



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 615**

51 Int. Cl.:
E06B 9/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03732245 .0**

96 Fecha de presentación : **18.06.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1514003**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.03.2005**

54 Título: **Elemento óptico de protección contra la luz.**

30 Prioridad: **18.06.2002 DK 2002 00929**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.06.2011

73 Titular/es: **PHOTOSOLAR A.p.s.**
Gregersensevej, 1
2630 Taastrup, DK

72 Inventor/es: **Bezzel, Eik;**
Lauritzen, Hanne y
Wedel, Signe

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 360 615 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

Elemento óptico de protección contra la luz

- 5 La invención se refiere a un elemento óptico en la forma de una cara al menos parcialmente transparente, que comprende zonas transparentes así como zonas esencialmente no transparentes.

10 Los edificios modernos se suelen construir con grandes fachadas de cristal. Esto se aplica, en particular, a los edificios de oficinas, en donde las oficinas individuales suelen tener ventanas desde el suelo al techo. Esto presenta numerosas ventajas, de una parte, se proporciona varios grados de libertad con respecto a la apariencia arquitectónica del edificio y, por otro lado, se proporcionan recintos muy luminosos con excelentes vistas. Sin embargo, la práctica ha demostrado que los grandes paneles de cristal están también asociados con inconvenientes. Así, a parte de los recintos luminosos, la gran cantidad de luz entrante significa también que los recintos se calientan en gran medida puesto que una parte considerable de la luz incidente será radiación solar con incidencia directa. En particular, en la época estival o en zonas con un promedio de frecuentes temperaturas elevadas, el calentamiento de los recintos puede ser tan intenso que sea necesario utilizar recursos energéticos considerables para enfriar los recintos en cuestión. Además, la radiación solar directamente incidente puede causar también inconveniencias en la forma de proteger a las personas que están en la proximidad de los paneles de cristal relacionados.

20 Varias soluciones se conocen, en la práctica anterior, cuyo objetivo es disminuir el calentamiento y/o las inconveniencias en la forma de protección contra la radiación solar directamente incidente. Una de las soluciones más conocida es la de cortinas que se pueden retirar en el interior de los paneles individuales. Sin embargo, estas soluciones están asociadas con el inconveniente de que eliminan también la vista desde el recinto pertinente, puesto que suelen ser más o menos no transparentes. Además, el hecho de que estén dispuestos en el interior significa que la radiación de calor, de la que se suponen protegen, sigue penetrando y permanecerá en el recinto y por consiguiente, su efecto está limitado a este respecto.

30 Las persianas o protecciones solares, que pueden bajarse, son también conocidas en la técnica anterior y están dispuestas en la parte exterior del edificio. Suelen consistir en una tejido de malla de fibra de vidrio con recubrimiento de materias plásticas. Puesto que están dispuestas en el exterior del edificio, son más eficientes que las persianas internas para reducir el calentamiento de los recintos, pero estas protecciones, además, restringen, en una magnitud considerable, la vista desde los recintos del edificio, puesto que son transparentes solamente en un grado limitado. Además, se suelen evitar por motivos arquitectónicos y, asimismo, suelen necesitar gran cantidad de mantenimiento para funcionar de forma satisfactoria. Las protecciones externas son también sensibles al viento y por ello, no se pueden utilizar en condiciones con fuertes vientos.

40 Ambas soluciones antes citadas presentan el inconveniente adicional de que reducen la luz, y por lo tanto el calor, en mayor o menor medida, con independencia del ángulo de incidencia de la luz en relación con el edificio. El sol suele producir el calentamiento más intenso cuando está elevado en el cielo, la luz desde puntos elevados en el cielo suele regularse, de forma más conveniente, que la luz desde puntos más bajos por lo que, al mediodía, la luz solar será regulada considerablemente, mientras que la vista sigue siendo más o menos como la usual, por ejemplo, en la dirección horizontal. En principio, esta situación se puede conseguir con toldos exteriores, pero influyen considerablemente sobre la apariencia arquitectónica del edificio y por este motivo suelen ser no deseables. Además son, lo mismo que las protecciones solares anteriormente citadas, sensibles al viento y suelen exigir un mantenimiento importante.

45 También las persianas venecianas, que suelen estar dispuestas en el interior o entre dos capas de vidrio, regulan la luz con distintos ángulos de incidencia de forma diferente. Además, el ángulo de las lamelas, en una persiana veneciana, se suele poder ajustar manualmente, lo que permite que, en cierta medida, sea posible elegir entre qué ángulos de incidencia de la luz sean permitidos para pasar y no pasar, respectivamente, a través de la persiana. Sin embargo, las persianas venecianas están asociadas con el inconveniente de que, debido al tamaño de sus lamelas, son muy visibles y por ello, obstruyen sustancialmente la vista general a través de una ventana provista de una persiana veneciana.

50 Otra forma de regular la luz solar incidente es por medio de paneles de vidrio tintado, por ejemplo, en la forma de una coloración del vidrio o la adherencia de filtros ópticos directamente en la superficie del vidrio. Estos paneles de ventana reducen, a la vez, la radiación solar directamente incidente y, en una magnitud proporcional, la radiación indirecta, sea cual fuere el ángulo de incidencia de la radiación. No existen elementos protectores visibles como tales y, por lo tanto, la vista no tiene una obstrucción directa, pero, no obstante, tendrá lugar una influencia indirecta sobre la vista a través de dichos elementos, puesto que la luz procedente desde todas las direcciones es, según fue indicado, regulada en la misma medida. Esto significa que si la protección contra radiación solar de incidencia directa ha de tener algún efecto en absoluto, los paneles de las ventanas aparecerán muy oscuros durante el día o en momentos en que no existe luz solar directa. Además, estos paneles de ventanas suelen presentar una coloración que es distinta a la que tienen los paneles de vidrio ordinarios y por ello, puede resultar perturbada la percepción del color de los objetos mirados a través de dichos paneles. La apariencia externa de un edificio resulta también afectada cuando se utilizan paneles coloreados, pero dicho efecto, sin embargo, no es necesariamente indeseable.

En el documento DE 100 34 197 se da a conocer una hoja transparente, que, en su lado hacia dentro está cubierta con un recubrimiento casi hermético a la luz. Dicha hoja se puede unir al lado interior de una ventana y el recubrimiento hermético a la luz puede estar provisto de pequeños orificios, de modo que sea posible mirar a través de la ventana al mismo tiempo que se produce una reducción de la luz incidente. El efecto corresponde a los paneles de cristal coloreados anteriormente citados y también esta solución reduce la radiación solar directamente incidente y la radiación indirecta, de manera proporcional, sea cual fuere el ángulo de incidencia de la radiación.

El documento WO 02/35046 da a conocer una estructura celular dispuesta entre dos placas de vidrio. La estructura celular está constituida por piezas tubulares que permiten una vista, sin obstáculos, a través de la estructura en una sola dirección de la visión, p.e., paralela a su orientación, mientras que el acceso visual está bloqueado desde otras direcciones. Sin embargo, las piezas tubulares, que proporciona la estructura, no son lo bastante pequeñas para ser sustancialmente invisibles.

Además, la solicitud de patente danesa DK PA 1998 01040 da a conocer una célula solar, cuyo substrato está constituido por una placa de metal extendido que, cuando se monta verticalmente, es capaz de proteger contra la radiación solar sin proteger completamente contra la visión a través de la placa. Conviene señalar que si la placa se mira desde una distancia suficientemente alejada, parecerá que es invisible, pero la placa descrita no será invisible a las distancias que son pertinentes en un recinto con la placa montada en, por ejemplo, un panel de ventana.

Es un objetivo de la invención dar a conocer un elemento óptico de la clase anteriormente citada que sea, en mayor medida que las soluciones de la técnica anterior, capaz de atenuar el problema del calentamiento del interior de un edificio, que tiene lugar debido a la radiación solar incidente sin la radiación indirecta y por lo tanto, la visión a través del elemento queda reducida en un grado importante.

En el elemento óptico, las zonas transparentes están dispuestas suficientemente próximas entre sí para las zonas individuales, intermedias, esencialmente no transparentes, para ser sustancialmente invisible a simple vista, al menos cuando el elemento se mira a una distancia dada que corresponde, sin embargo, en su mayoría, a distancias en instalaciones interiores y las zonas esencialmente no transparentes están dispuestas suficientemente próximas entre sí y presentan una extensión suficiente perpendicular a la cara para las zonas transparentes intermedias para tener así una relación de profundidad a anchura que haga que el elemento óptico permita, en un punto dado en la cara, el paso de la luz con determinados ángulos de incidencia, mientras que la luz, con otros ángulos de incidencia, no podrá atravesar el elemento óptico en el punto pertinente.

Según la invención, se consigue dicho objetivo porque el elemento óptico comprende una estructura que constituye al menos una parte de una célula solar. De este modo, se obtiene el efecto de que, además de la protección contra la luz solar directa cuando el sol está elevado en el cielo, el elemento óptico es también capaz de convertir la luz solar adsorbida en energía eléctrica. De este modo, el elemento óptico es capaz, al mismo tiempo, de reducir el calentamiento debido a la luz solar incidente y por lo tanto, en sí misma, la necesidad de refrigeración y de producir simultáneamente energía eléctrica que se puede utilizar, por ejemplo, para la refrigeración del edificio. Desde un punto de vista global, se obtienen ahorros considerables en el consumo de energía de un edificio que tiene su origen en el calentamiento solar, mientras que a la vez, no resulta adversamente afectado el clima interior en los recintos pertinentes.

Dicha disposición de las zonas transparentes, tan próximas entre sí, da lugar a que las zonas intermedias sean más o menos invisibles en caso de que las distancias usuales de la visión en interiores garantiza que, desde un punto de vista global, el elemento es más o menos invisible y por lo tanto, no impide considerablemente la visión a través de dicho elemento. La relación de profundidad a anchura de las zonas transparentes excluye a la luz, desde estos ángulos, desplazarse a través del elemento. De este modo, si el elemento óptico está dispuesto de modo que quede bloqueada precisamente la luz procedente de la radiación solar cuando el sol está alto en el cielo, mientras que se permite pasar a la luz procedente de puntos más bajos, con lo que se obtiene el efecto deseado.

El elemento óptico descrito es capaz de servir como un filtro óptico que presenta la propiedad particular de que su capacidad para adsorber y reflejar la luz depende del ángulo de incidencia de la luz en relación con el elemento. Por ejemplo, el elemento óptico se puede configurar y localizar de modo que permita la incidencia de la luz cuando sea grande el ángulo de incidencia de la luz en relación con el elemento, mientras que adsorbe efectivamente la luz con un pequeño ángulo de incidencia en relación con el elemento. En esta forma de realización particular, se obtiene el efecto de que un elemento verticalmente dispuesto elimina magnitudes considerables de la radiación solar directa entrante, cuando la intensidad de la luz solar es alta en las horas del mediodía, mientras que el elemento permite la incidencia de la luz desde el horizonte así como la visión en direcciones próximas a dicho horizonte. De este modo, el elemento óptico será percibido como transparente, aunque siga siendo protector, en tanto que el usuario vea los objetos que estén próximos al horizonte a través de dicho elemento.

Mediante el elemento óptico, se obtiene el efecto de que la radiación solar de calor entrante, a través del elemento óptico, disminuya cuando el sol esté elevado en el cielo en las horas del mediodía. Al mismo tiempo, el elemento permite al usuario mirar a través del elemento en tanto que el ángulo de visión sea más pequeño que el límite anteriormente establecido y el elemento aparece como una cara uniforme y coherente, por ejemplo, como un elemento planar. De este

modo, el elemento difiere considerablemente de los productos convencionales de protección solar, tales como, por ejemplo, las ventanas venecianas y las cortinas de lamelas que son, por un lado, visibles como tales y, por otro lado, no constituyen una cara uniforme coherente en relación con el panel o con el vano de la puerta, en donde han de montarse dichos elementos.

5 Puesto que el elemento óptico reduce la radiación solar directa en el interior del edificio, se reduce también considerablemente la necesidad de refrigerar el edificio y de este modo, el elemento óptico será de gran valor en la interacción con el edificio, puesto que el elemento reduce el consumo de energía global del edificio. En relación con los edificios de oficinas, que suelen caracterizarse por una cantidad considerable de fachadas de paneles de cristal, el consumo de energía primaria del edificio está muy relacionado con la necesidad de refrigeración.

10 El elemento óptico es, por lo tanto, especialmente adecuado para su uso como protección solar completa o parcial en edificios en donde el efecto de protección solar disminuye la necesidad de refrigeración del edificio, mientras que, al mismo tiempo, el elemento óptico permite a los usuarios del edificio ver a través de la parte de la fachada que está constituida por dicho elemento. Por supuesto, el elemento óptico se puede utilizar para los mismos fines en caso de autobuses, trenes, embarcaciones o en relación con accesorios urbanos, tales como cabinas telefónicas y zonas de resguardo contra la intemperie.

