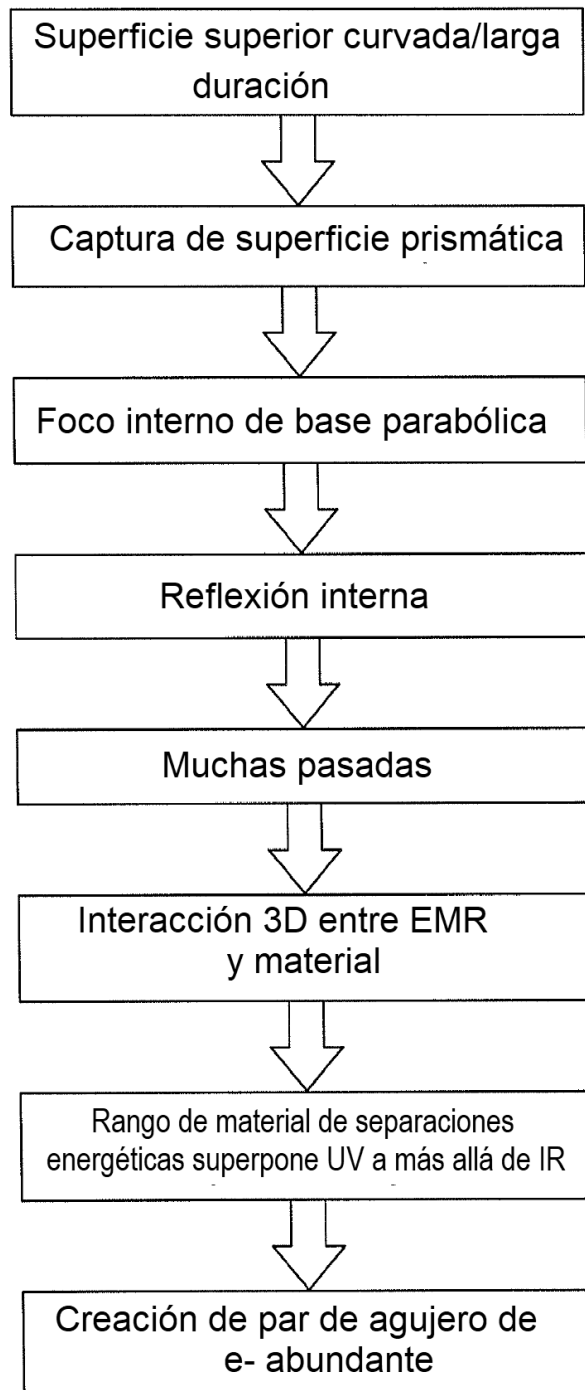
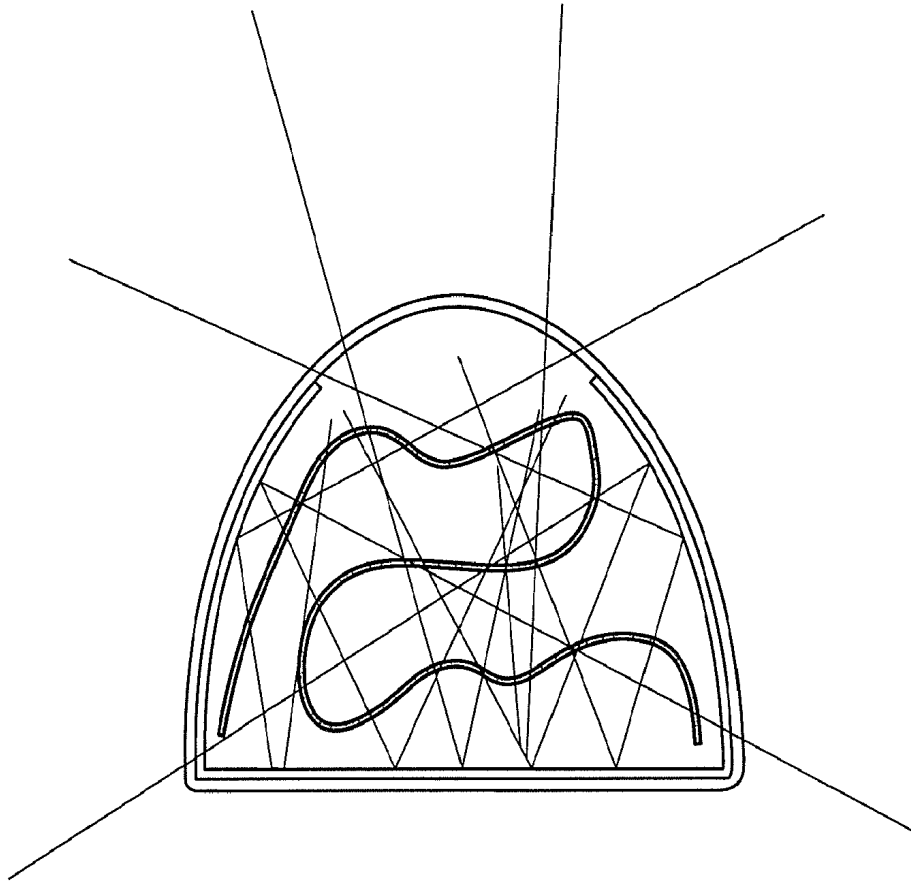


FIG. 9



**FIG. 10**



**FIG. 11**