

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 235**

21 Número de solicitud: 201000213

51 Int. Cl.:

H01L 31/052 (2006.01)

C03C 3/091 (2006.01)

C03C 3/078 (2006.01)

C03C 3/102 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

23.02.2010

30 Prioridad:

24.02.2009 DE 10 2009 010 116

30.06.2009 DE 10 2009 031 308

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.02.2013

71 Solicitantes:

SCHOTT AG
HATTENBERGSTRASSE, 10
D-55122 MAINZ - ALEMANIA DE

72 Inventor/es:

ENGEL, Axel;
NAB, Peter;
JEDAMZIK, Ralf;
RITTER, Simone Monika;
REICHEL, Steffen y
FOTHERINGHAM, Ulrich

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

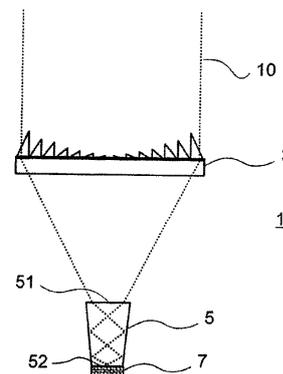
54 Título: **DISPOSITIVO FOTOVOLTAICO CON UN SISTEMA OPTICO DE CONCENTRADOR**

57 Resumen:

El invento se refiere a un dispositivo fotovoltaico con un sistema óptico de concentrador. El dispositivo fotovoltaico comprende

- por lo menos una celda solar (7) y
- un sistema óptico de concentrador, comprendiendo el sistema óptico de concentrador
- por lo menos un primer elemento óptico enfocador (3), situado en el lado de entrada de la luz, y
- por lo menos un segundo elemento óptico (5) conectado detrás del primer elemento óptico situado en el lado de entrada de la luz y conectado delante de la celda solar (7), sobre el cual, en la posición de funcionamiento del dispositivo fotovoltaico (1), la irradiación solar incide de una manera agrupada en haz por el primer elemento óptico (3). El segundo elemento óptico (5) comprende un vidrio de silicato estabilizado en cuanto a la solarización.

Fig. 1



ES 2 395 235 A1

DESCRIPCIONDispositivo fotovoltaico con un sistema óptico de concentrador

El invento se refiere en términos generales al sector de las disposiciones fotovoltaicas de generación de energía. En particular, el invento se refiere a instalaciones fotovoltaicas con sistemas ópticos de concentradores.

Con el fin de disminuir los costos de inversión, que siguen siendo todavía altos, para instalaciones fotovoltaicas se pasa por diferentes rutas. Una ruta está situada en el desarrollo de celdas solares más baratas. Por ejemplo, se buscan unos materiales con los cuales las celdas solares de capa delgada se puedan producir de un modo más barato y con un rendimiento más alto. En general, se puede decir, sin embargo, que las celdas de capa delgada, producibles a un precio más barato, no llegan en su rendimiento a unas celdas más caras, en particular las monocristalinas.

Otra ruta consiste en emplear unas celdas solares altamente eficientes, que disminuyen los costos de producción pero entonces mediante sistemas ópticos de concentradores, puesto que con un sistema óptico de concentrador solamente se tiene que ocupar con celdas solares una pequeña fracción del área de superficie iluminada.

El sistema fotovoltaico de concentrador persigue los siguientes objetivos: un ahorro de material semiconductor mediante el empleo de un concentrador óptico y una elevación del rendimiento mediante el empleo de unas celdas solares altamente eficientes, tales como por ejemplo las celdas solares triples sumamente eficientes. El empleo del concentrador óptico hace necesaria por consiguiente la puesta a disposición de unas piezas componentes ópticas especiales.

Resulta desventajoso en el caso de los sistemas ópticos de concentradores el hecho de que aquí se emplean unos elementos ópticos adicionales, que deberían ser estables a largo plazo, con el fin de evitar una disminución innecesaria del rendimiento. Entre otras cosas, mediante la irradiación solar propiamente dicha se pueden modificar las propiedades ópticas de los elementos. Este problema aparece en particular también cuando se utiliza un sistema óptico con varios elementos conectados unos tras de otros, siendo irradiados con una luz solar concentrada el o los elemento(s) dispuesto(s) detrás en la trayectoria de los rayos o respectivamente dispuestos más cerca de la celda solar.

El invento se basa por lo tanto en la misión de mejorar los dispositivos fotovoltaicos en general en lo que se refiere a su estabilidad a largo plazo.

El invento se puede emplear para todos los elementos transmisores de luz de un dispositivo fotovoltaico. En especial, el invento es apropiado allí donde, a causa de

altas intensidades de rayos UV, con los vidrios habituales son de esperar unas mermas de la transmisión en los vidrios mediante la irradiación con luz UV.

En particular, de acuerdo con un aspecto adicional del invento, se debe poner a disposición un sistema óptico secundario, que solo tenga una tendencia pequeña y estacionaria a la solarización y por lo tanto sea apropiado óptimamente para su empleo como sistemas ópticos secundarios en un dispositivo fotovoltaico de concentrador.

Para el dispositivo conforme al invento, se prefiere el siguiente principio constructivo general: un sistema óptico primario enfoca la luz solar sobre la celda. Con el fin de remediar los errores ópticos de este sistema óptico primario y poner a disposición unas tolerancias lo más grandes que sean posibles para la fabricación y la orientación mecánica del sistema de acuerdo con el nivel actual y real del sol, está previsto todavía un sistema óptico secundario que se encuentra directamente delante de la celda.

El sistema óptico primario es de manera preferida refractivo (lente de Fresnel) o reflectivo (espejo parabólico). Como el sistema óptico secundario se prefiere especialmente un conductor de luz que no reproduce (en inglés "lightpipe"). Este último elemento debe de ser altamente transparente en la región de solapamiento del espectro solar terrestre y de las curvas de sensibilidad de los habituales semiconductores III-V, tal como por ejemplo de una celda triple. La región de solapamiento reseñada se extiende desde 300 nm a 1.900 nm, y por lo tanto, junto a la región visual abarca también el infrarrojo próximo y el ultravioleta próximo.

Las piezas componentes que se han de producir, así como los materiales empleados para el acoplamiento, deben poder resistir la carga por medio de un alto aumento de la concentración de la luz solar, por ejemplo hasta en 2.500 veces, incluyendo la parte situada en el UV próximo.

Una intensa radiación de luz UV puede conducir en vidrios ópticos, sin embargo, a la formación de centros de defectos, que reduce la transmisión, entre otras cosas, junto a la arista de UV. Este efecto es designado como solarización. Cuanto mayor es esta pérdida de transmisión tanto mayor es correspondientemente también la pérdida de potencia en la celda solar.

La solarización de vidrios mediante una radiación de UV era relevante hasta ahora sobre todo en la microlitografía.

En la litografía en línea i, en el caso de una irradiación con una luz que tiene una longitud de onda de 365 nm pasan a emplearse unos vidrios de componentes

múltiples, que han sido estabilizados en cuanto a la solarización especialmente para la línea i.

En relación con la carga que allí aparece, el empleo en un dispositivo fotovoltaico de concentrador es de nuevo esencialmente más provocador. El ensayo de solarización, que es usual para materiales para la línea i, consiste típicamente en una carga, que dura 15 h, con una lámpara UV, que lanza sobre la muestra una potencia de radiación de aproximadamente 2.000 W/m².

Sin ningún aumento de la concentración, la potencia superficial de la luz solar que incide sobre la tierra en Alemania es hasta de aproximadamente 1.000 W/m² en el caso de un aumento de la concentración en el factor de 2.500, lo que corresponde a 2.500.000 W/m². De éstos corresponden aproximadamente 50.000 W/m² a la región de UV de 300-400 nm. Esta estimación se basa en la suposición de un radiador negro con una temperatura cromática de 5.760 °K para la luz solar. En países más meridionales se establecen todavía unos valores más altos. Así, en África del Norte se alcanza una potencia superficial de aproximadamente 2.200 W/m² ya sin ningún aumento de la concentración.