15 El elemento óptico se puede configurar de modo que las zonas esencialmente no transparentes constituyan una cara coherente, en donde las zonas transparentes aparezcan como aberturas en esta cara. Ésta es una forma de realización conveniente desde un punto de la vista de la fabricación, puesto que el elemento se puede fabricar a partir de un material más o menos no transparente, en el que se pueden proporcionar dichas aberturas, por ejemplo, mediante procesamiento mecánico o por láser. En esta forma de realización, el elemento se puede configurar convenientemente, de modo que dichas aberturas sean alargadas, proporcionándoles, de este modo, en una dirección dada en el plano de la cara, una extensión que es considerablemente mayor que su extensión en una dirección perpendicular en el plano de la cara. De este modo, el ángulo de visión se abre considerablemente en un plano en paralelo con la dirección longitudinal de las aberturas, mientras que estará limitado el ángulo de la abertura que le sea perpendicular.

20 El elemento óptico se puede configurar, además, de modo que las zonas transparentes constituyan una cara coherente, con el resultado de que las zonas esencialmente no transparentes aparezcan como islas en esta cara. Puede ser, por ejemplo, un material básico transparente sobre el que se apliquen zonas no transparentes.

25 Según una forma de realización del elemento óptico, las zonas transparentes y las zonas esencialmente no transparentes están dispuestas en una configuración mutuamente regular. Esto proporciona un elemento, con un ángulo de corte bien definido, a través de toda la superficie.

30 Cuando las zonas transparentes individuales presenten, al menos en una dirección en el plano de la cara, una extensión que sea diez veces, como máximo, mayor que la extensión de las zonas esencialmente no transparentes que formen ángulo recto con la cara, está garantizado que la luz que presente pequeños ángulos de incidencia sea protegida, mientras que la luz que presente mayores ángulos de incidencia será capaz de atravesar el elemento.

35 Las zonas transparentes pueden estar dispuestas, en una forma de realización preferida, de modo que las zonas individuales, esencialmente no transparentes, presenten una extensión que sea menor que 10 mm al menos en una dirección en el plano de la cara. Esto significa que, cuando se mira con la sensibilidad de un ojo normal, serán prácticamente invisibles cuando se mire a distancias superiores a aproximadamente 33 m. Si la extensión es menor de 1 mm, las áreas serán correspondientemente invisibles cuando se miren desde distancias superiores a aproximadamente 3,3 m y si la extensión es menor que 100 μm , las áreas serán correspondientemente invisibles cuando se miren desde distancias superiores a aproximadamente 33 cm.

40 Las zonas esencialmente no transparentes del elemento óptico pueden consistir convenientemente en un material con una baja reflectividad, en donde la luz solamente, en una magnitud limitada, sea reflejada desde las superficies de las zonas esencialmente no transparentes. De este modo, se obtiene que la luz reflejada desde el elemento óptico no se haga dominante en relación con la luz desde las zonas próximas en las direcciones en donde el elemento no bloquee el paso de la luz. De este modo, está garantizado que la visión libre, en las direcciones en donde sea deseada, no esté bloqueada por las reflexiones desde el elemento óptico.

45 Mediante la configuración del elemento óptico como una película que se puede unir a una superficie en otro elemento óptico al menos parcialmente transparente, se obtiene una forma de realización conveniente, en donde el elemento puede estar dispuesto en, por ejemplo, los paneles de ventanas existentes de un edificio, con lo que se puede reducir, en una magnitud considerable, los costes de montaje para los edificios existentes.

50 La configuración del elemento óptico, como una parte integrante de un panel de ventana, permite una forma de realización que es particularmente conveniente en relación con nuevos proyectos de edificios, puesto que es, de este modo, posible simplemente montar paneles de ventana con el elemento óptico montado de forma integral en ellos.

Según una forma de realización particularmente preferida del elemento óptico, al menos una parte de las zonas esencialmente no transparentes está configurada para servir como un electrodo en una célula solar. De este modo, se obtiene el efecto adicional de que, además de la protección contra la luz solar directa desde el sol cuando está elevado en el cielo, el elemento óptico es también capaz de convertir la luz solar absorbida en energía eléctrica. De este modo, el elemento es capaz, a la vez, de reducir el calentamiento debido a la luz solar incidente, y por lo tanto, en sí misma la necesidad de refrigeración, y al mismo tiempo producir energía eléctrica que se puede utilizar, por ejemplo, para refrigeración del edificio. Desde un punto de vista global, se obtienen ahorros considerables en el consumo de energía de un edificio que tenga su origen en el calentamiento solar, al mismo tiempo que no se afecta desfavorablemente al clima interior en los recintos pertinentes.

Dicha célula solar puede ser convenientemente una célula solar foto-electroquímica, por ejemplo del tipo conocido como Células Solares Sensibilizadas por Colorantes Nanocristalinos (en forma abreviada nc-DSC) y en ese caso, las zonas esencialmente no transparentes pueden comprender un semiconductor en el que se adsorbe un colorante adecuado y se puede configurar para servir como foto-electrodo en la célula solar. Ejemplos de semiconductores adecuados incluyen un semiconductor de óxido metálico. Como alternativa, las zonas esencialmente no transparentes pueden comprender un material en partículas, eléctricamente conductor, y se puede configurar para servir como un contra-electrodo en la célula solar. El material en partículas puede ser, por ejemplo, grafito eléctricamente conductor, materiales semiconductores en partículas, por ejemplo, SnO_2 , materiales metálicos en partículas, tal como platino o mezclas de los materiales antes citados.

El elemento óptico puede estar, además, combinado con una función de célula solar por cuanto que las zonas esencialmente no transparentes comprenden superficies que están configuradas como células solares. Lo mismo que se indicó anteriormente, esto significa que el elemento óptico presenta, a la vez, un efecto de protección y un efecto de producción de energía. En este caso, las células solares se pueden configurar como células solares de película delgada.

La invención se describirá, a continuación, con mayor detalle, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

Las Figuras 1a-c representan un elemento óptico con aberturas circulares;

Las Figuras 2a-d representan un elemento óptico con aberturas alargadas;

La Figura 3 ilustra cómo un elemento óptico protege contra la luz con ángulos de incidencia específicos;

La Figura 4 ilustra la reflexión de la luz desde las lamelas de un elemento óptico;

Las Figuras 5a-c ilustran un elemento óptico, en donde se utilizan islas no transparentes;

Las Figuras 6a-c ilustran un elemento óptico en donde los canales se extienden en la anchura completa del elemento;

Las Figuras 7a-c ilustran un elemento óptico, en donde las lamelas individuales son de sección transversal triangular;

Las Figuras 8a-c ilustran un elemento óptico con lamelas inclinadas;

Las Figuras 9a-b ilustran una célula solar con un foto-electrodo configurado como una placa de trama según la invención;

La Figura 10 es una vista en sección a través de una célula solar con un contra-electrodo configurado como una placa de trama según la invención;

La Figura 11 ilustra un elemento óptico, en donde una capa de células solares está aplicada a la superficie y

La Figura 12 ilustra un elemento óptico con estructura irregular.

Las Figuras 1a-c ilustran un ejemplo de un elemento óptico 1. En el ejemplo ilustrado, el elemento 1 consiste en un material de placa o de película esencialmente no transparente, provisto de varias aberturas pasantes o aberturas 2 uniformemente distribuidas a través del área de la placa. Dicha placa con aberturas pasantes en una configuración regular se designará, en el texto que sigue, como una placa de trama. En el elemento óptico 1, representado en la Figura 1, las aberturas son circulares. La Figura 1a ilustra la placa 1 vista en una visión directa desde la parte frontal, mientras que la Figura 1b es una vista en sección a lo largo de la línea b-b en la Figura 1a. La Figura 1c ilustra el elemento óptico 1 observado en una vista en perspectiva. El elemento óptico 1, ilustrado en las Figuras 1a-c, se representa como un pequeño elemento con solamente 20 aberturas circulares en la placa. En la práctica, será frecuente la presencia de placas mucho mayores con bastantes más aberturas. En este caso, se utiliza la placa pequeña para ilustrar mejor la forma en que funciona el elemento óptico.

Si la placa de trama está constituida por un material absorbente o reflectante, se obtendrá una protección que es simétrica alrededor de la cara normal de la placa. Esto significa que la radiación entrante desde, por ejemplo, el sol será

absorbida y/o reflejada cuando forme un pequeño ángulo en relación con la placa de trama; por ejemplo, un ángulo más pequeño que el ángulo θ en la Figura 1b, mientras que la luz con ángulos mayores pasará directamente a través de las aberturas 2. Esto significa que el ángulo de visión a través de dicho elemento 1 está restringido solamente cuando se dirija hacia arriba a cada lado, si el elemento está dispuesto verticalmente, por ejemplo, en la fachada frontal de un edificio.

En lugar de las aberturas circulares, ilustradas en las Figuras 1a-c, es también una opción utilizar aberturas alargadas o canales 12, 13, según se ilustra en el elemento 11 de las Figuras 2a-d. Además en esta Figura, la Figura 2a representa la placa en una vista directa desde la parte frontal, mientras que la Figura 2b es una vista en sección a lo largo de la línea b-b ilustrada en la Figura 2a y la Figura 2c es correspondientemente una vista en sección a lo largo de la línea c-c ilustrada en la Figura 2a. La Figura 2d ilustra el elemento óptico 11, observado en una vista en perspectiva. Si estos canales 12, 13, están orientados con el lado más largo paralelo al horizonte, la luz que, en un plano vertical formando ángulo recto con la placa, forma un ángulo pequeño para la placa de trama, es decir, un ángulo menor que el ángulo θ_v en la Figura 2b, será absorbida y/o reflejada, mientras que la luz desde mayores ángulos pasará directamente a través de las aberturas 12, 13, en correspondencia exacta con los principios enseñados anteriormente en relación con la placa 1. Con respecto a la luz en un plano horizontal formando ángulos rectos con la placa, sin embargo, solamente la luz con un ángulo menor que el ángulo bastante más pequeño θ_h en la Figura 2c será absorbida y/o reflejada, mientras que la luz desde ángulos de incidencia mayores atraviesa directamente las aberturas; es decir, el ángulo de visión está decisivamente abierto hacia los lados, al mismo tiempo que se mantendrá la capacidad de la placa para la protección contra la luz solar cuando el sol esté alto en el horizonte.

Las condiciones más específicas se pueden describir por la anchura (A) de los canales, su profundidad (D) y el espesor (T) del material entre los canales, según se ilustra en la Figura 3 que corresponde a la Figura 2b. El material entre los canales se puede designar también como micro-lamelas. Según la óptica geométrica, una placa de trama con micro-lamelas, con una sección transversal rectangular, mantendrá su capacidad de protección contra la luz solar directa dada por la relación entre la profundidad de las lamelas y su distancia mutua (D/A). La luz que presente, en relación con la placa de trama, un ángulo de incidencia θ menor que el ángulo crítico $\theta_v = \arctan(D/A)$ incidirá sobre las lamelas de la placa de trama y de este modo, protegerá a la placa de trama completamente contra la luz directa. Cuando el ángulo de incidencia de la luz exceda de θ_v y se aumente, una parte incrementada de la luz incidirá entre las lamelas y de este modo, controlará el desplazamiento a través de la placa de trama. El paso máximo de la luz directa se obtiene cuando el ángulo de incidencia de la luz, en relación con la placa de trama, sea de 90° . En esta situación, el paso de la luz se determina exclusivamente en función de la magnitud de la placa de trama que está cubierta por el material entre los canales, es decir, la relación $T/(A+T)$. Para la luz con un ángulo de incidencia en relación con la placa de trama de entre θ_v y 90° , el paso de la luz viene determinado por la relación D/A , $T/(A+T)$ y el ángulo de incidencia θ de la luz. El paso de la luz que depende completamente de la configuración de la placa de trama a través de las dos variables sin dimensiones D/A y $T/(A+T)$, se puede deducir que la placa de trama descrita protege contra la luz solar directa de la misma manera que una persiana veneciana con las correspondientes lamelas macroscópicas.

Sin embargo, las persianas venecianas macroscópicas convencionales presentan el inconveniente sustancial de que, por supuesto, se pueden ver a simple vista y de este modo, bloquean la visión. Si, por el contrario, la placa de trama está configurada con lamelas microscópicas, se puede cambiar esta situación. La extensión microscópica de la configuración en la placa de trama posibilita proporcionar dichas cualidades a la placa de trama, que no se puede obtener para los productos de protección solar convencionales, tales como persianas venecianas y cortinas de lamelas, apareciendo la placa de trama, proporcionada con el diseño correcto, como una cara homogénea a través de la cual es posible detectar una imagen de las zonas circundantes situadas más allá. A continuación se describirá los requisitos que se refieren al tamaño y configuración geométrica de esta disposición y la capacidad de los materiales utilizados para absorber y reflejar la luz, incluyendo el denominado factor albedo (coeficiente de reflexión) de los materiales.

Una placa de trama aparecerá como una cara homogénea cuando la configuración sea tan pequeña que no se puedan detectar las lamelas individuales a simple vista. La capacidad de disolución del ojo se suele poder designar por la siguiente correlación empírica simple:

$$l = 3333,3 \cdot d, (1)$$

en donde l es la distancia al objeto y d es la magnitud del objeto observado. A una distancia de visión de 50 cm, el límite para la visibilidad es de aproximadamente $150 \mu\text{m}$ según la ecuación (1), lo que significa que un objeto con un área de extensión de $150 \mu\text{m}$ será invisible cuando se mire desde distancias superiores a 50 cm. Este límite se reduce a $90 \mu\text{m}$ cuando la distancia de visión se reduce a 30 cm. En condiciones normales, esto significará, por lo tanto, que un panel de ventana en el que está montada una placa de trama aparecerá, cuando se mira a una determinada distancia, como una cara homogénea, en donde las lamelas individuales no se pueden distinguir del fondo, si las lamelas presentan un espesor y una profundidad menores que aproximadamente $100 \mu\text{m}$.

En las descripciones antes citadas, el paso de la luz se describe, por motivos prácticos, con líneas rectas y óptica geométrica. Es un requisito previo de esta disposición que las áreas entre los canales horizontales, que presentaren la forma de lamelas microscópicas, tengan una extensión, en las tres dimensiones, que sea superior a un umbral crítico.

Una regla empírica establece que este umbral crítico es 10 veces la longitud de onda de la luz que, en la práctica, es 10 μm para la parte visible de la luz solar, cuyas longitudes de onda estén dentro del área de 400-700 nm. Si las dimensiones características de las lamelas son superiores a este umbral crítico, el paso de la luz a través de la placa de trama se puede describir, de este modo, con líneas rectas y óptica geométrica. Además, la difracción que se produce debido a la naturaleza ondulatoria de la luz y el carácter de la placa de trama, como una rejilla óptica, será mínima y en la práctica, insignificante. Se puede deducir de lo anterior, que las lamelas de la placa de trama se pueden configurar ventajosamente de modo que su profundidad (D), su espesor (T) y su extensión horizontal y distancia mutua (A) sean todas ellas superiores a 10 μm . Las lamelas que satisfagan este requisito en cuanto a su tamaño se designan microlamelas en el texto que sigue. Los elementos ópticos cuyas partes presenten dimensiones inferiores a este límite, sin embargo, se pueden utilizar también a este respecto; solamente las condiciones de cálculo se hacen más complejas.

Si, según se estableció con anterioridad, la configuración de la placa de trama presenta una extensión característica que sea aproximadamente 100 μm o menor y por consiguiente, sea invisible a la distancia de visión en cuestión, la impresión visual, a través de la placa de trama, no será dominada por su configuración y por lo tanto, un requisito previo primario para permitir la detección de una imagen a través de la placa de trama se ha cumplido con esta disposición. Otra consecuencia de la observación de una imagen a través de la placa de trama es también la luz introducida por la placa de trama como tal.

A través de una abertura en la que no esté montado el elemento óptico, un observador es capaz de ver una imagen del entorno circundante, debido a objetos en dicho entorno que reflejen una parte de la luz solar de forma difusa y la transmita en la dirección del observador. Esta reflexión se designa, en adelante, como la reflexión difusa formadora de imágenes desde el entorno circundante, cuya intensidad (*I_{image}*) depende de la eficacia con la que el entorno circundante refleje la luz solar y por lo tanto, la intensidad de la luz solar entrante. La condición para que un observador sea capaz de ver una imagen del entorno circundante es que la intensidad de la reflexión difusa formadora de imágenes, desde el entorno circundante que incide sobre el observador, sea dominante en relación con la intensidad de otra radiación de luz con la correspondiente dirección que incide sobre el observador. La condición para que el observador vea una imagen a través de la placa de trama es, de este modo, que la intensidad de la luz introducida por la placa de trama en la dirección del observador (*I_{raster plate}*) no sea dominante en relación con la intensidad de la luz formadora de imágenes. La calidad de la imagen observada dependerá de la relación de intensidad *I_{image}/I_{raster plate}*.

La placa de trama introduce dos fuentes posibles de radiación de la luz en la dirección de un observador presente en el recinto por detrás del panel de la ventana en el que está montada la placa de trama, por ejemplo, la luz reflejada desde las lamelas y la luz no reflejada por las lamelas, pero que se desplaza bastante a través de las lamelas sin ser completamente absorbida. La luz que incide sobre las lamelas será parcialmente reflejada y penetrará parcialmente en el material de las lamelas. La magnitud de la intensidad de la luz que es reflejada dependerá del factor *albedo* de las lamelas. La fracción de intensidad que no es reflejada cambiará su dirección hacia las lamelas, donde se absorbe gradualmente por el material de las lamelas.

La dirección de la luz reflejada depende del carácter de la superficie de las lamelas. Si la superficie de las lamelas es perfectamente plana, también a una escala microscópica, la luz se refleja de acuerdo con las normas fundamentales de la óptica geométrica que establecen que el ángulo de incidencia de la luz es igual al ángulo de reflexión de la luz, en donde ambos ángulos se miden en relación con el plano horizontal de la lamela. Sobre la base de estos principios geométricos simples, parecerá que la placa de trama, bajo las condiciones dadas, permitirá que la luz reflejada del primer orden pase cuando el ángulo de incidencia θ en relación con la placa de trama sea superior al ángulo $\theta_c = \arctan(D/(2 \cdot A))$. Esto se ilustra también en la Figura 4. En la misma manera, parecerá que la placa de trama permite a la luz reflejada del (n-1)^o orden para pasar cuando el ángulo de incidencia θ sea superior al ángulo $\arctan(D/(N \cdot A))$, en donde $n \geq 1$. La intensidad de la luz reflejada, que se permite pasar a través de la placa de trama dependerá de este modo, del ángulo de incidencia de la intensidad de luz solar, número de reflexiones, el factor albedo (ρ) de las lamelas y la configuración de las lamelas que de nuevo aparece a través de la relación sin dimensiones D/A.

Si, por el contrario, la superficie de las lamelas es perfectamente difusora, la reflexión de la luz se puede describir como aproximadamente uniforme en todas las direcciones. Desde un punto de vista geométrico, se puede demostrar, en este caso, que la parte de la intensidad de luz reflejada de forma difusa, a la que se permite pasar a través de la persiana, es independiente de la magnitud de las lamelas pero, por el contrario, dependerá de su geometría en la forma de la relación D/A. La magnitud de la luz reflejada, de forma difusa, a la que se permite atravesar la placa de trama, se aumenta cuando disminuye la relación D/A. Aparte de lo anterior, la magnitud de la luz a la que se permite pasar a través del elemento óptico dependerá, además, del ángulo de incidencia de la luz solar y del factor *albedo* de la lamela.

Con el fin de evitar que la luz se desplace a través del espesor de las lamelas sin ser completamente absorbida, las lamelas se pueden fabricar de un material o una combinación de materiales que tenga una absorción de la luz suficientemente alta, dentro del área de longitudes de onda pertinente de 400–700 nm. La absorción de la luz, en un material dado, se puede describir con la relación siguiente:

$$I(t) = I_0 \exp(-\beta \cdot t), \quad (2)$$

en donde $I(t)$ es la intensidad de la luz después de atravesar una distancia t a través del material, I_0 es la intensidad de la luz que penetra en el material y β es el coeficiente de absorción del material o coeficiente de extinción de la luz en el margen de longitudes de onda pertinentes. Como se ha indicado con anterioridad, el espesor (T) de las lamelas o en general, la distancia entre las aberturas en la placa de trama puede estar adecuadamente comprendido entre $10 \mu\text{m}$ y $100 \mu\text{m}$, lo que significa que la placa de trama se fabrica de un material que presenta un coeficiente de absorción para la luz visible en el margen entre los dos valores indicados a continuación:

$$\beta > 2,3 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-1} \text{ para } T = 10 \mu\text{m},$$

$$\beta > 2,3 \cdot 10^2 \text{ cm}^{-1} \text{ for } T = 100 \mu\text{m},$$

o, como alternativa, que la placa de trama está fabricada de una combinación de dos o más materiales que se combinan para proporcionar una absorción suficiente de la luz visible a través del espesor de la lamela, en caso de micro-lamela, lo anterior se puede realizar en tanto que las lamelas sean construidas alrededor de un núcleo metálico, puesto que los metales absorben efectivamente toda la luz a través de una distancia de $0,1 \mu\text{m}$.

Las placas de tramas, ilustradas en las Figuras 1 y 2, son meramente ejemplos de cómo se puede configurar una placa de trama según la invención. A continuación se examinarán varios ejemplos alternativos.

La placa 21, representada en las Figuras 5a-c, corresponde a la ilustrada en las Figuras 2a-d; sin embargo, en lugar de las aberturas alargadas 12, 13, los canales se definen, en este caso, por medio de varias "islas" no transparentes 22 que están unidas a una capa transparente 23, por ejemplo, en la forma de una película o una placa de vidrio. El funcionamiento es el mismo que para la placa 11, aunque una pequeña parte de la luz solar, cuando el sol está alto en el cielo, se permitirá que pase a través de las pequeñas aberturas entre las "islas" alargadas. Esto puede resultar ventajoso, puesto que será todavía posible detectar la localización del sol a través del elemento óptico, aunque, hasta ahora, se evite la parte principal de la radiación directa y por lo tanto, del calentamiento.

Si las aberturas 12, 13 en la placa 11 o las "islas" 22 en la placa 21 están configuradas para ser suficientemente largas para extenderse a través de toda la anchura de la placa, el resultado es como el de la placa 31 ilustrada en las Figuras 6a-c que consiste en varias lamelas 32 que corresponden a una persiana veneciana con lamelas horizontalmente dispuestas; solamente las lamelas están, en este caso, configuradas con un tamaño microscópico que aparecerá a partir de los principios anteriormente citados con respecto a las relaciones. Las lamelas 32 se ilustran con una sección transversal rectangular, pero según se representan en la placa 41 en las Figuras 7a-c, siendo también una opción utilizar lamelas 42 con una sección transversal triangular, lo que permite una mejor visión en sentido descendente sin deteriorar la protección de la luz solar. Por último, las Figuras 8a-c ilustran una placa 51 en la que se utilizan lamelas inclinadas 53. El funcionamiento corresponde al de la placa 41 con las lamelas triangulares pero, en este caso, una visión todavía mejor se proporciona en la dirección descendente. Las lamelas triangulares y anguladas proporcionan, además, la ventaja de que una gran parte de la luz reflejada desde las lamelas será reflejada hacia fuera, en lugar de hacia dentro, según se describió anteriormente, en donde podría influir en la impresión visual. Por lo tanto, estas formas de realización reducen, de forma considerable, el problema de la reflexión.

Como se indicó anteriormente, la totalidad de las placas de trama anteriormente descritas se distinguen por la extensión microscópica de las lamelas individuales, aberturas o "islas" que definen la configuración en las placas de trama. Por lo tanto, dichos elementos se pueden fabricar por medio de métodos micro-técnicos, tal como, por ejemplo, procesamiento de láser, grabado selectivo o procesamiento micro-técnico. Es una característica común de estos métodos que el grado de dificultad del proceso de fabricación aumenta dependiendo de la relación de detalle, de profundidad a espesor. Por lo tanto, el proceso de fabricación se puede facilitar mediante la selección de una relación T/D adecuada de las lamelas que por lo tanto, no debería, por razones de fabricación, superar un umbral crítico dado por el método de fabricación seleccionado. Por ejemplo, la placa de trama, como tal, puede estar situada, cuando se fabrica por uno de dichos métodos, sobre una película portadora transparente que posteriormente se puede unir a un panel de ventana en un edificio para obtener el efecto previsto. Según se proporciona, a modo de ejemplo, en el caso de la placa 21 ilustrada en la Figura 5, la película portadora puede ser también una parte del método de fabricación como tal. Como alternativa, la placa de trama así obtenida puede integrarse con un panel de vidrio permitiendo, de este modo, que el panel sea montado directamente en un edificio.

Según se mencionó con anterioridad, las placas de trama antes descritas se pueden utilizar como elementos de protección óptica, por ejemplo, contra una luz solar intensa, pero se pueden proporcionar, además, como una estructura monolítica que constituye una parte de una célula solar. La placa se puede fabricar como parte de un elemento, por ejemplo un sustrato, en donde la placa de trama y el sustrato pueden realizar otras funciones en relación con el funcionamiento de la célula solar. Por ejemplo, la placa de trama puede servir como electrodo posterior para un recubrimiento de silicio (Si) amorfo o la placa de trama puede ser un sustrato portador para un foto-electrodo nano-estructurado, en una célula solar foto-electroquímica, también designada como Células Solares Sensibilizadas por Colorantes nanocristalinos (en forma abreviada nc-DSC). Mediante este tipo de célula solar, la formación y transporte de portadoras de carga tienen lugar en materiales separados; sensibilizador y electrodo semiconductor, respectivamente.