El valor que se establece para la región de 300-400 nm fue de nuevo quintuplicado, con el fin de tomar en cuenta la absorción atmosférica especialmente alta en la región de UV. Esto corresponde aproximadamente al espectro normalizado "AM1.5d low aod", que contiene aproximadamente 2,2 % de UV-A. En la anterior estimación se tomó en consideración solamente la parte de UV a partir de 300 nm, puesto que se supuso un blindaje del sistema óptico primario por medio de una luna de vidrio que absorbe por debajo de 300 nm. La carga no dura entonces, sin embargo 15 horas, como el ensayo para sistemas ópticos de litografía, sino que se exigen unos períodos de tiempos de servicio que típicamente son por lo menos de 20 años.

Para la resolución del problema planteado por esta misión, el invento prevé un dispositivo fotovoltaico con

- por lo menos una celda solar y
 - un sistema óptico de concentrador,
- comprendiendo el sistema óptico de concentrador
- por lo menos un primer elemento óptico enfocador, situado en el lado de entrada de la luz, y
 - por lo menos un segundo elemento óptico, conectado detrás del primer elemento óptico situado en el lado de entrada de la luz y conectado delante de la celda solar, sobre el cual incide en la posición de funcionamiento del dispositivo fotovoltaico

la radiación solar agrupada en haz mediante el primer elemento óptico, comprendiendo el segundo elemento óptico por lo menos un vidrio estabilizado en cuanto a la solarización, o respectivamente pobre en solarización, preferiblemente un vidrio de silicato estabilizado en cuanto a la solarización, o respectivamente pobre en solarización. Como un vidrio estabilizado en cuanto a la solarización se designa en tal caso en el sentido del invento en particular a un vidrio que, independientemente de la potencia de UV irradiada, muestra una saturación del efecto de solarización, realizándose que la transmisión, en el caso de una solarización saturada en comparación con un vidrio no irradiado, disminuye en a lo sumo 0,03 promediada a lo largo de la región de longitudes de onda situada entre 300 y 400 nanómetros.

De manera alternativa o adicional, el vidrio se puede emplear también para el primer elemento óptico enfocador situado en el lado de entrada de luz.

Se ha mostrado que determinados vidrios de silicato cumplen los requisitos de tener una pequeña tendencia a la solarización, comprobándose en particular también que el efecto de solarización pasa rápidamente a un nivel en saturación, en el cual se efectúa solamente un muy pequeño aumento de la absorción en comparación con un vidrio no irradiado.

Se ha mostrado que una adición de un óxido de titanio al vidrio de silicato en una proporción de por lo menos 0,005 por ciento en peso sobre la base de los óxidos conduce a unos vidrios especialmente pobres en solarización.

De acuerdo con un aspecto adicional del invento, está previsto por lo tanto un dispositivo fotovoltaico con

- por lo menos una celda solar y
- un sistema óptico de concentrador,

comprendiendo el sistema óptico de concentrador

- por lo menos un elemento óptico a base de un vidrio de silicato, conteniendo el vidrio de silicato un óxido de titanio en una proporción de por lo menos 0,005 por ciento en peso sobre la base de los óxidos. Aun cuando se prefiere la aplicación para un segundo elemento del sistema óptico, que está conectado detrás de un primer elemento enfocador, el vidrio puede utilizarse de una manera enteramente general para un elemento concentrador arbitrario de un dispositivo fotovoltaico.

Una clase de vidrios, que se distinguen por una pequeña solarización, que pasa rápidamente a la saturación, es la de los vidrios de borosilicatos con los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:

- SiO₂ 65 - 85, de manera preferida 66 - 84, de manera especialmente preferida de 67 a 83, de manera más preferida de 67 - 82 por ciento en peso,
 B₂O₃ 7 - 15, de manera preferida 8 - 14 por ciento en peso, de manera especialmente preferida 9 - 14.
- 5 Al₂O₃ 0 - 10, de manera preferida 0 - 9, de manera especialmente preferida de 0 a 8 por ciento en peso
 Na₂O 2 - 13 por ciento en peso, de manera preferida de 2 a 12 por ciento en peso, de manera especialmente preferida de 2 a 11 por ciento en peso,
 K₂O 0 - 11 en peso, de manera preferida 0 a 10 por ciento en peso, de manera especialmente preferida de 0 a 9 por ciento en peso,
- 10 Cs₂O 0 - 11 por ciento en peso, de manera preferida hasta 10 por ciento en peso, de manera especialmente preferida hasta 9 por ciento en peso,
 MgO 0 - 0,5, de manera preferida 0 - 0,3 por ciento en peso,
 CaO 0 - 3, de manera preferida 0 - 2 por ciento en peso,
- 15 SrO 0 - 0,5, de manera preferida 0 - 0,3 por ciento en peso,
 BaO 0 - 6, de manera preferida 0 - 5, de manera especialmente preferida 0 - 4 por ciento en peso,
 TiO₂ 0,005 - 1,5, de manera preferida 0,005 - 1, de manera especialmente preferida de 0,005 a 0,5, de manera más preferida 0,005 - 0,03 por ciento en peso,
- 20 ZrO₂ 0 - 0,5, de manera preferida 0 - 0,3 por ciento en peso,
 CeO₂ 0 - 3, de manera preferida 0 - 2 por ciento en peso,
 F 0 - 0,6, de manera preferida 0 - 0,5, de manera especialmente preferida 0 - 0,4 por ciento en peso.

25 En comparación con los vidrios que se describen en el documento de patente alemana DE 100 05 088 C1, los vidrios de borosilicatos con la composición precedente se distinguen por unos contenidos más bajos de Al₂O₃ y CaO.

Este vidrio puede contener uno o varios de los siguientes agentes de afinamiento en tanto por ciento sobre la base de los óxidos, sin empeorar apreciablemente la tendencia a la solarización:

- 30 NaCl 0 - 2, de manera preferida 0 - 1, de manera especialmente preferida 0 - 0,5 por ciento en peso,
 As₂O₃ 0 - 0,03, de manera preferida 0 - 0,02 por ciento en peso,
 Sb₂O₃ 0 - 1, de manera preferida 0 - 0,5 por ciento en peso.

El óxido de arsénico conduce ciertamente por lo general a una mayor solarización, pero una adición, que llega hasta el límite arriba indicado, de 0,02 por ciento en peso, se ha manifestado como no desventajosa.

Una solarización puede ser causada, entre otras cosas, por una oxidación o
 5 reducción fotoinducida de componentes polivalentes. De acuerdo con un perfeccionamiento preferido del invento, por lo tanto, el vidrio del segundo componente óptico está libre, o por lo menos ampliamente libre, de componentes polivalentes. Como componentes polivalentes perjudiciales se han de mencionar p.ej. los óxidos de hierro, cobalto, cromo, cobre y manganeso. Por lo tanto, en un perfeccionamiento del
 10 invento, el óxido de hierro, el óxido de cobalto, el óxido de cromo, el óxido de cobre y el óxido de manganeso están contenidos en el vidrio en cada caso en menos que 4 ppm (partes por millón), de manera preferida en menos que 3 ppm, de manera especialmente preferida en menos que 2 ppm.

De acuerdo con todavía un perfeccionamiento adicional del invento, el vidrio de
 15 silicato estabilizado en cuanto a la solarización puede contener adicionalmente los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:

- Li₂O 0 - 2 por ciento en peso,
- PbO 0 - 2 por ciento en peso,
- SnO₂ 0 - 1 por ciento en peso,
- 20 WO₃ 0 - 0,5 por ciento en peso,
- Bi₂O₃ 0 - 0,5 por ciento en peso.