Además, este tipo de célula solar contiene, a veces, componentes que no son sólidos. Este tipo de células solares y de métodos para su fabricación son bien conocidos.

5 Si una célula solar nc-DSC se combina con las placas de trama anteriormente descritas, es posible fabricar un panel de células solares que podría percibirse como parcialmente transparente, desde el punto de vista óptico, y que un usuario fuere capaz de mirar a través del mismo. Este tipo de panel de células solares se puede enmarcar, además, en la envolvente climática de un edificio y se puede utilizar como un elemento arquitectónico que reduce la cantidad total de luz entrante a través del panel de células solares.

10 Una célula solar nc-DSC consiste en un foto-electrodo y un contra-electrodo que están ambos en contacto electrónico con un electrolito normalmente líquido. El electrolito consiste en un par de iones de redox (oxidación-reducción) disueltos en un disolvente adecuado.

15 El foto-electrodo consiste en un material semiconductor, sobre el que se absorbe colorante que se puede excitar desde su estado de masa electrónica al recibir la iluminación. En condiciones normales, el material semiconductor está configurado de modo que el electrodo consiga una mayor área física y el material semiconductor y de este modo, el colorante antes citado, se lleve a contacto eléctrico con un material eléctricamente conductor que sirva como contacto para un circuito eléctrico exterior.

20 En condiciones normales, el contra-electrodo consiste en un material eléctricamente conductor, sobre el que se adsorbe un material catalíticamente activo. El funcionamiento del material catalítico es contribuir a la reducción del par de oxidación-reducción (redox) en el electrolito, mientras que el material conductor simplemente sirve como contacto para el circuito eléctrico exterior.

25 En general, la célula solar funciona por cuanto que uno de los fotones de la luz solar interacciona con el colorante adsorbido en la superficie del material semiconductor sobre el foto-electrodo y de este modo, incide un electrón en el colorante desde su estado original. Si este electrón obtiene, de este modo, un nivel de energía que supera el nivel de energía de la banda de conducción del material semiconductor, este electrón se puede inyectar en el material semiconductor. El electrón puede desplazarse, de este modo, a través del semiconductor y al conductor eléctrico que conecta el foto-electrodo al circuito eléctrico exterior. El colorante se reduce a su estado original recibiendo un electrón desde la forma reducida del par de iones que constituye el par de *redox* en el electrolito. El ión, así oxidado, se desplaza a través del electrolito a la superficie del contra-electrodo, en donde el ión se reduce todavía más recibiendo un electrón desde el contra-electrodo. La interacción del colorante con la luz solar producirá, de este modo, una tensión entre el foto-electrodo y el contra-electrodo y a condición de que ambos electrodos estén conectados al mismo circuito eléctrico exterior, puede circular corriente entre los electrodos antes citados y esta corriente se puede utilizar para realizar una actividad eléctrica en el circuito exterior.

40 Las Figuras 9a-b ilustran ejemplos de cómo se puede construir una célula solar 61, según la invención. La célula solar ilustrada utiliza un foto-electrodo configurado como una placa de trama correspondiente a la placa 31 representada en la Figura 6c. La Figura 9a ilustra la célula solar en una vista en perspectiva, mientras que la Figura 9b es una vista en sección a lo largo de la línea b-b en la Figura 9a. En la Figura 9a, las dos mitades de la célula se representan separadas entre sí para poder ilustrar mejor la estructura de la célula. Como se ilustra, la célula solar 61 consiste en dos mitades; una parte de foto-electrodo 62 y una parte de contra-electrodo 63, en donde el electrolito 64 está dispuesto entre las dos mitades.

45 El punto de partida para la célula solar es un sustrato de vidrio 65 recubierto con un revestimiento conductor transparente 66 y como opción, una malla de un material eléctricamente conductor. En el lado conductor del sustrato, se aplica una capa 67 de TiO_2 de nano-partículas, por ejemplo, una suspensión de polvo de TiO_2 comercial en disolvente adecuado. El espesor de la capa aplicada 67 debe exceder la profundidad de la lamela deseada; por ejemplo $> 20 \mu\text{m}$. La aplicación de esta capa de partículas de TiO_2 es una tecnología bien conocida en la fabricación de células solares de nc-DSC y se puede efectuar, por ejemplo, mediante rascado, serigrafía o un procedimiento similar.

50 Antes de que se seque la pasta de TiO_2 aplicada, la estructura de lamela deseada se puede realizar mediante el revestimientos 67 que es objeto de raspado con un medio de corte particular previsto a tal respecto que presenta una cuchilla con un perfil que corresponde a una impronta negativa de la forma deseada. Con esta simple técnica, es posible eliminar esencialmente el material entre las nervaduras que se desea formar. De este modo, es posible la formación de un perfil, por ejemplo, correspondiente a la placa de trama 31 ilustrada en la Figura 6. La distancia entre las nervaduras (A) puede ser, por ejemplo, de $50 \mu\text{m}$, el espesor de las nervaduras (T) de $10 \mu\text{m}$ y la profundidad de las nervaduras (D) de $20 \mu\text{m}$.

60 Desde aquí en adelante la formación de la célula solar de nc-DSC es la habitual para este tipo de células. Las etapas más esenciales son la sinterización térmica del electrodo construido 67 a una temperatura máxima de 450°C ; la formación de un contra-electrodo 68 sobre un sustrato separado de vidrio o de materias plásticas 69, en donde se proporciona, como sobre el sustrato de vidrio 65, un revestimiento conductor transparente 70; la impregnación del foto-electrodo con sensibilizador adecuado; el montaje de un foto-electrodo y de un contra-electrodo con un sellado de borde adecuado y por último, la carga de un electrolito líquido 64. La secuencia dada de estos procesos se puede desviar en

65

respuesta a la selección de la técnica de fabricación y sellado de borde para el catalizador en el contra-electrodo. Mediante el proceso dado, ambos substratos presentan, convenientemente, capacidades sustentadoras mecánicamente suficientes para evitar que deforme la estructura así formada en el foto-electrodo, y se utiliza un catalizador transparente en el contra-electrodo, por ejemplo, un revestimiento de estaño-platino.

5 En este ejemplo, el efecto de protección contra la luz solar se origina en el foto-electrodo y en consecuencia, este material debería presentar, según se indicó anteriormente, un coeficiente de extinción superior a aproximadamente $2 \cdot 10^3 \text{ cm}^{-1}$ a través del espectro visible. Este requisito se cumple por el TiO_2 sensibilizado por el colorante en nano-partículas.

10 Con las dimensiones anteriormente indicadas, la estructura de la lamela permite que la atraviese más del 50 % de la luz indirecta procedente del entorno circundante y además, la intensidad de la luz pasante, formadora de imágenes, procedente del entorno circundante es más de dos veces la intensidad de la reflexión difusa de las lamelas, si el factor de *albedo* (ρ) de la lamela es inferior a aproximadamente 0,18. Además, la relación de la profundidad de las lamelas con respecto a su espesor es menor que 3, lo que proporciona una capacidad de producción razonable.

15 La Figura 10 es una vista en sección a través de otra célula solar 71, en donde es, sin embargo, el contra-electrodo el que está configurado como una placa de trama correspondiente a la placa 31 en la Figura 6c. Esta vez, asimismo, es una célula solar de nc-DSC la que es, en este caso, fabricada estructurando el contra-electrodo. Como parecerá evidente, también la célula solar 71 consiste en dos mitades; una parte de foto-electrodo 72 y una parte de contra-electrodo 73, en donde un electrolito 74 está dispuesto entre las dos mitades. La fabricación tiene su punto de partida en un substrato transparente 75, por ejemplo, de vidrio o de materias plásticas. Éste se aplica con una película gruesa de grafito eléctricamente conductor 76 (como opción, con una capa conductora interpuesta 77 de un material transparente). Dicha operación se puede realizar mediante la aplicación de una pasta de partículas de grafito en una suspensión adecuada, por ejemplo, acetato de butilo o similar. La fabricación de dichas emulsiones sobre substratos planos es conocida. La aplicación se puede realizar raspando, mediante rodadura o métodos similares.

El electrodo de grafito así formado 76, sobre el substrato en cuestión, constituye un revestimiento electrónicamente conductor y catalíticamente activo que puede servir como contra-electrodo en una célula solar de nc-DSC.

30 La formación de la estructura del contra-electrodo 76 se puede realizar en la forma descrita para el foto-electrodo anterior mediante retirada mecánica del recubrimiento de grafito, de modo que aparezca la geometría deseada, o se puede realizar mediante la retirada del recubrimiento de grafito por medio de un láser. En caso de procesamiento por láser del electrodo de grafito, la zona iluminada se transforma a CO y CO_2 si el procesamiento tiene lugar en una atmósfera que contenga oxígeno. El procesamiento por láser es una técnica conocida dentro del sector del procesamiento y se caracteriza por su alta velocidad y precisión.

35 El contra-electrodo se conforma de modo que adopte la geometría deseada 76 y constituya, por sí mismo, el elemento direccionalmente selectivo de la célula solar.

40 En este ejemplo, el foto-electrodo 78 se puede realizar exactamente en la forma usual para este tipo de células solares; todo lo que requiere es que el electrodo se pueda fabricar a partir de nano-partículas completamente dispersas que constituyan una película no visible sobre el substrato. El punto de partida es un substrato transparente 79, por ejemplo, vidrio. El vidrio se recubre con una capa eléctricamente conductora, por ejemplo una capa de TCO y como opción, una malla eléctricamente conductora 80. A continuación, se añade una película gruesa 78 de partículas de TiO_2 nano-cristalinas, de las cuales ninguna partícula debe ser mayor que aproximadamente 30 nm. Estas partículas son considerablemente más pequeñas que la longitud de onda de la luz visible y por lo tanto, parecen ser transparentes a condición de que las partículas estén suficientemente dispersas. El espesor del foto-electrodo debe ser aproximadamente de 10 μm , lo que se puede obtener por los métodos habituales.

50 La aplicación de sensibilizador sobre el foto-electrodo, el montaje del foto-electrodo y del contra-electrodo, el sellado y la adición de electrolito 74 se puede realizar por las rutinas usuales que dependen de la elección exacta de material.

55 En los ejemplos anteriormente mencionados, el par de elementos ópticos sensibles al ángulo de incidencia adopta la forma de una placa de trama como una parte integrante de una célula solar, por ejemplo, un foto-electrodo o un contra-electrodo en una célula solar nc-DSC. Debe hacerse constar que, por supuesto, es también una opción permitir que una parte de la placa de trama solamente sirva como electrodo en una célula solar, mientras que el resto de la placa de trama sea, entonces, para funcionar simplemente como elemento de protección según se describió anteriormente.

60 Además, es una opción disponer de una o más células solares sobre la superficie de dicha placa de trama, en donde la placa de trama, además de proporcionar el efecto de sensible al ángulo, simplemente funciona como el elemento sustentador para la célula solar. En este caso, es posible utilizar, por ejemplo, células solares fabricadas por medio de la técnica de películas delgadas, que difiere considerablemente, desde un punto de vista tecnológico, de los tipos convencionales. Las células solares de película delgada comprenden una muy amplia gama de diferentes tipos, por ejemplo, célula solar de silicio microcristalino, silicio amorfo o de tipo CIS (conductor-aislador), por ejemplo CIGS (Cobre-Indio-Galio-Seleniuro) o GaAs (Arseniuro de Galio).

65

Un ejemplo de lo anterior se representa en la Figura 11, que ilustra una unidad 81 que comprende una placa de trama 82, sobre cuya superficie se aplica una capa de célula solar. La placa de trama 82 se representa, en este caso, con cortes rectangulares 83, pero a parte de ello corresponde a la placa 11 representada en las Figuras 2a-d. La placa de trama 82 está dispuesta sobre un substrato transparente 84, y la propia placa de trama se puede fabricar con un punto de partida en un material ópticamente bloqueante, por ejemplo, materias plásticas, cerámica, metal o sus combinaciones. Este material se puede procesar según se describe más adelante, de modo que los cortes rectangulares estén formados presentando la forma y tamaño que se desea. De este modo, la rejilla 82 se forma de modo que presente la propiedad de sensible al ángulo. La rejilla 82 es posteriormente recubierta con un revestimiento eléctricamente conductor 85 y uno o más recubrimientos que se combinan para constituir un material activo de célula solar 86. Además, puede ser necesario añadir una capa de revestimiento conductor transparente 87 y una rejilla de líneas delgadas fabricada a partir de un material eléctricamente conductor 88. En condiciones normales, será necesario situar la célula solar sensible al ángulo fabricada de este modo, entre dos substratos transparentes, en donde además del substrato transparente 84, un substrato correspondiente estará también dispuesto sobre el lado opuesto de la unidad.