Otra composición de vidrio, que cumple los requisitos establecidos para un
 sistema óptico de concentrador en lo que se refiere a una alta estabilidad en cuanto a
 la solarización, incluso con una intensidad de radiación extremadamente alta, contiene
 25 los siguientes componentes en tantos por cientos en peso sobre la base de los óxidos:

- SiO₂ 31 - 55, de manera preferida 32 - 54, de manera especialmente preferida 33 -
 53 por ciento en peso,
- PbO 15 - 65, de manera preferida 16 - 64, de manera especialmente preferida 17 -
 63, de manera más preferida 18 - 62 por ciento en peso,
- 30 Al₂O₃ 0 - 8, de manera preferida 0 - 7, de manera especialmente preferida 0 - 6 por
 ciento en peso,
- Na₂O 0,1 - 9, de manera preferida 0,1 - 8, de manera especialmente preferida 0,1 -
 7,5 por ciento en peso,
- K₂O 1 - 13, de manera preferida 1 - 12, de manera especialmente preferida 1,5 - 11
 35 por ciento en peso,

BaO 0 - 17, de manera preferida 0 - 16, de manera especialmente preferida 0 - 15 por ciento en peso,

ZnO 0 - 11, de manera preferida 0 - 10, de manera especialmente preferida 0 - 9 por ciento en peso,

5 así como eventualmente agentes de afinamiento, por ejemplo

As₂O₃ 0 - 0,02 por ciento en peso, y/o

Sb₂O₃ 0 - 1 por ciento en peso.

10 Con este vidrio de plomo y silicato se pueden conseguir unos altos índices de refracción, lo cual, dependiendo de la forma de realización del respectivo elemento óptico, puede constituir una gran ventaja. Aun cuando el óxido de plomo puede presentarse en varias etapas de oxidación, un vidrio con la composición precedente, también bajo la alta potencia de radiación que se presenta en un sistema óptico de concentrador, muestra una solarización solamente muy baja, que pasa rápidamente a la saturación.

15 Todavía otro tipo de vidrio, que presenta una muy pequeña tendencia a la solarización, contiene los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:

SiO₂ 65 - 75, de manera preferida 66 - 74, de manera especialmente preferida 67 - 72 por ciento en peso,

20 B₂O₃ 0 - 3, de manera preferida 0 - 2 por ciento en peso,

Al₂O₃ 0 - 7, de manera preferida 0 - 6, de manera especialmente preferida 0 - 5 por ciento en peso,

Na₂O 5 - 16, de manera preferida 6 - 15, de manera especialmente preferida 7 - 14,5 por ciento en peso,

25 K₂O 0,5 - 12, de manera preferida 0,5 - 11, de manera especialmente preferida 0,5 - 10 por ciento en peso,

MgO 0 - 7, de manera preferida 0 - 6, de manera especialmente preferida 0 - 5 por ciento en peso,

30 CaO 2 - 10, de manera preferida 2 - 9, de manera especialmente preferida 3 - 8 por ciento en peso,

BaO 0,5 - 7, de manera preferida 0,5 - 6, de manera especialmente preferida 0,5 - 5 por ciento en peso,

ZnO 0,5 - 7, de manera preferida 0,5 - 6, de manera especialmente preferida 0,5 - 5 por ciento en peso,

35 TiO₂ 0 - 1, de manera preferida 0 - 0,5 por ciento en peso,

NaCl 0 - 2 por ciento en peso,

As₂O₃ 0 - 0,02 por ciento en peso,

Sb₂O₃ 0 - 1 por ciento en peso.

De acuerdo con una forma preferida de realización del invento, está previsto
 5 como segundo elemento óptico un conductor de luz que conduce hacia el lado de salida de la luz a la luz que ha sido agrupada en haz por el primer elemento óptico por un lado de entrada de la luz del conductor de luz. La celda solar está dispuesta en tal caso a lo largo de la trayectoria óptica, de manera preferible directamente sobre el lado de salida de la luz. Eventualmente, puede existir sin embargo también una cierta
 10 distancia entre la celda solar y el lado de salida de la luz, pudiéndose concebir también el intercalamiento de uno o varios elementos ópticos adicionales. Sin embargo, es favorable prever un acoplamiento directo de la celda solar con la superficie de salida de la luz del conductor de luz, con el fin de disminuir las pérdidas por reflexión junto a la superficie de salida de la luz.

15 El conductor de luz sirve para hacer más uniforme la distribución lateral de la intensidad de la luz agrupada en haz por el primer elemento enfocador, de manera tal que la celda solar es iluminada lo más uniformemente que sea posible a lo largo de su superficie. Como ejemplo se han de mencionar una superficie cáustica que resulta en el caso de un dispositivo no orientado exactamente hacia el sol, o un foco, que es
 20 menor que el área de superficie de la celda solar. En ambos casos, la intensidad de la luz a lo largo de la celda solar puede variar entonces rápidamente en uno o varios órdenes de magnitud. La intensidad de la luz, aumentada localmente, acorta la duración de vida útil de la celda solar. Además, el rendimiento disminuye en el caso de una iluminación irregular, cuando algunas zonas de la celda solar trabajan en
 25 saturación y otras zonas no son iluminadas o apenas lo son.

De modo correspondiente, como conductor de luz, tal como ya se ha dicho arriba, se prefiere un conductor de luz que no reproduce.

Con el fin de conseguir una homogeneización de la distribución de la luz, especialmente un conductor de luz en forma de una barra con una sección transversal
 30 poligonal, preferiblemente con unas superficies laterales rectas en una dirección transversal a la dirección longitudinal. La barra puede estar conformada cónicamente eventualmente también para la concentración adicional de la luz y para la debilitación de los requisitos establecidos en cuanto a la orientación hacia el sol, realizándose que la superficie frontal que tiene la menor área de superficie de sección transversal forma
 35 la superficie de salida de la luz. De acuerdo con otro perfeccionamiento del invento, el

conductor de luz está estructurado como una plancha, formando dos superficies de aristas enfrentadas las superficies de entrada y salida de la luz. Esto es conveniente cuando se emplean unos primeros elementos ópticos enfocadores alargados, tales como por ejemplo lentes cilíndricas, o respectivamente unas lentes de Fresnel que actúan como lentes cilíndricas o unos reflectores que enfocan cilíndricamente. También, la plancha puede tener un espesor variable, de manera tal que se estreche desde la superficie de entrada de la luz hacia la superficie de salida de la luz. Son posibles también otros elementos y otras formas geométricas del concentrador tales como por ejemplo un reflector parabólico compuesto como concentrador o como segundo elemento óptico.

Los vértices en vinculación con superficies laterales rectas conducen a que los rayos de luz no sean reflejados enfocando junto a las superficies laterales. Por consiguiente, se evitan unas reproducciones directas o distorsionadas de la distribución espacial en el lado de entrada de radiaciones por el lado de salida de la luz también ya en el caso de unas cortas longitudes del conductor de luz. Para la homogeneización de la luz tiene una cierta importancia el número medio de las reflexiones y por consiguiente también la longitud del conductor de luz. Se prefiere en tal caso hacer al conductor de luz por lo menos 1,5 veces, de manera preferida por lo menos 2,5 veces más largo que la dimensión lateral más pequeña de la sección transversal de la superficie de salida de la luz, que es decisiva para el número de las reflexiones.

Con el fin de mantener lo más bajos que sean posibles los costos de producción para el sistema óptico de concentrador, es favorable además conformar mediante prensado al elemento de vidrio con el vidrio estabilizado en cuanto a la solarización. Por consiguiente, en este perfeccionamiento del invento, el elemento óptico con el vidrio, en particular el segundo elemento óptico, conectado detrás del primer elemento óptico enfocador, está estructurado como una pieza prensada de vidrio.

Un efecto especialmente ventajoso, que es observado en los vidrios conformes al invento, es también la curación por lo menos parcial de la solarización, que por lo demás es solo pequeña, mediante un temple del vidrio. En tal caso eran suficientes ya unas temperaturas de 200°C, con el fin de hacer de nuevo retroceder el empeoramiento de la transmisión debido a una solarización. Se parte del hecho de que también unas temperaturas a partir de 100°C son suficientes con el fin de realizar una relajación de la solarización. De acuerdo con todavía un perfeccionamiento del

invento, por lo tanto, puede estar prevista una disposición de calentamiento para calentar el vidrio hasta por lo menos 100°C. Este calentamiento puede conseguirse de una manera especialmente sencilla también mediante la propia radiación solar incidente, pudiéndose ajustar entonces en este caso el dispositivo de tal manera que la aportación de calor al elemento de vidrio también sea suficientemente grande en comparación con la evacuación de calor, con el fin de conseguir una temperatura de por lo menos 100°C, de manera preferida de por lo menos 150°C.

En términos generales, el invento es apropiado para celdas solares muy valiosas y especialmente efectivas, con el fin de poder aprovechar plenamente las ventajas del sistema óptico de concentrador. Por consiguiente, son especialmente apropiadas unas celdas solares triples, o respectivamente celdas solares de triple unión. También se pueden utilizar sin embargo otras celdas solares, tales como por ejemplo elementos generalmente monocristalinos.

El vidrio puede estar además también revestido, con el fin de poner a disposición por ejemplo una eliminación de reflejos y/o una protección contra los arañazos, con el fin de aumentar a largo plazo de esta manera la transmisión.

Los vidrios de acuerdo con el invento se distinguen por una densidad muy baja de centros de defectos activables por radiación de UV. Se encontró que se puede evitar una fuerte solarización en las condiciones, que son relevantes para el rendimiento en el caso de la aplicación para celdas solares, cuando la densidad de defectos, inducible por luz UV, en el vidrio de silicato es menor que $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.

El invento es explicado con mayor detalle a continuación con ayuda de Ejemplos de realización y haciendo referencia a las Figuras adjuntas. En este caso, los mismos signos de referencia se remiten a elementos iguales o correspondientes.

25 Muestran:

- la Fig. 1 un dispositivo fotovoltaico,
- la Fig. 2 una vista en alzado del conductor de luz de la disposición representada en la Fig. 1,
- la Fig. 3 una variante del dispositivo mostrado en la Fig. 1 con un reflector que enfoca cilíndricamente,
- la Fig. 4 las evoluciones del grado de transmisión espectral de dos vidrios antes y después de una irradiación con luz UV, y
- la Fig. 5 los tiempos determinados de relajación de la solarización de un vidrio que es apropiado para el invento.

La Fig. 1 muestra un dispositivo fotovoltaico designado como un conjunto con el signo de referencia 1.

El dispositivo fotovoltaico 1 comprende por lo menos una celda solar 7, por ejemplo en forma de una celda solar de unión triple muy efectiva y un sistema óptico de concentrador. El sistema óptico de concentrador, a su vez, comprende dos elementos. En especial, están previstos por lo menos un primer elemento óptico enfocador 3 situado en el lado de entrada de la luz y un segundo elemento óptico 5 conectado detrás del primer elemento óptico 3 situado en el lado de entrada de la luz y conectado delante de la celda solar 7. En una posición de funcionamiento del dispositivo fotovoltaico, es decir orientado hacia la dirección de incidencia de la luz del sol, la radiación solar incide a través del primer elemento 3 de una manera agrupada en hâz sobre el segundo elemento óptico. Para la explicación de la trayectoria de los rayos se representan dos rayos de luz 10 de la luz solar incidente.

En el caso del Ejemplo mostrado en la Fig. 1, el primer elemento óptico es una lente de Fresnel. El segundo elemento óptico está estructurado como un corto conductor de luz con una superficie 51 de entrada de la luz y con una superficie 52 de salida de la luz. En este caso, el conductor de luz es por lo menos 1,5 veces, de manera preferida por lo menos 2,5 veces, más largo que la más pequeña dimensión lateral de la sección transversal de la superficie 52 de salida de la luz.

El conductor de luz se fabrica a partir de un vidrio de silicato como pieza prensada. El vidrio está estabilizado en cuanto a la solarización, mostrando el silicato, de una manera independiente de la potencia de luz UV irradiada, una saturación del efecto de solarización. En tal contexto, la transmisión, en el caso de una solarización saturada, disminuye, en comparación con la de un vidrio no irradiado, en a lo sumo 0,03 de manera promediada a lo largo de la región de longitudes de onda entre 300 y 400 nanómetros.

El conductor de luz está estructurado con forma ligeramente cónica y se estrecha desde la superficie 51 de entrada de la luz hasta la superficie de salida de la luz. Una vista en alzado del conductor de luz se representa en la Fig. 2. Tal como se puede reconocer con ayuda de esta Fig. 2, el conductor de luz no solamente está conformado de manera ligeramente cónica sino que tiene también una sección transversal poligonal. Por ejemplo, la superficie 51 de entrada de la luz y la superficie 52 de salida de la luz pueden tener en cada caso una sección transversal cuadrada.

A diferencia de lo que se representa en la Fig. 2, el conductor de luz puede estrecharse en otra forma distinta de la cónica hacia la superficie 52 de salida de la

5 luz. En cualquier caso, las superficies laterales son rectas en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal. De esta manera se evitan los efectos de enfoque al producirse la reflexión junto a las paredes laterales, que pueden contribuir a la formación de heterogeneidades de la distribución lateral de la luz en el lado de salida de la luz.

10 Un ejemplo de un dispositivo fotovoltaico con un primer elemento óptico 3, que enfoca cilíndricamente, se representa en la Fig. 3. A modo de ejemplo, en el caso de esta disposición el primer elemento óptico está estructurado como un reflector que enfoca cilíndricamente. Por el concepto de "que enfoca cilíndricamente" no se entiende en general, sin limitación al Ejemplo de realización de la Fig. 3, que la superficie del receptor es cilíndrica, sino más bien que el enfoque se efectúa a modo de una lente cilíndrica en solamente una dirección. Así, también en el Ejemplo mostrado en la Fig. 3 la superficie del reflector 31 está curvada parabólicamente.

15 También en este Ejemplo el segundo elemento óptico 5 está estructurado como un conductor de luz, que en este caso tiene ahora una forma de plancha, realizándose que las superficies de entrada y de salida de la luz forman las aristas opuestas de la plancha y la plancha se estrecha en dirección a la superficie 52 de salida de la luz, sobre la cual está dispuesta una celda solar de forma estriada 7, mediante el recurso de que disminuye el espesor de la plancha.

20 La Fig. 4 muestra como explicación unos diagramas de la transmisión espectral como una función de la longitud de onda para dos vidrios, en cada caso antes de una irradiación intensa de luz UV y después de ella, por lo tanto en estado solarizado.

Un vidrio preferido para el segundo elemento óptico contiene los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:

25	SiO ₂	65 - 85 por ciento en peso,
	B ₂ O ₃	7 - 15 por ciento en peso,
	Al ₂ O ₃	0 - 10 por ciento en peso,
	Na ₂ O	2 - 13 por ciento en peso,
	K ₂ O	0 - 11 por ciento en peso,
30	Cs ₂ O	0 - 11 por ciento en peso,
	MgO	0 - 0,5 por ciento en peso,
	CaO	0 - 3 por ciento en peso,
	SrO	0 - 0,5 por ciento en peso,
	BaO	0 - 6 por ciento en peso,
35	TiO ₂	0,005 - 1,5 por ciento en peso,

ZrO₂ 0 - 0,5 por ciento en peso,

CeO₂ 0 - 3 por ciento en peso,

F 0 - 0,6 por ciento en peso.

En este contexto se ha mostrado, de modo sorprendente, que en el caso de este vidrio que se ha de contar entre los vidrios corona de borosilicatos, precisamente la proporción de titanio de este vidrio de borosilicato contribuye a que la solarización pase rápidamente a la saturación, de manera tal que se conserva una alta transmisión también junto a la arista de UV del material. Es posible emplear también unos contenidos algo menores del óxido de titanio. Preferiblemente, el contenido del óxido de titanio es sin embargo por lo menos de 0,005 por ciento en peso sobre la base de los óxidos. Las curvas 40 y 41 en la Fig. 2 muestran las evoluciones de la transmisión espectral de uno de tales vidrios. En tal caso la curva 40 es la evolución de la transmisión espectral antes de la irradiación con una lámpara de UV y la curva 41 es la evolución de la transmisión espectral después de la irradiación, por lo tanto la evolución del vidrio solarizado.

Como comparación, se muestran las transmisiones espectrales de un vidrio que tiene una composición comparable antes de la irradiación (curva 42) y después de ella (curva 43). El vidrio, en el que se midieron estas curvas, no tiene ninguna proporción medible del óxido de titanio. La comparación entre las curvas 40 y 42 muestra que el vidrio exento de titanio tiene de por sí incluso una transmisión más alta en la región de UV. No obstante, se muestra que la transmisión en la región de UV en el caso del vidrio exento de titanio después de la irradiación (curva 43) retrocede considerablemente, extendiéndose las mermas de transmisión hasta ampliamente dentro de la región visible.