El material a partir del que se fabrica la placa de trama ha de cumplir los requisitos anteriormente establecidos para el coeficiente de extinción. Para la mayor parte de los materiales metálicos o cerámicos, este requisito se cumplirá fácilmente con todos los espesores prácticamente utilizables. El procesamiento del material con miras a obtener la estructura deseada se puede realizar mediante un procesamiento micro-mecánico, por ejemplo, mecanizado por chispa o procesamiento láserico de materiales metálicos. Para los materiales que se pueden describir como dúctiles, el procesamiento se puede realizar mediante grietas de punzonado de bordes de la longitud deseada y posteriormente, estiramiento del material transversalmente a las grietas. De esta manera, se puede formar una configuración regular.

Si se utiliza un material cerámico estructurado, la fabricación se realiza mediante laminado de una película cerámica para un espesor que corresponda a la geometría deseada, por ejemplo, 200 μm . Se perfora mecánicamente mediante punzonado, mientras que la película es todavía utilizable (pieza de trabajo no sinterizada). La perforación puede tener una anchura de, por ejemplo, 200 μm y una longitud que supere considerablemente esta dimensión, por ejemplo 1 mm. La pieza bruta/no acabada de cerámica así estructurada es posteriormente sinterizada en una forma convencional, después de lo cual se aplican pistas conductoras, revestimientos de barreras y materiales activos de célula solar, por ejemplo, silicio microcristalino, de conformidad con los métodos usuales.

Otra opción consiste en utilizar un material polimérico. La fabricación de una pieza polimérica estructurada se puede realizar mediante moldeo por micro-inyección, procesamiento láserico o punzonado mecánico. Es posible utilizar un material polimérico coloreado en la masa o un material transparente en el que se aplique un recubrimiento no transparente después de la perforación. Posteriormente, el material se puede utilizar como punto de partida para la fabricación de células solares de película delgada, según los métodos usuales, por ejemplo, mediante el uso de procesos de baja temperatura.

Si se utiliza un material metálico, un ejemplo concreto es el procesamiento láserico de una hoja de aluminio con un espesor de 10 μm . Con el láser es posible formar canales en la hoja que presenten una anchura de 10 μm , en donde la longitud de los canales exceda en bastante magnitud la anchura. La película así estructurada se puede utilizar posteriormente como una pieza para aplicación de una célula solar de película delgada, por ejemplo, silicio microcristalino, silicio amorfo o una célula solar de tipo CIS (conductor-aislador), por ejemplo CIGS (Cobre-Indio-Galio-Seleniuro) o GaAs (Arseniuro de Galio). Prescindiendo del tipo seleccionado, la posterior fabricación de la célula solar seguirá las técnicas y métodos que son habituales para la fabricación del tipo seleccionado de célula solar. En este caso, en donde se utiliza una rejilla que se fabrica a partir de un material metálico, el revestimiento conductor 85 no es un requisito previo, puesto que la propia rejilla posee esta propiedad.

En cada uno de los casos anteriores, puede ser necesario proporcionar varios revestimientos entre la rejilla y el material activo de célula solar. La necesidad de estos recubrimientos se determina por la construcción exacta de la célula solar, en donde casos particulares pueden dictar una necesidad de recubrimientos de barrera y elementos similares. No se incluyen en las ilustraciones presentadas. Asimismo, la capa de célula solar, como tal, puede ser una combinación de varias capas.

En las formas de realización anteriormente descritas, las zonas transparentes y no transparentes del elemento óptico están dispuestas en una configuración mutuamente regular, por ejemplo, de modo que todas las aberturas sean del mismo tamaño y estén dispuestas con la misma distancia mutua. Sin embargo, nada impide el uso de una estructura más irregular, en donde, por ejemplo, aberturas de diferentes tamaños estén dispuestas, de forma más aleatoria, entre sí, si solamente se continúan satisfaciendo los restantes requisitos de invisibilidad, etc. Dicha estructura irregular presentará, además, la ventaja de que la transición entre los ángulos, en donde a la luz se le permite desplazarse a través del elemento óptico y los ángulos, en donde queda bloqueado el paso de la luz, se hace menos brusca. En el caso de pequeñas dimensiones, también el elemento óptico se hará menos sensible a los fenómenos de difracción. Un ejemplo de dicho elemento óptico se representa en las Figuras 12a-b, donde la Figura 12a ilustra la placa vista desde la parte frontal, mientras que la Figura 12b es una vista en sección a través de la línea b-b representada en la Figura 12a.

A parte de los métodos ya mencionados, un elemento tal como el ilustrado en la Figura 12 se puede fabricar también en una diversidad de formas, tales como por reproducción fotográfica, en un proceso de espumación o mediante perlas que se dispersan a través de una superficie después de lo cual se unen mediante sinterización en el vidrio. Ejemplos de este método se describirán a continuación. Es una propiedad caracterizante de los elementos obtenidos en varios de estos métodos de fabricación que la situación y tamaño de las aberturas, así formadas, no se pueden describir por medio de un factor único, sino que más bien han de percibirse como una distribución estadística durante un intervalo y a través de una cara. Tanto la distribución de tamaños como la distribución a través de la cara dependen de los métodos de fabricación seleccionados. Mediante estos métodos, solamente será posible definir el ángulo de protección como una distribución, que está, en la Figura 12, simbolizada por los ángulos θ_1 y θ_2 . El producto presentará también la misma propiedad macroscópica que el elemento de protección de la luz, aunque la transición desde la incidencia a la protección estará menos bien definida que lo era en el caso de las configuraciones regulares anteriormente descritas.

Un ejemplo de la fabricación de dicho elemento óptico irregular es la reproducción fotográfica, que es un método de fabricación que puede ser de interés cuando lleve a la producción masiva de elementos. En este caso, será normalmente una geometría controlada, es decir, la geometría puede muy bien ser irregular, por ejemplo en la forma de aberturas de diferentes tamaños, pero seguirán estando bien definidos por anticipado.

Un elemento de protección, con geometría controlada se puede proporcionar por técnicas fotográficas, por ejemplo mediante litografía por rayos X o radiación ultravioleta. El elemento se puede proporcionar sobre un sustrato de materias plásticas flexibles o sobre un sustrato sólido, por ejemplo vidrio. El elemento puede proporcionarse, por ejemplo, mediante aplicación de una resina absorbente de la luz, sobre un sustrato adecuadamente seleccionado, en una capa correspondiente al espesor de la protección deseada. Esta capa es objeto de curado con la configuración deseada exponiendo la resina a la radiación a través de una malla con la configuración deseada, por ejemplo, mediante irradiación de rayos X o de luz ultravioleta. De este modo, la resina es curada en las zonas radiadas, mientras que las zonas no radiadas se pueden eliminar posteriormente mediante inmersión de la cara completa en un disolvente adecuadamente seleccionado.

El elemento de protección, así obtenido, no es por sí mismo activo como célula solar; será más bien exclusivamente un elemento pasivo de protección solar. Como alternativa, el método anteriormente mencionado se puede utilizar para desmollar una capa de metal que podrá posteriormente utilizarse para la fabricación de una protección solar activa de células solares. Lo anterior se puede realizar por el método siguiente.

Este proceso toma como su punto de partida una hoja metálica, por ejemplo, cobre u otro metal de 50–75 μm . El metal se aplica sobre ambos lados con una capa de pintura foto-activa que puede ser objeto de curado mediante irradiación con rayos ultravioleta, irradiación con rayos X o un procedimiento similar. Esta pintura es objeto de curado por irradiación a través de una malla correspondiente a la geometría que se desea reproducir en el producto y la pintura sin curado se elimina siguiendo los procedimientos habituales en estas técnicas. También se dispone de un proceso inverso, en donde es la pintura curada la que posteriormente se eliminará; este método es equivalente al otro y la única diferencia reside en que es necesaria una radiación a través de una malla correspondiente a una impronta negativa de la estructura deseada. Después de la eliminación de la pintura en las zonas seleccionadas, la superficie de cobre expuesta se elimina mediante grabado químico con un agente grabador adecuado, mientras que la parte de la cara de cobre que está protegida por el barniz permanece inalterada. Después del grabado químico, el barniz curado aplicado se elimina por los métodos habituales y aparecerá la estructura de cobre pura con la configuración deseada. Esta cara de cobre se puede utilizar posteriormente como soporte para una célula solar de película delgada del tipo CIGS, por ejemplo, en donde la aplicación de las capas en la célula CIGS tiene lugar de forma electrolítica o mediante métodos de deposición de vacío usuales (deposición química de vapor o deposición física de vapor). La célula solar de película, así obtenida, es posteriormente laminada en vidrio o materias plásticas. Esta operación se puede realizar también mediante técnicas de laminación usuales.

En las técnicas anteriormente citadas, constituye una opción utilizar otros metales distintos al cobre, por ejemplo, silicio, con tal de que cumpla dicho metal los requisitos de que sea adecuado para el procesamiento adicional en célula solar y que sea capaz de tolerar el proceso químico mediante técnicas de grabado adecuadas. Asimismo, es, por supuesto, también una opción emplear otras células solares de película delgada a parte de las de CIGS, p.e., silicio amorfo, CdTe u otras combinaciones. Las células solares anteriormente descritas, en donde el foto-electrodo o el contra-electrodo está configurados como un elemento óptico según la invención puedan, por supuesto, fabricarse también con dicha estructura irregular controlada.

Están también disponibles métodos de fabricación, en donde la estructura irregular no está controlada ni bien definida por anticipado. A continuación se describirán algunos ejemplos en donde la microestructura reguladora de la luz deseada, en el elemento óptico, se proporciona por mecanismos que no implican directamente el procesamiento mecánico u óptico de la estructura, considerándose como ejemplo la fabricación de una célula solar nc-DSC reguladora de la luz, en donde el foto-electrodo de la célula solar constituya el elemento regulador de la luz.

Un foto-electrodo estructurado se puede proporcionar por métodos sin trabajo mecánico directo en un proceso de espumación de una pasta constituida por partículas de TiO_2 . La espumación se proporciona mezclando partículas de

TiO₂ con un sistema aglutinante polimérico adecuado. La sustancia mezclada se puede espumar por varios métodos que son todos ellos técnicas conocidas para la espumación de estructuras poliméricas, por ejemplo, adición de un reactivo que genera una reacción formadora de gas con un componente polimérico o insuflando un gas inerte en la mezcla polimérica. La sustancia así espumada se dispersa a través de un sustrato adecuado, por ejemplo, vidrio, con un revestimiento conductor y el espesor de la capa así dispersa se ajusta al espesor deseado del foto-electrodo acabado. La dispersión se puede realizar mediante un laminado con un cilindro liso estacionario o la tecnología conocida similar. Después del curado del agente ligante, se elimina por descomposición térmica y deja una superficie micro-estructurada que corresponde a las cavidades que se formaron originalmente en el proceso de espumación. Debido a la tensión superficial del líquido, el proceso de espumación dará lugar a que la capa superior del electrodo esté aproximadamente cerrada. Por lo tanto, es necesario que la capa más superior del electrodo, así fabricado, se elimine por un procesamiento mecánico adecuado a través de la cara completa, por ejemplo, mediante un proceso de cepillado o de enarenado.

Mediante este método, el tamaño de las cavidades formadas debe ser mayor que el espesor del electrodo acabado, de modo que se aplique una capa excesivamente gruesa que puede posteriormente eliminarse por medios mecánicos. Aplicando este método, el tamaño de las aberturas en la estructura se puede controlar dentro de un intervalo y por lo tanto, el método proporciona como resultado un producto que presenta más de un ángulo de corte para la luz directamente incidente. El paso de la luz a través de la estructura se puede describir, de este modo, describiendo la geometría de las porosidades estadísticamente mediante un tamaño normalizado y la correspondiente dispersión.

Una superficie estructurada se puede obtener también mediante la fabricación de una suspensión de nano-partículas de TiO₂ y añadiendo una cantidad adecuada de partículas uniformes con geometría y tamaño bien definidos, por ejemplo, en forma de perlas. Estas partículas pueden obtenerse a partir de, por ejemplo, cera, un polímero u otro material combustible o fácilmente convertible. El tamaño de las partículas añadidas se selecciona de modo que excedan ligeramente el espesor deseado del electrodo acabado. A continuación, se utiliza la mezcla descrita para la fundición de una película sobre un sustrato adecuado y esta película se dispersa de modo que quede una mono-capa de las partículas añadidas citadas por detrás de ella. Después del secado y de un curado opcional, el agente ligante y las partículas añadidas se eliminan por tratamiento térmico. Al mismo tiempo, las partículas de TiO₂ de los electrodos se sinterizan entre sí. Para poder garantizar una estructura abierta, la capa superior de esta película se elimina por un procesamiento mecánico adecuadamente seleccionado. De esta manera, es posible obtener una superficie micro-estructurada. Este método implica solamente el control indirecto de la posición de estas aberturas, pero será tal que, en caso de que se añada una cantidad suficiente de partículas, por ejemplo perlas de un tamaño uniforme a la mezcla, se dispondrán de forma casi regular en una configuración aproximadamente triangular.