En comparación con esto, la transmisión, en el caso del vidrio conforme al invento irradiado, apenas es influida por la radiación de UV. En la región de longitudes de onda entre 300 y 400 nanómetros, el retroceso de la transmisión que se encuentra absolutamente en un valor manifiestamente más pequeño que 0,05. Se midió junto a la arista de UV en especial un valor de la disminución de la transmisión de aproximadamente 1,4 %. Promediado a lo largo de esta región de longitudes de onda, el retroceso es manifiestamente más pequeño que 0,03. En comparación con esto, la disminución de la transmisión del vidrio comparativo es hasta de aproximadamente 0,2 (a 320 nanómetros).

La transmisión del vidrio conforme al invento permanece también en el nivel alcanzado, independientemente de la potencia o de la duración de la radiación de UV

irradiada. Esta estabilización de la solarización garantiza una especial idoneidad del vidrio para su empleo como sistema óptico secundario en un concentrador, puesto que está garantizado que el efecto de solarización (la solarización remanente) no esté escalonado con la potencia de luz ofrecida, sino que la transmisión permanezca en saturación a un alto nivel de transmisión, independientemente de la potencia de UV ofrecida.

El hecho de que, tal como se observa en los vidrios conformes al invento, se llegue a una rápida saturación de la solarización, puede tener por un lado su causa en el hecho de que por lo general es posible solamente una pequeña densidad de centros de defectos y por otro lado está pronunciada de una manera especialmente fuerte la relajación térmica de los centros de defectos. En el caso de los vidrios conformes al invento se parte del hecho de que es decisiva una pequeña concentración posible como máximo de los centros de defectos.

Este efecto de la rápida saturación de la solarización, tal como se había observado en el caso de elementos ópticos para el dispositivo conforme al invento, se explica seguidamente con mayor detalle con ayuda de un modelo.

La solarización alcanzada puede ser establecida en general como una ecuación de velocidades de producción y de destrucción de defectos inducidas por luz UV con el tiempo. La velocidad de producción E puede ser en tal caso proporcional a la diferencia entre la densidad, posible como máximo, de defectos inducidos por luz UV, n_{\max} , y estableciéndose como n la densidad actual real de estos defectos:

$$E = \gamma_{\text{Producción}} \times (n_{\max} - n)$$

En este caso $\gamma_{\text{Producción}}$ es una constante, que es inversamente proporcional a la constante de tiempo de la constitución del efecto de solarización. Ella depende de la intensidad de UV.

La velocidad de destrucción V es establecida como proporcional a la densidad actual real de los defectos inducidos por luz UV:

$$V = \gamma_{\text{Destrucción}} \times n$$

La constante $\gamma_{\text{Destrucción}}$ es inversamente proporcional a la constante de tiempo de la degradación del efecto de solarización. Se ha mostrado que esta constante depende por lo general de la temperatura.

En el equilibrio, ambas velocidades son iguales y se realiza que:

$$n = n_{\max} \times \gamma_{\text{Producción}} / (\gamma_{\text{Producción}} + \gamma_{\text{Destrucción}})$$

5 Esto quiere decir sin embargo que n , independientemente de la intensidad de luz UV, adopta el valor n_{\max} , cuando $\gamma_{\text{Producción}} \gg \gamma_{\text{Destrucción}}$.

10 La inversa de la velocidad en el período de tiempo característico para el respectivo proceso. Se comprobó que el período de tiempo característico para la destrucción (curación) de los defectos causados por una solarización a la temperatura ambiente, está situado por encima de las 6 horas.

15 Las mediciones de la solarización con la lámpara HOK-4 han mostrado que ya después de por debajo una hora y no tan solo después de 15 horas se alcanza un valor constante, es decir que la constante de tiempo de la constitución del efecto de solarización está situada por debajo de una hora ya en el caso del ensayo con la lámpara HOK-4. Esto debe servir entonces tanto más en el caso de las intensidades de UV, tales como ellas aparecen en una instalación fotovoltaica de concentrador. Por consiguiente, la velocidad de producción es siempre esencialmente más alta que la velocidad de destrucción y el valor de saturación de la concentración de centros de defectos corresponde en lo esencial al valor posible como máximo, n_{\max} .

20 El vidrio conforme al invento muestra después de una irradiación con una lámpara HOK-4 una disminución muy pequeña de la transmisión. Ésta, según lo que se ha dicho, no se empeora mediante una irradiación adicional o más intensa. Aparece una saturación del efecto de solarización a un bajo nivel.

25 Por lo tanto, se parte del hecho de que en el caso de los vidrios conformes al invento se puede formar solamente una pequeña densidad máxima de centros de defectos n_{\max} , y esta concentración se alcanza de una manera comparativamente rápida. Éstas no son ningunas propiedades evidentes de los vidrios, puesto que un efecto de solarización es constituido típicamente con lentitud y los valores de saturación se alcanzan a un nivel manifiestamente más alto.

30 Los períodos de tiempo de relajación, medidos en vidrios conformes al invento, se encuentran, extrapolados a la temperatura ambiente, en por encima de 6 horas. A 200°C, los períodos de tiempo de relajación están situados en por debajo de tres horas. La Fig. 5 muestra para esto los períodos de tiempo de relajación determinados del vidrio arriba mencionado, en dependencia de la temperatura.

La determinación de los períodos de tiempo de relajación se llevó a cabo de la siguiente manera:

Del vidrio conforme al invento se prepararon unas muestras circulares con un diámetro de 18 mm y un espesor de aproximadamente 1 mm.

5 Las investigaciones se llevaron a cabo con los espectrómetros de transmisión de los tipos Lambda 900 y Lambda 950. En este caso, para la determinación de la solarización se registró un espectro completo de 250 - 850 nm.

Para la determinación del período de tiempo de extinción, las muestras irradiadas se colocaron dentro de una cubeta de calentamiento y se determinó la evolución cronológica de la transmisión para la longitud de onda de 345 nm.

10 La curación se investigó entonces en el caso de una longitud de onda de 345 nm, puesto que aquí también, de modo correspondiente a la Fig. 4, se observó la modificación máxima. La modificación cronológica de la solarización inducida (= el aumento de la transmisión) fue dibujada. Para la adaptación a los valores de medición se escogió una función exponencial.

$$(1) \quad A = A_0 \cdot \exp[-t/\tau_{\text{relax}}]$$

La curación de la absorción inducida por luz UV es descrita por el factor exponencial en la ecuación (1) con el período de tiempo de relajación τ_{relax} que es típico para este material. Este período de tiempo de relajación es a su vez, como se ha dicho, dependiente de la temperatura y puede ser descrito por la relación

$$(2) \quad \tau_{\text{relax}} = \tau_0 \cdot \exp[+H\tau/RT]$$

25

τ_0 y $H\tau$ son en este caso unas constantes típicas del material, R designa la constante de los gases y T la temperatura absoluta en °K.

En la Fig. 5 se indican los períodos de tiempo de relajación determinados. La curva trazada es la función exponencial establecida por los tres períodos de tiempo de relajación de acuerdo la ecuación (2).

30

A partir de la adaptación se determinaron los siguientes valores de los parámetros de la ecuación (1):

τ_0	$H\tau/R$
[h]	[°K]
0,33±0,05	1.012,6±10,2

Como característicos para unos vidrios apropiados conforme al invento se pueden considerar los períodos de tiempo de relajación, determinados con ayuda de la ecuación (2) a las diferentes temperaturas, tal como se representan en la Fig. 5. A la temperatura ambiente los períodos de tiempo de relajación están situados por encima de 6 horas y por consiguiente manifiestamente por encima de los períodos de tiempo, que se necesitan para la generación de una solarización hasta el límite de saturación. En el caso de unas temperaturas comprendidas entre 200°C y 400°C, aquí el período de tiempo de relajación está situado en menos que 3 horas. Por consiguiente, de acuerdo con una forma de realización del invento, sin ninguna limitación a los ejemplos de realización, está previsto un dispositivo fotovoltaico con lo menos una celda solar y con un sistema óptico de concentrador, abarcando el sistema óptico de concentrador un elemento de vidrio, cuyo vidrio presenta un período de tiempo de relajación (τ_{relax}) de la solarización de menos que 3 horas a una temperatura situada en un intervalo de 200°C a 400°C. El período de tiempo de relajación τ_{relax} puede ser determinado en tal caso por medición de la evolución cronológica de la transmisión a 345 nanómetros mediando almacenamiento a una temperatura en la región mencionada después de una exposición a la luz UV hasta la saturación de la solarización y adaptación a una curva de acuerdo con las ecuaciones (1) hasta (3). De manera preferida, uno de tales vidrios se emplea a su vez en un sistema óptico de concentrador de dos piezas como segundo elemento óptico, sobre el cual la radiación solar es dirigida de manera agrupada en haz mediante el primer elemento óptico.

Se ha mostrado que los vidrios conformes al invento tienen generalmente una baja densidad de defectos inducibles por irradiación con luz UV. Esta densidad de defectos es, incluso en el estado saturado de la solarización, por lo general menor que $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.

Con ayuda del vidrio con las evoluciones 40 y 41 de la transmisión en la Fig. 2 la concentración de defectos se puede estimar de la siguiente manera.

Los iones de Ti^{4+} en el vidrio procuran un bloqueo efectivo de la luz UV. El punto de corte (cut-off) de la transmisión, en el que el valor de la transmisión junto a la arista de UV cae a un 50 %, está situado entre las longitudes de onda 315 y 320 nm. A partir de la comparación entre las curvas 40 y 41 en la Fig. 4 se establece una reducción de la transmisión a 345 nm situada en torno a 1,4 %.

Para los coeficientes de absorción espectral A se realiza que

$$A = -\frac{1}{d} \cdot \log\left(\frac{T}{P}\right)$$

En esta relación designan d el espesor del vidrio, T la transmisión medida y P el valor máximo posible de la transmisión. Para el valor de P se supone ninguna absorción en el vidrio. Más bien, resultan pérdidas de la transmisión solamente mediante pérdidas de Fresnel, es decir por reflexión junto a las superficies límites.

A una longitud de onda de 345 nm el coeficiente de absorción es de aproximadamente $6,0 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$.

Después de una irradiación con luz UV en el estado de una solarización saturada, este valor se eleva a aproximadamente $8,6 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$. Este aumento de la absorción en $2,6 \times 10^{-3} \text{ mm}^{-1}$ es causado por los defectos inducidos por luz UV. Por consiguiente acerca de la relación

$$n = \frac{A}{\sigma}$$

15

con una sección transversal típica del efecto de absorción σ para los centros de defectos en la región de 10^{-18} mm^2 se establece una densidad de defectos inducidos por luz UV de

$$20 \quad n \approx 3 \times 10^{15} \text{ mm}^{-3} = 3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3} = 30 \text{ ppm}$$

Es observable para un experto en la especialidad que el invento no está limitado a los Ejemplos de realización precedentemente descritos, sino que más bien se puede hacer variar de diversas maneras en el marco de las siguientes reivindicaciones y de su combinación. Así, por ejemplo, se pueden combinar también varios vidrios de los aquí descritos. Si se emplea por ejemplo un conductor de luz como elemento óptico secundario, tal como el que se ha representado a modo de ejemplo en las Figs. 1 y 3, se pueden combinar por ejemplo dos diferentes vidrios con distinto índice de refracción, estando estructurado el conductor de luz como un conductor de luz de núcleo y envoltura.

30

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo fotovoltaico (1) con
- por lo menos una celda solar (7) y
- 5 - un sistema óptico de concentrador, comprendiendo el sistema óptico de concentrador
- por lo menos un primer elemento óptico (3) enfocador, situado en el lado de entrada de la luz, y
 - por lo menos un segundo elemento óptico (5) conectado detrás del primer
- 10 elemento óptico situado en el lado de entrada de la luz y conectado delante de la celda solar (7), sobre el cual en la posición de funcionamiento del dispositivo fotovoltaico (1) la radiación solar incide de una manera agrupada en haz por el primer elemento óptico (3), comprendiendo el segundo elemento óptico (5) un vidrio de silicato estabilizado en cuanto a la solarización.
- 15 2. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación precedente, mostrando el vidrio de silicato, independientemente de la potencia de UV irradiada; una saturación del efecto de solarización, disminuyendo la transmisión en el caso de una solarización saturada, en comparación con un vidrio no irradiado, en a lo sumo 0,03 promediada a lo largo de la región de longitudes de onda entre 300 y 400
- 20 nanómetros.
3. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el vidrio de silicato contiene un óxido de titanio en una proporción de por lo menos 0,005 por ciento en peso sobre la base de los óxidos.
4. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación precedente,
- 25 caracterizado porque el vidrio de silicato estabilizado en cuanto a la solarización, es un vidrio de borosilicato, con los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:
- SiO₂ 65 - 85 por ciento en peso,
 - B₂O₃ 7 - 15 por ciento en peso,
- 30 Al₂O₃ 0 - 10 por ciento en peso,
- Na₂O 2 - 13 por ciento en peso,
 - K₂O 0 - 11 por ciento en peso,
 - Cs₂O 0 - 11 por ciento en peso,
 - MgO 0 - 0,5 por ciento en peso,
- 35 CaO 0 - 3 por ciento en peso,

- SrO 0 - 0,5 por ciento en peso,
 BaO 0 - 6 por ciento en peso,
 TiO₂ 0,005 - 1,5 por ciento en peso,
 ZrO₂ 0 - 0,5 por ciento en peso,
 5 CeO₂ 0 - 3 por ciento en peso,
 F 0 - 0,6 por ciento en peso.
5. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado porque el vidrio contiene los siguientes agentes de afinamiento en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:
- 10 NaCl 0 - 2 por ciento en peso,
 As₂O₃ 0 - 0,02 por ciento en peso,
 Sb₂O₃ 0 - 1 por ciento en peso.
6. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el vidrio del segundo componente óptico está libe
 15 o por lo menos ampliamente libre de componentes polivalentes, estando contenidos en el vidrio el óxido de hierro, el óxido de cobalto, el óxido de cromo, el óxido de cobre y el óxido de manganeso en cada caso en menos que 4 ppm, de manera preferida en menos que 3 ppm, de manera especialmente preferida en menos que <2 ppm.
7. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones
 20 precedentes, conteniendo el vidrio adicionalmente los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:
- Li₂O 0 - 2 por ciento en peso,
 PbO 0 - 2 por ciento en peso,
 SnO₂ 0 - 1 por ciento en peso,
 25 WO₃ 0 - 0,5 por ciento en peso,
 Bi₂O₃ 0 - 0,5 por ciento en peso.
8. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el segundo elemento óptico es un conductor de luz, que conduce a la luz agrupada en haz por el primer elemento óptico hacia un lado de
 30 entrada de la luz (51) del conductor de luz, hacia el lado de salida de la luz (52).
9. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado porque el segundo elemento óptico comprende un conductor de luz en forma de una barra con una sección transversal poligonal o de una plancha.
10. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las dos reivindicaciones
 35 precedentes, caracterizado porque el conductor de luz es por lo menos 1,5 veces,

preferiblemente por lo menos 2,5 veces, más largo que la más pequeña dimensión lateral de la sección transversal de la superficie de salida de la luz (52).

11. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el segundo elemento óptico abarca un vidrio de plomo y silicato, que contiene los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:

- SiO₂ 31 - 55 por ciento en peso,
- PbO 15 - 65 por ciento en peso,
- Al₂O₃ 0 - 8 por ciento en peso,
- 10 Na₂O 0,1 - 9 por ciento en peso,
- K₂O 1 - 13 por ciento en peso,
- BaO 0 - 17 por ciento en peso,
- ZnO 0 - 11 por ciento en peso,
- así como agentes de afinamiento, preferiblemente
- 15 As₂O₃ 0 - 0,2 por ciento en peso,
- Sb₂O₃ 0 - 1 por ciento en peso.

12. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el segundo elemento óptico comprende un vidrio que contiene los siguientes componentes en tantos por ciento en peso sobre la base de los óxidos:

- SiO₂ 65 - 75 por ciento en peso,
- B₂O₃ 0 - 3 por ciento en peso,
- Al₂O₃ 0 - 7 por ciento en peso,
- Na₂O 5 - 16 por ciento en peso,
- 25 K₂O 0,5 - 12 por ciento en peso,
- MgO 0 - 7 por ciento en peso,
- CaO 2 - 10 por ciento en peso,
- BaO 0,5 - 7 por ciento en peso,
- ZnO 0,5 - 7 por ciento en peso,
- 30 TiO₂ 0 - 1,5 por ciento en peso,
- As₂O₃ 0 - 0,2 por ciento en peso,
- Sb₂O₃ 0 - 1 por ciento en peso,

13. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el segundo elemento óptico está estructurado como una pieza prensada de vidrio.

14. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo está establecido para calentar el vidrio de silicato a una temperatura de por lo menos 100°C.

5 15. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por una celda solar triple.

16. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el vidrio de silicato presenta un período de tiempo de relajación de la solarización de menos que 3 horas a una temperatura situada en un intervalo de 200°C a 400°C.

10 17. Dispositivo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la densidad de defectos inducible por luz UV en el vidrio de silicato es menor que $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.

15 18. Utilización de un vidrio con una composición de acuerdo con una de las reivindicaciones 4, 11 o 12 para elementos concentradores de dispositivos fotovoltaicos.

Fig. 1

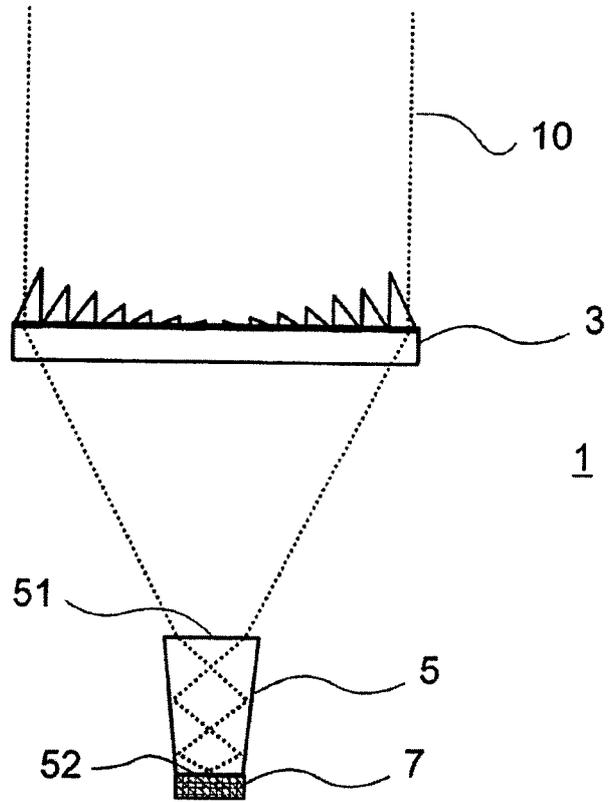


Fig. 2

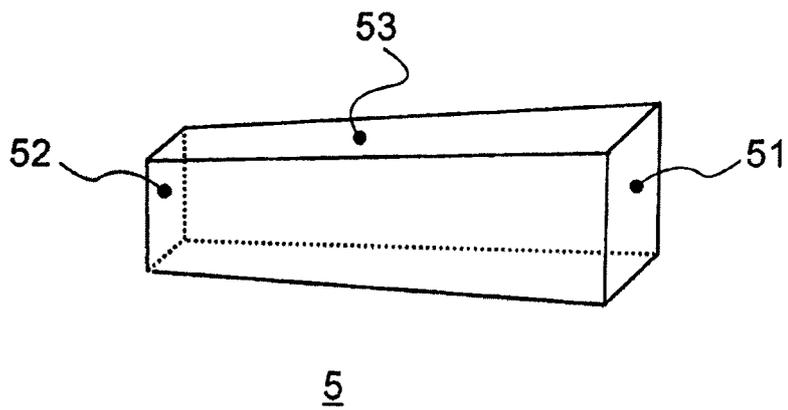


Fig. 3

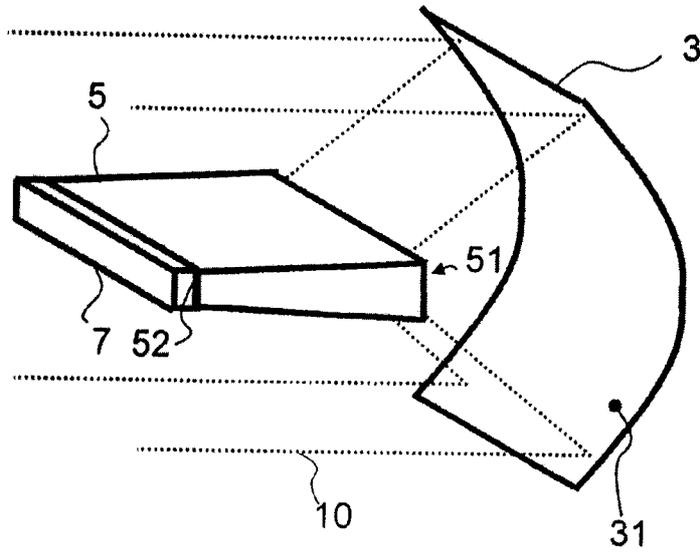


Fig. 4

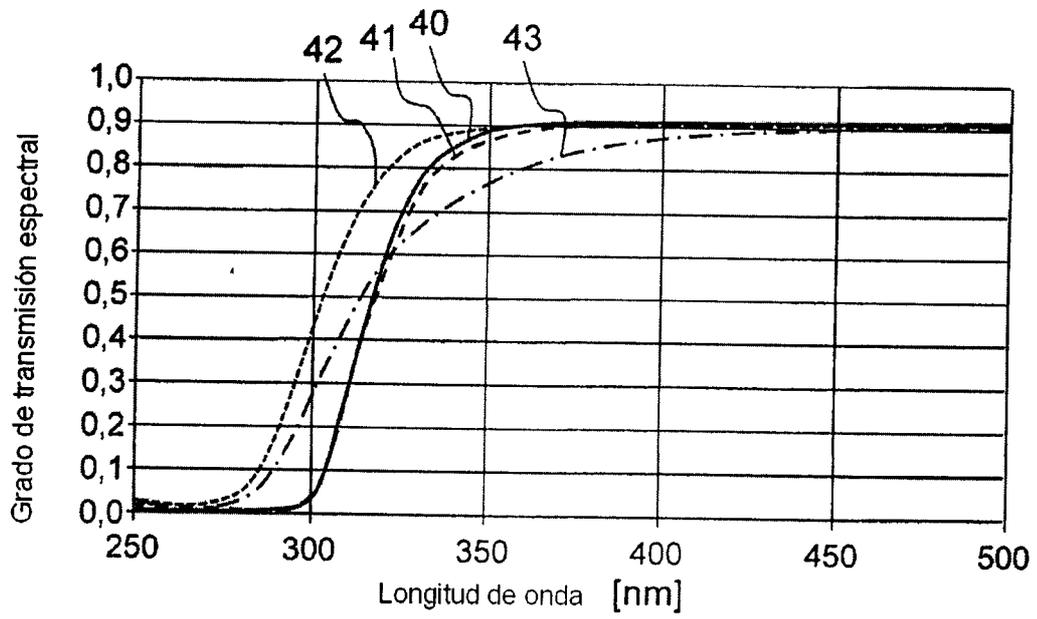
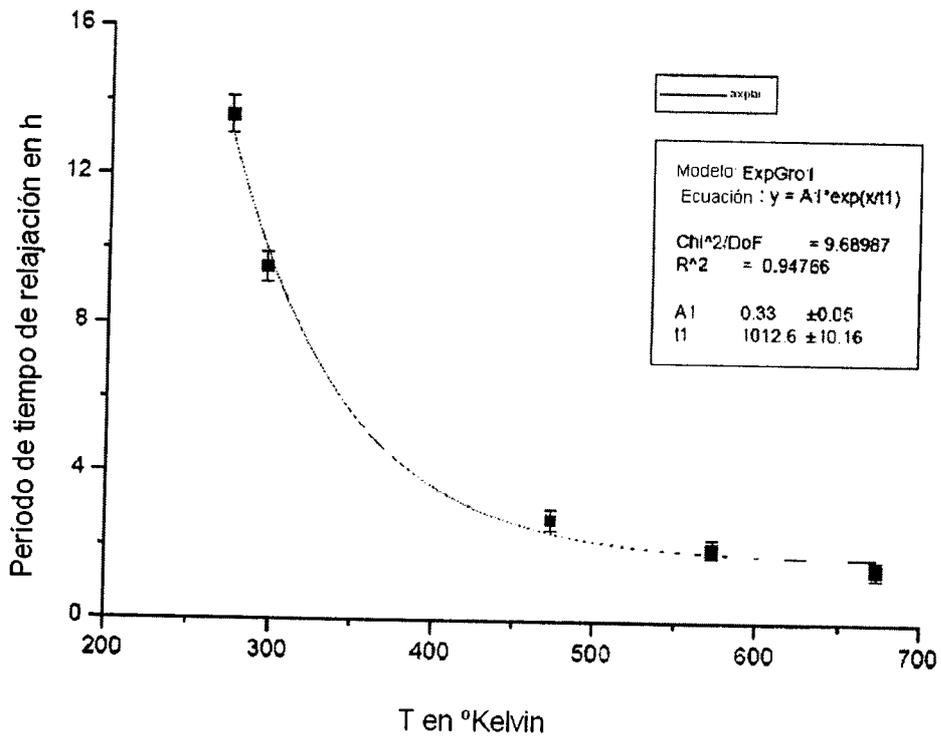