Una variante en la fabricación de una superficie cerámica estructura se consigue aplicando sobre un sustrato adecuado, por ejemplo vidrio, una matriz polimérica con una geometría correspondiente a un relieve negativo de la estructura deseada a obtener en el material cerámico. Se puede proporcionar, por ejemplo, rellenando la superficie con partículas en forma de perlas de materias plásticas de bajo punto de fusión, cera o compuestos similares, de modo que formen una monocapa. El sustrato es posteriormente calentado con miras a adherir las partículas en la estructura mediante fusión y formando una cara plana entre las partículas y el sustrato. A continuación, se aplica una suspensión de TiO₂ o de grafito sobre la parte superior y entre la estructura polimérica y se realiza el secado de la suspensión. A continuación, la estructura polimérica se elimina mediante un tratamiento térmico adecuadamente seleccionado. De este modo, es posible formar una cara con una geometría bien definida.

Los métodos anteriormente mencionados se pueden utilizar para la fabricación de película que constituyan el contra-electrodo o el foto-electrodo en una célula solar de nc-DSC, o se pueden utilizar para establecer la estructura de materiales activos de células no solares, tal como revestimientos inorgánicos de cerámicas, metales o similares. En este último caso, el producto es simplemente un protector solar.

Aunque formas de realización preferidas de la presente invención han sido descritas e ilustradas, la invención no está limitada a dichas formas de realización sino que puede asumir otras configuraciones dentro del alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Elemento óptico (1; 11; 21; 31; 41; 51; 61; 71; 81) en la forma de una cara al menos parcialmente transparente que comprende tantas zonas transparentes (2; 12, 13) como zonas esencialmente no transparentes (32; 42; 52), en donde:
- 5 - las zonas transparentes (2; 12, 13) están dispuestas una suficientemente cerca de la otra para que las zonas individuales, intermedias y esencialmente no transparentes (32; 42; 52) sean esencialmente invisibles a simple vista, al menos cuando el elemento se mira desde una distancia dada que es, sin embargo, igual o inferior a las distancias en una instalación interior y
- 10 - las zonas esencialmente no transparentes (32; 42; 52) están dispuestas una suficientemente cerca de la otra y presentan una extensión suficiente para formar ángulos rectos con la cara para las zonas transparentes intermedias (2; 12, 13) que presentan una relación de profundidad /anchura que hace al elemento óptico permitir, en un punto dado en la cara, el paso de la luz que tenga ángulos de incidencia dados, mientras que la luz que presente otros ángulos de incidencia sea incapaz de atravesar el elemento óptico en el punto en cuestión,
- 15 caracterizado porque el elemento óptico está provisto como una estructura monolítica (67; 76; 82) que constituye al menos una parte de una célula solar.
2. Un elemento óptico, según la reivindicación 1, caracterizado porque las zonas esencialmente no transparentes constituyen una cara continua, de modo que las zonas transparentes aparezcan como aberturas (2; 12, 13) en esta cara.
- 20 3. Un elemento óptico, según la reivindicación 2, caracterizado porque las aberturas (12, 13) son alargadas, de modo que presentan, en una dirección dada en el plano de la cara, una extensión que sobrepasa considerablemente la extensión en una dirección en ángulo recto con ella en el plano de la cara.
- 25 4. Un elemento óptico, según la reivindicación 1, caracterizado porque dichas áreas transparentes constituyen una cara continua, de modo que las zonas esencialmente no transparentes aparecen como islas (22) en esta cara.
5. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las zonas transparentes y las zonas esencialmente no transparentes están dispuestas en una configuración mutuamente regular.
- 30 6. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las zonas transparentes individuales presentan, al menos en una dirección en el plano de la cara, una extensión (A) que es, como máximo, 10 veces la extensión (D) de las zonas esencialmente no transparentes que forman ángulo recto con la cara.
- 35 7. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque las zonas transparentes están dispuestas de modo que las zonas individuales, intermedias, esencialmente no transparentes, presenten una extensión (T) que es, al menos en una dirección en el plano de la cara, inferior a 10 mm.
- 40 8. Un elemento óptico, según la reivindicación 7, caracterizado porque las zonas transparentes están dispuestas de modo que las zonas individuales, intermedias, no transparentes, presenten una extensión (T) que es, al menos en una dirección en el plano de la cara, inferior a 1 mm.
- 45 9. Un elemento óptico, según la reivindicación 8, caracterizado porque las zonas transparentes están dispuestas de modo que las zonas individuales, intermedias, esencialmente no transparentes presenten una extensión (T) que, al menos en una dirección del plano de la cara, sea inferior a 100 μm .
- 50 10. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque las zonas esencialmente no transparentes consisten en un material con una baja reflectividad, de modo que la luz sea, solamente en una magnitud limitada, reflejada desde las superficies de las zonas esencialmente no transparentes.
- 55 11. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque está configurado como una película que se puede unir a la superficie de otro elemento óptico al menos parcialmente transparente.
12. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque está configurado como una parte integrante de un vidrio.
- 60 13. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque al menos una parte de las zonas esencialmente no transparentes están configuradas para funcionar como un electrodo (67;76) en una célula solar (61;71).
14. El elemento óptico, según la reivindicación 13, caracterizado porque la célula solar (61;71) es una célula solar foto-electroquímica

15. El elemento óptico, según la reivindicación 14, caracterizado porque las zonas esencialmente no transparentes comprenden un semiconductor, en donde se adsorbe un colorante apropiado y están configuradas para funcionar como un foto-electrodo (67).
- 5 16. El elemento óptico, según la reivindicación 14, caracterizado porque las zonas esencialmente no transparentes comprenden un material de partículas eléctricamente conductor y están configuradas para funcionar como un contra-electrodo (76).
- 10 17. Un elemento óptico, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque las zonas esencialmente no transparentes comprenden superficies (86) que están configuradas como células solares.
18. El elemento óptico, según la reivindicación 17, caracterizado porque las células solares (86) están configuradas como células solares de película delgada.
- 15 19. Una célula solar que comprende un elemento óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en donde el elemento óptico está adaptado para permitir el paso para la luz que atraviesa la célula solar y que presenta ángulos de incidencia dados, mientras que la luz que tenga otros ángulos de incidencia es incapaz de atravesar la célula solar