Fig. 5





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②¹ N.º solicitud: 201000213

②² Fecha de presentación de la solicitud: 23.02.2010

③² Fecha de prioridad: **24-02-2009**
30-06-2009

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	EP 1039325 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 27.09.2000, Párrafos [0010]-[0020]; figura 1	1-18
Y	US 2003087746 A1 (RITTER SIMONE; PEUCHERT ULRICH) 08.05.2003, Párrafos [0040]-[0060]	1-3, 8-10
Y	EP 1870384 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26.12.2007, Resumen; figura1	4-7,11-18
A	US 2007149381 A1 (SCHOTT AG) 28.06.2007, Párrafos [0059]-[0062]	1-18

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
24.01.2013

Examinador
L. J. García Aparicio

Página
1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H01L31/052 (2006.01)

C03C3/091 (2006.01)

C03C3/078 (2006.01)

C03C3/102 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01L, C03C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 24.01.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-18	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-18	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	EP 1039325 A2 (LUCENT TECHNOLOGIES INC)	27.09.2000
D02	US 2003087746 A1 (RITTER SIMONE; PEUCHERT ULRICH)	08.05.2003
D03	EP 1870384 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD)	26.12.2007
D04	US 2007149381 A1 (SCHOTT AG)	28.06.2007

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01, se considera puede servir de base para el análisis de la novedad y actividad inventiva del objeto de la solicitud, dicho documento D01 divulga: (todas las referencias indicadas corresponden al documento D01), un dispositivo fotovoltaico que cuenta con al menos una célula o celda solar (34) y con un sistema de concentración que cuenta con:

- un primer elemento óptico (16) enfocador, situado en el lado de la entrada de la luz y
- por lo menos un segundo elemento óptico (50) conectado detrás del primer elemento óptico y conectado delante de la celda solar (34), sobre el cual la radiación solar incide de una manera agrupada en haz por el primer elemento óptico (5)

La materia de la reivindicación primera se diferencia de lo divulgado en D01 en que el segundo elemento óptico cuenta con un vidrio de silicato estabilizado en cuanto a la solarización.

Sin embargo, la utilización de vidrios silicatados estabilizados en cuanto a la solarización es algo conocido, como se pone de manifiesto en el documento D02, entre otros, particularmente por el empleo de TiO₂.

Por lo tanto, cuando lo que se pretende es la estabilización de la solarización y teniendo en cuenta, que es algo conocido dentro del sector de las composiciones de fabricación de vidrios, sería algo evidente para un técnico en la materia la combinación de los dos documentos D01 y D02.

En consecuencia la materia de la reivindicación primera carece de actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP11/86.

La materia de las reivindicaciones 2 y 3, también adolece de falta de actividad inventiva a la vista de lo divulgado en D02, (véase el párrafo [0040]), que pone de manifiesto el empleo de TiO₂ como agente estabilizador de la solarización.

En cuanto a la materia de la reivindicación 4^a, donde se especifica una distribución porcentual en peso de componentes, la gran mayoría se encuentran en los ejemplos mostrados en D02, y en D03 particularmente. Siendo la diferencia de componentes una mera opción de diseño, de la que no se aporta ventaja o efecto técnico no esperado del resultado de añadir o quitar algún componente respecto a lo ya conocido en el estado de la técnica.

En la reivindicación 5^a, se reivindica la presencia de agentes de afinamiento concretos. En el documento D03 encontramos la presencia de Sb₂O₃. Por lo que la presencia de unos u otros agentes no es más que una mera opción de diseño, sin efecto técnico relevante descrito derivado de la presencia o no de los restantes.

La reivindicación 6^a reivindica que el vidrio del segundo componente óptico está libre de componentes polivalentes, hecho que sucede en los documentos D02 y D03. Por lo que tampoco contaría con actividad inventiva.

En la reivindicación 7ª se reivindica la presencia de una serie de componentes, estando algunos de ellos presentes en el documento D03, como el Li_2O y SnO_2 . Si bien, no se encuentran la totalidad de los componentes reivindicados, no es más que una mera opción de diseño de la que no se deriva efecto técnico relevante descrito. En consecuencia, la materia de esta reivindicación tampoco contaría con actividad inventiva.

La materia de las reivindicaciones 8ª a 10ª, hace referencia a las características estructurales que presenta el concentrador, encontrándose divulgadas en lo mostrado en el documento D01, (figura 1). Por lo que carecería de actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

En la reivindicación 11ª, se reivindica una determinada composición, encontrándose en los documentos D02 a D04 composiciones muy próximas, diferenciándose en algunos componentes.

Dichas diferencias no son más que el resultado del proceso de elección realizado en el proceso inventivo. Las diferencias no aportan ventajas o efectos técnicos que vayan más allá del directamente esperado de la propia naturaleza de los compuestos que faltarían en los documentos D02 a D04. Por lo que carecería de actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

La composición de la reivindicación 12ª, se encuentra en su totalidad en el documento D04 (tabla 3), a falta del compuesto As_2O_3 , como agente de afinamiento, encontrándose sin embargo el Sb_2O_3 . Por lo tanto no cuenta con actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP11/86

El hecho de que el elemento óptico esté estructurado como una pieza prensada de vidrio, no es más que una mera opción del proceso de fabricación sin efecto técnico derivado.

En la reivindicación 14ª se reivindica que el dispositivo está establecido para calentar el vidrio de silicato a una temperatura de por lo menos 100°C . Esta característica es una consecuencia del dispositivo fotovoltaico y no característica limitativa alguna.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP11/86.

El hecho de cómo sea la célula solar, no es más que una mera opción de diseño del dispositivo sin que produzca efecto técnico alguno que vaya más allá de las consecuencias propias de elegir una celda solar triple. Por lo tanto, tampoco cuenta con actividad inventiva.

El hecho de que el vidrio de silicato presenta un período de tiempo de relajación de la solarización de menos que 3 horas a una temperatura situada en un intervalo de 200°C , a 400°C , no es más que una consecuencia derivada de la propia naturaleza de la composición del vidrio.

Igualmente, sucede con la reivindicación 17ª, en la que se reivindican efectos propios de la naturaleza del vidrio. Por lo tanto, tampoco contaría con actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

El empleo de las composiciones reivindicadas en las reivindicaciones 4, 11 ó 12 para elementos concentradores de dispositivos fotovoltaicos, es algo evidente para un técnico en la materia, cuando dichos dispositivos están hechos de vidrio y es conocido su empleo dentro del sector solar. Por lo tanto, tampoco contaría con actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86