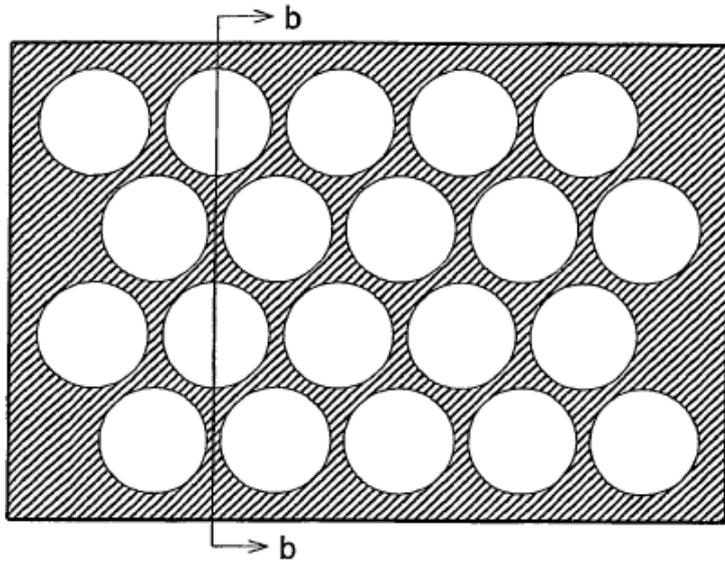


Fig. 1a

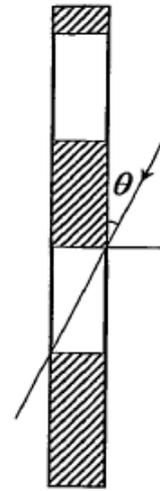


Fig. 1b

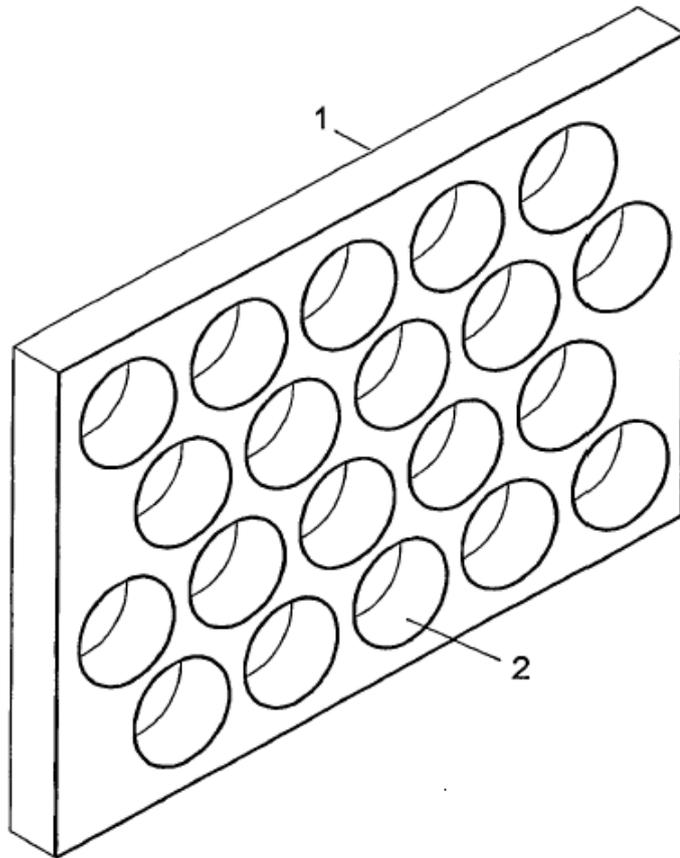


Fig. 1c

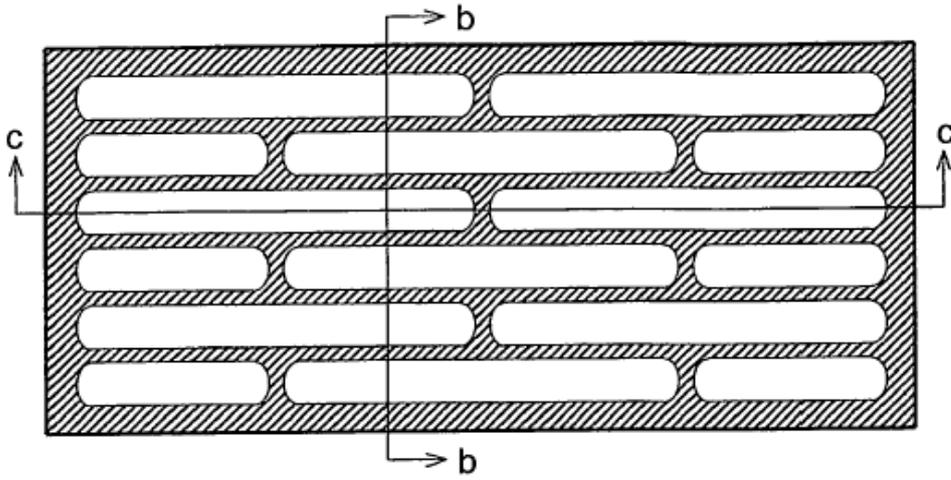


Fig. 2a

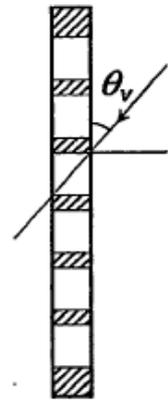


Fig. 2b

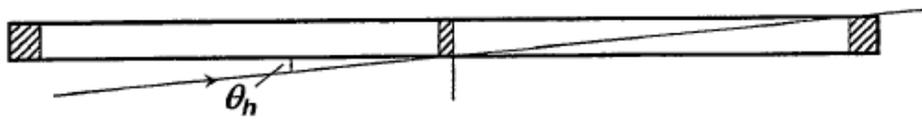


Fig. 2c

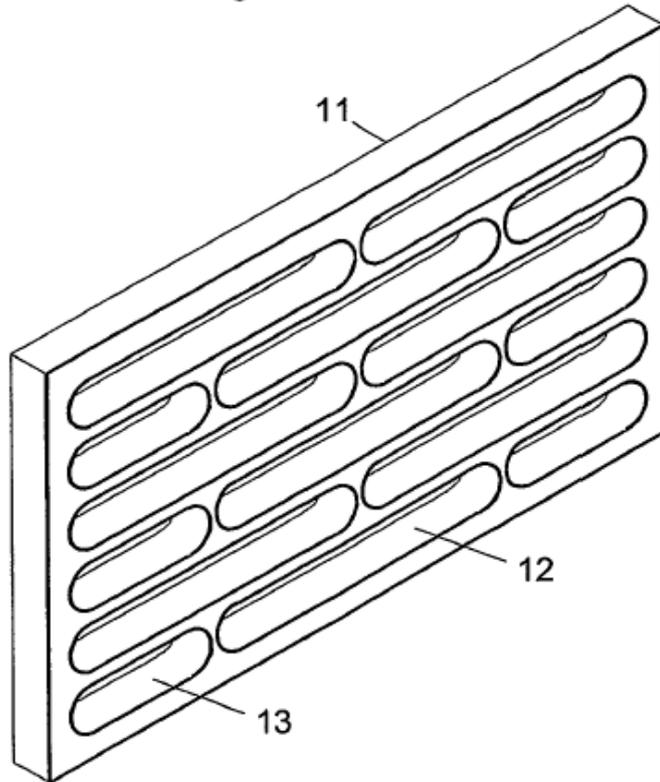


Fig. 2d

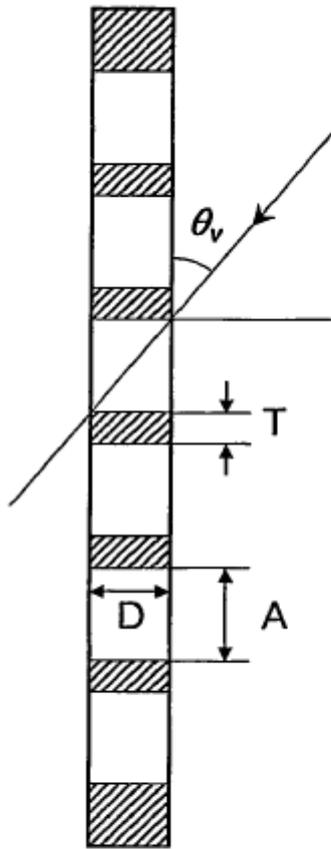


Fig. 3

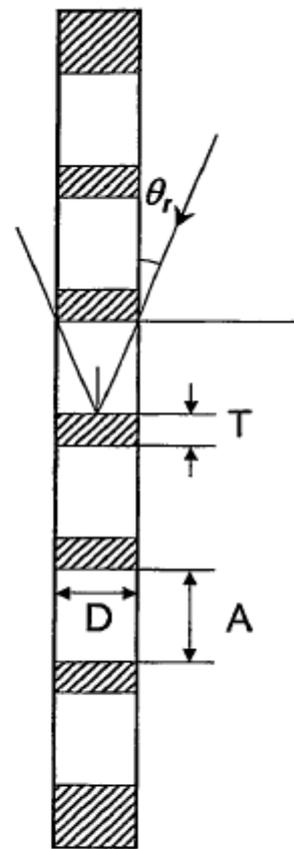


Fig. 4

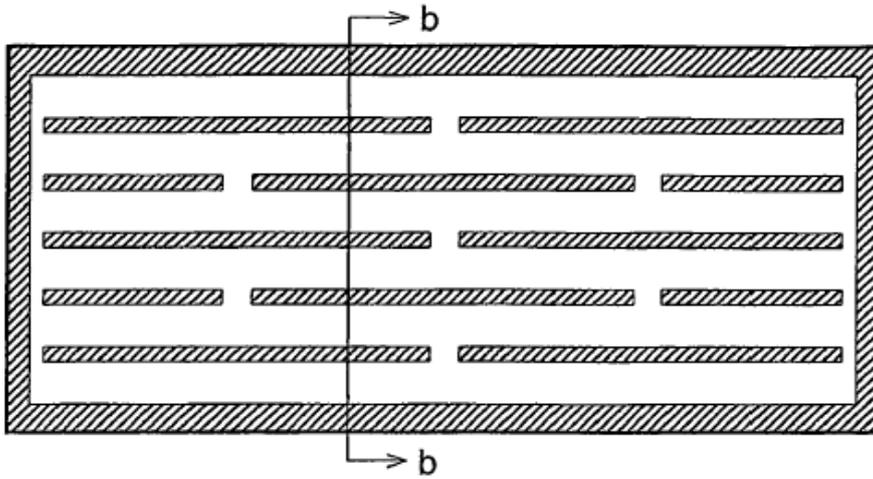


Fig. 5a

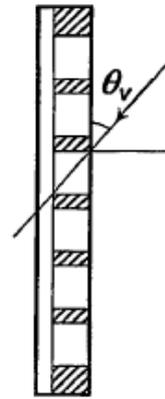


Fig. 5b

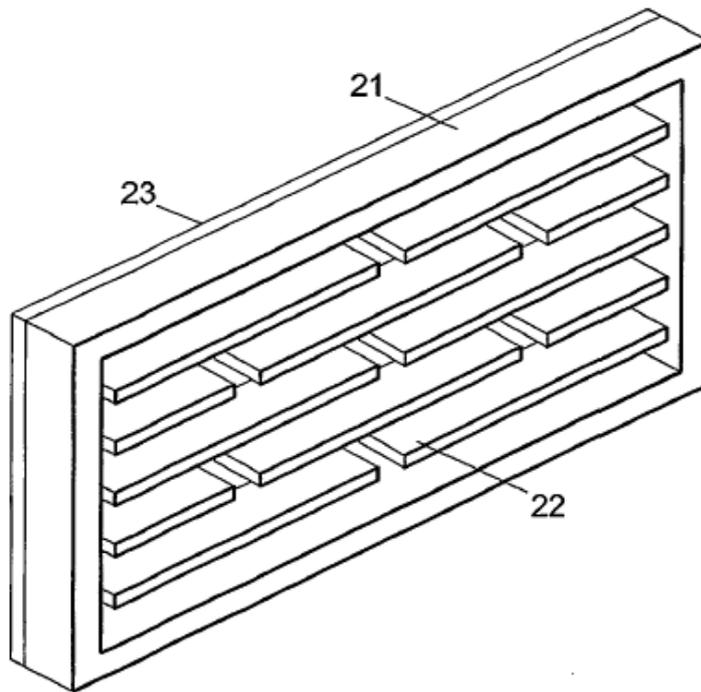


Fig. 5c

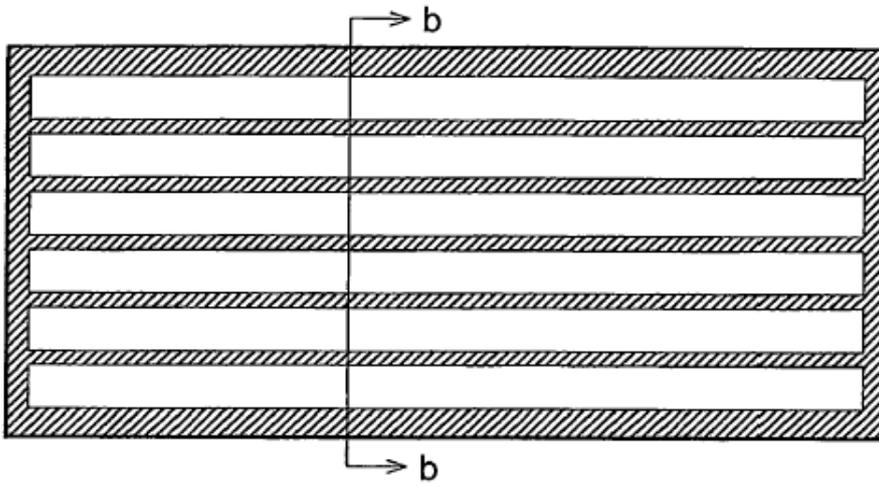


Fig. 6a

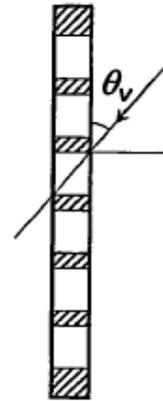


Fig. 6b

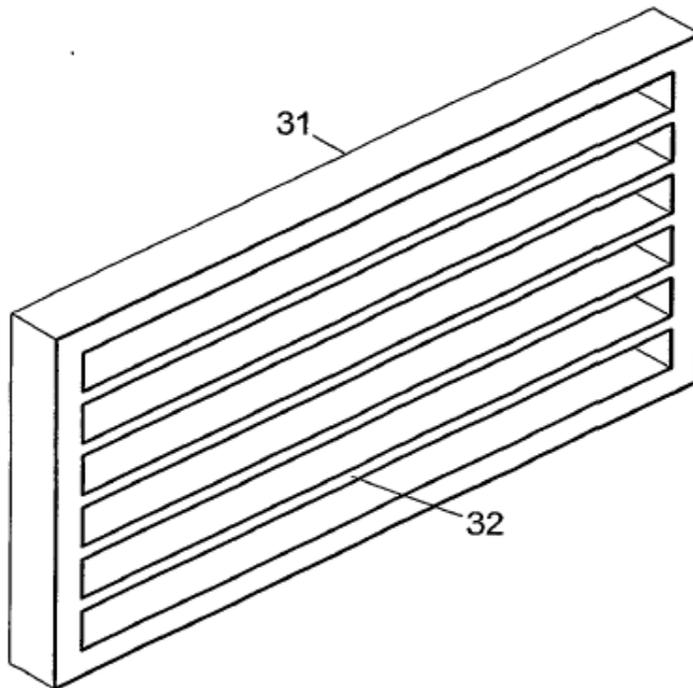


Fig. 6c

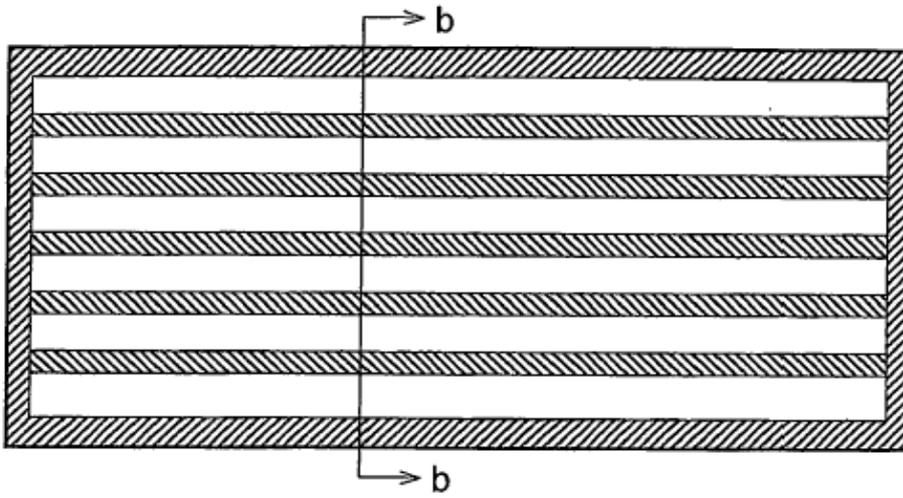


Fig. 7a

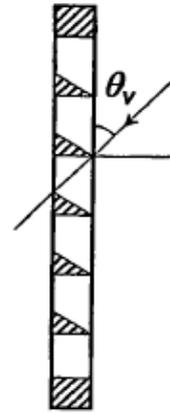


Fig. 7b

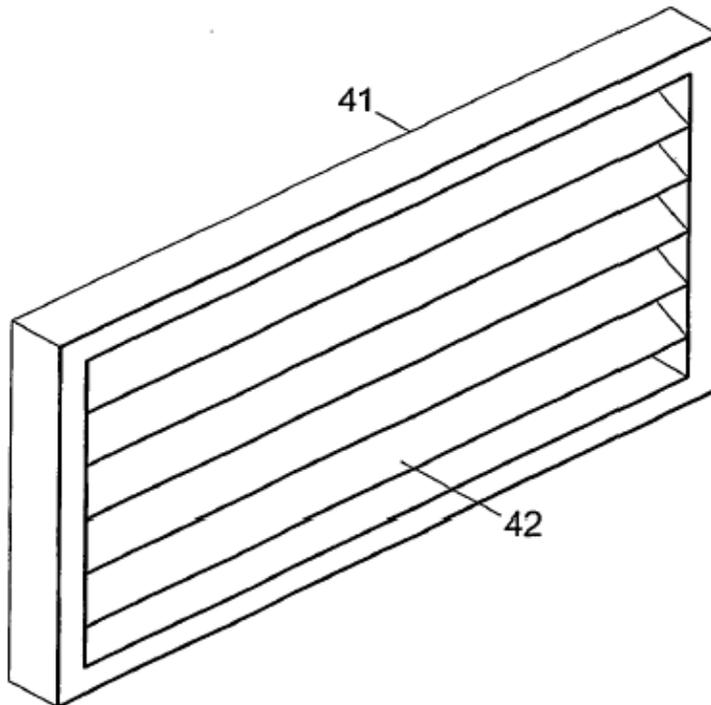


Fig. 7c

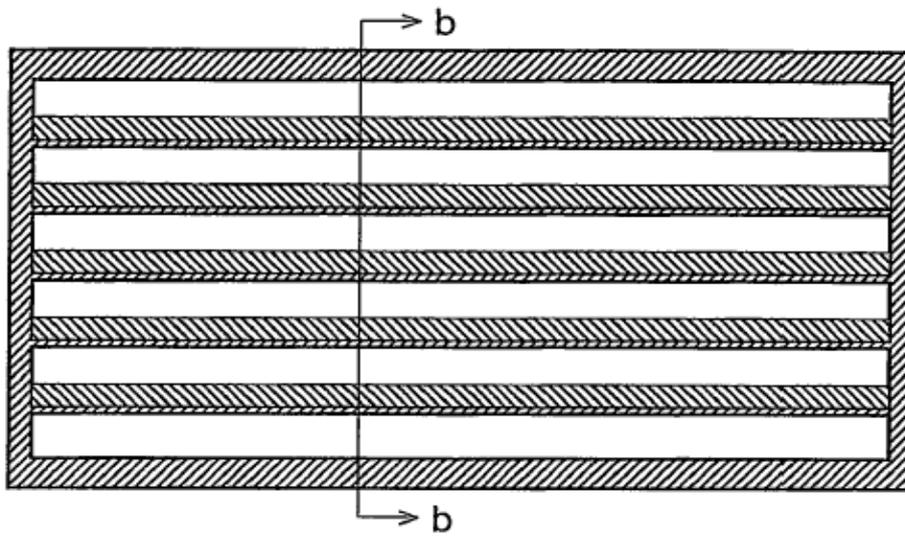


Fig. 8a

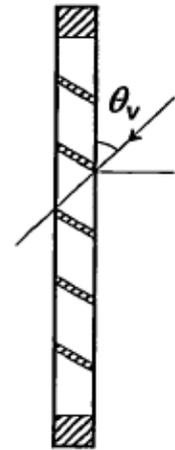


Fig. 8b

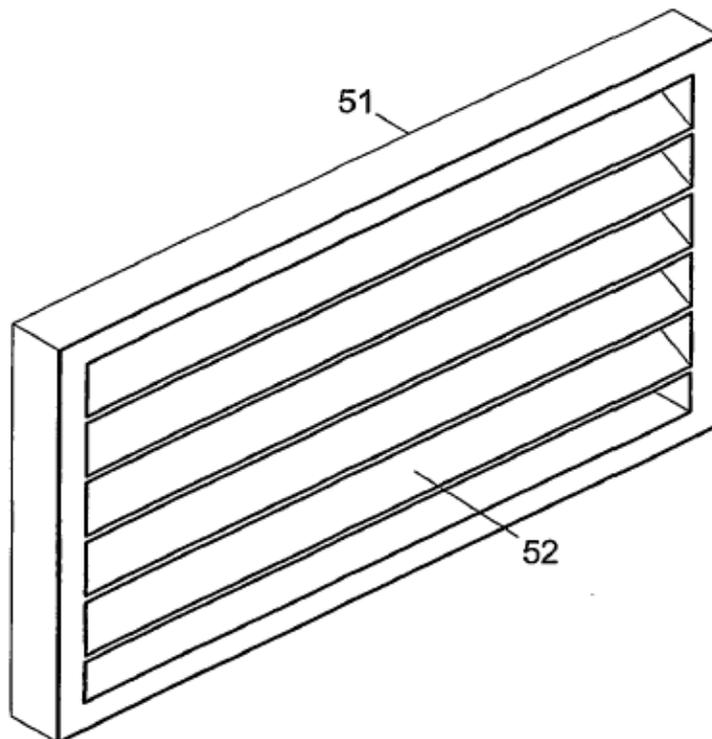


Fig. 8c

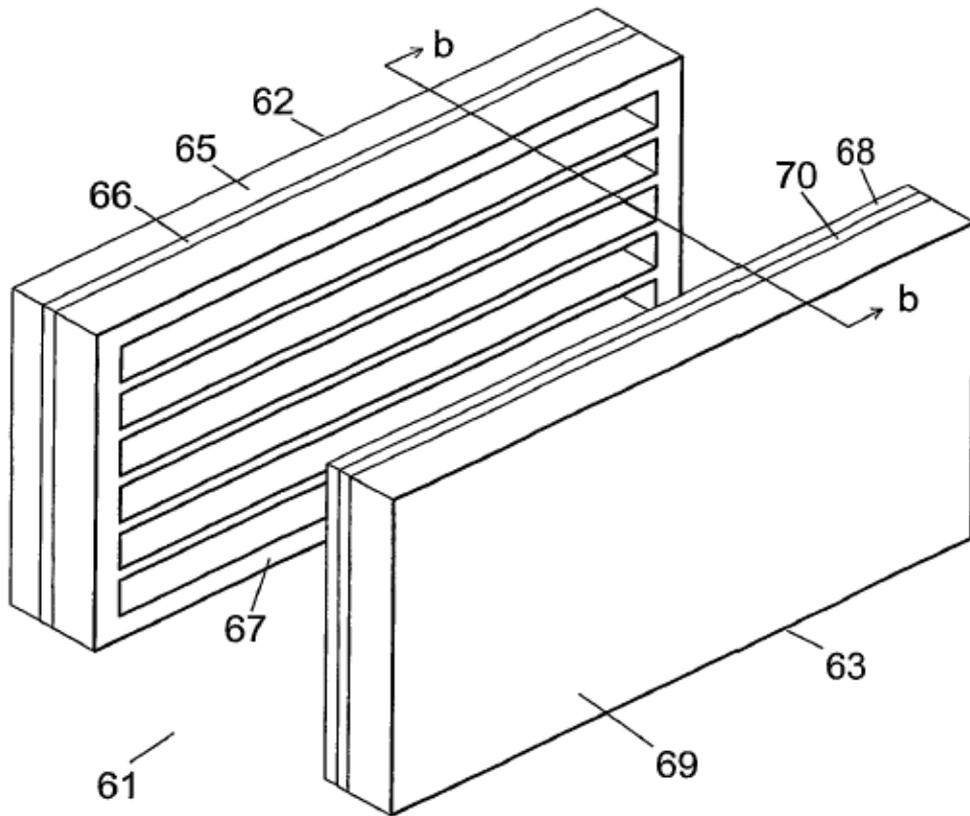


Fig. 9a

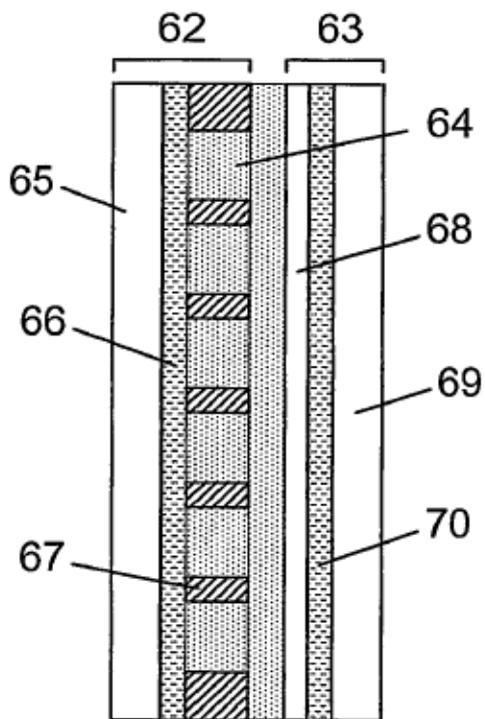


Fig. 9b

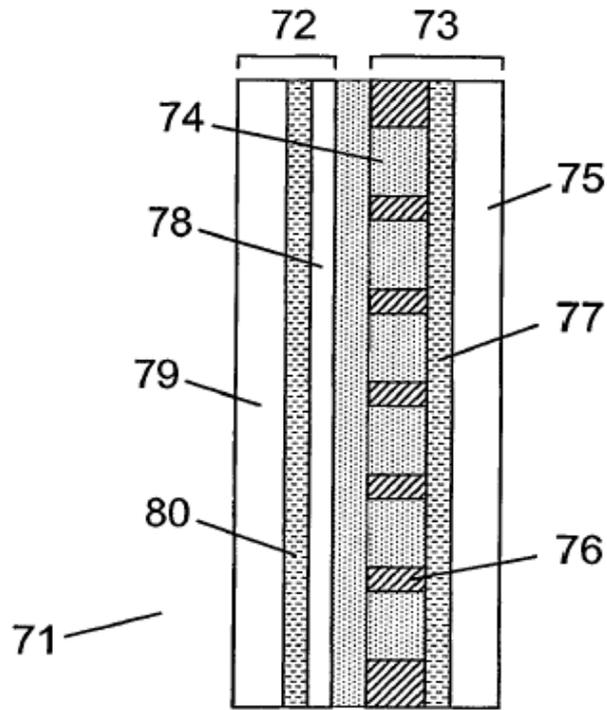


Fig. 10

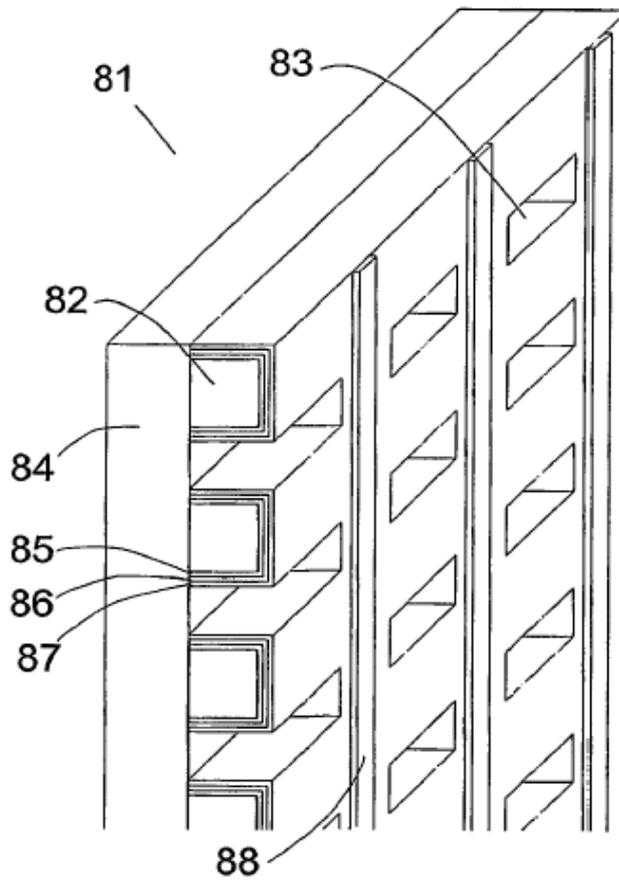


Fig. 11

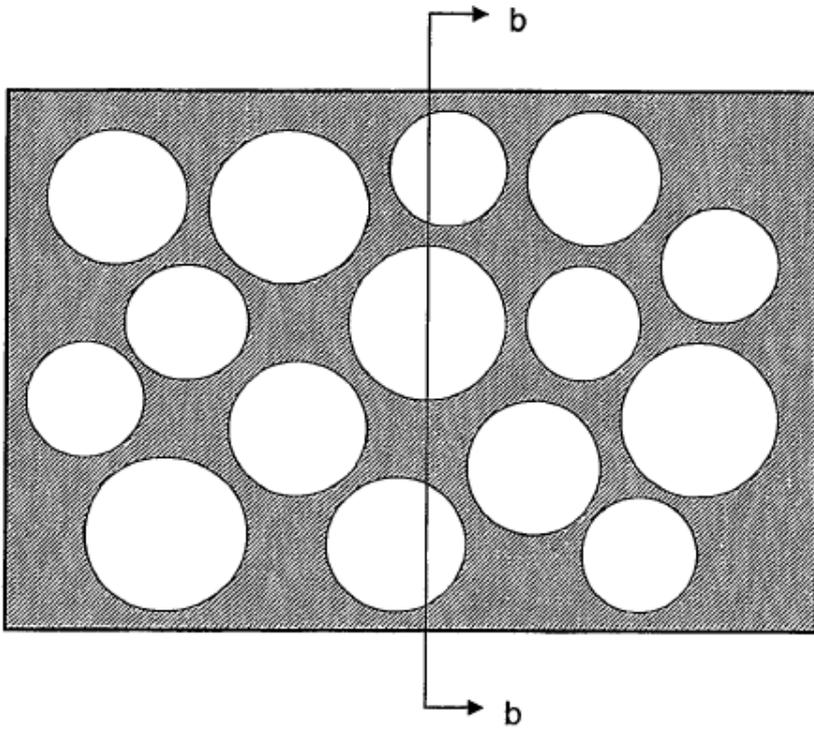


Fig. 12a

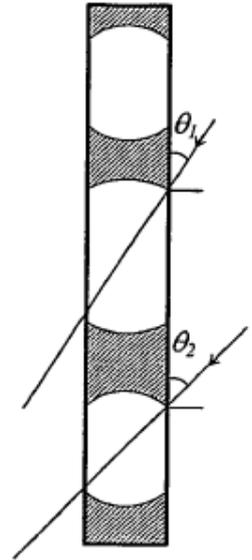


Fig. 12b