

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 777**

51 Int. Cl.:

**H02S 50/00** (2014.01)

**H02S 20/22** (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2016 PCT/IB2016/056167**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17064662**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2016 E 16801838 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3363116**

54 Título: **Método de aplicación para módulos fotovoltaicos integrados en un edificio**

30 Prioridad:

**15.10.2015 IT UB20154707**

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

**19.08.2020**

73 Titular/es:

**POLITECNICO DI MILANO (100.0%)  
Piazza Leonardo da Vinci 32  
20133 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**JAKICA, NEBOJSA y  
ZANELLI, ALESSANDRA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 779 777 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

Método de aplicación para módulos fotovoltaicos integrados en un edificio

### Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de aplicación de módulos fotovoltaicos integrados en un edificio.

- 5 En general, la presente invención encuentra aplicación en el campo de los paneles fotovoltaicos integrados en edificios, es decir, el campo BIPV (fotovoltaico integrado en edificios).

### Técnica anterior

Se conoce el uso de módulos fotovoltaicos que tienen una base de vidrio plano, sobre la cual se aplica un elemento fotovoltaico de silicio cristalino o película delgada, típicamente encapsulado en una lámina.

- 10 Sin embargo, tales módulos fotovoltaicos, aunque susceptibles de posicionamiento vertical en paredes de edificios, como un BIPV, ofrecen poca eficiencia energética debido a los reflejos ópticos de la luz, que no pueden golpear perpendicularmente la superficie del elemento fotovoltaico.

- 15 El documento CN 104037254 propone posicionar una pluralidad de módulos planos fotovoltaicos sobre un marco curvo. Del mismo modo, el documento FR2953645 propone aplicar módulos fotovoltaicos sobre un marco curvo que tiene un radio de curvatura largo.

- 20 Las tecnologías de película delgada permiten crear módulos fotovoltaicos flexibles, que se pueden realizar con un cierto radio de curvatura. Sin embargo, cuando se aplican a las paredes de edificios, tales módulos curvos fotovoltaicos simplemente conllevan diferencias estéticas sin mejorar el rendimiento del sistema, aunque aumentando su coste. El documento CN 103337537A propone algunas mejoras en el proceso de fabricación de módulos fotovoltaicos con superficie curvada. El documento US2013/112245A es técnica anterior relacionada. También se conoce formar elementos de vidrio modulares, incluso con formas complejas, mediante procesos de moldeo (vacío). Tales elementos de vidrio modulares se usan especialmente para cubrir fachadas de edificios con el fin de mejorar su apariencia e iluminación.

- 25 Recientemente se han comenzado a implementar en combinación con tales bloques de vidrio. El documento PCT/IT2013/000069 se refiere a células solares integradas en bloques de vidrio rectangulares planos utilizados para la fabricación de tejas para edificios. Según tal disposición, el elemento fotovoltaico se puede combinar con un sustrato vítreo para crear módulos fotovoltaicos parcialmente transparentes. Dado que tales bloques de vidrio no están diseñados originalmente para su uso como elementos ópticamente activos en un módulo fotovoltaico, todavía hay margen de mejora.

- 30 El documento JP2014150142 propone un módulo fotovoltaico integrado en una estructura decorativa.

El documento KR20120002825 propone un sistema BIPV para aplicación en un edificio, que incorpora un sensor de ángulo y un motor para variación del ángulo.

El documento US20120234371A1 se refiere a un concentrador solar que se puede adaptar al ángulo de incidencia de la luz solar.

- 35 Las patentes mencionadas anteriormente proponen la laminación de piezas de vidrio ópticamente activas para evitar la dispersión óptica y aumentar la eficiencia del elemento fotovoltaico. Tales soluciones no consideran la transparencia del módulo fotovoltaico como una propiedad útil, y los módulos BIPV no son curvos.

### Objetos y resumen de la invención

- 40 La presente invención tiene como objetivo proporcionar un método de aplicación de módulos fotovoltaicos integrados en un edificio, que son alternativos a la técnica anterior.

Es un objeto de la presente invención para proporcionar un método de aplicación de módulos fotovoltaicos integrados en un edificio, que permite optimizar el rendimiento fotovoltaico y energético mientras conserva la belleza de la fachada.

- 45 El método es como se menciona en reivindicación 1 con otras realizaciones ventajosas mencionadas en las reivindicaciones dependientes.

El método contempla la definición de una pluralidad de parámetros de fachada para la pared vertical del edificio: orientación cardinal de la pared vertical, altura de aplicación disponible en la pared vertical.

Se definen una pluralidad de parámetros de aplicación, dependiente de características tipológicas de los módulos fotovoltaicos aplicables a lo largo de una coordenada vertical y/u horizontal asociada con la pared vertical.

Se define una función de prioridad, que está asociada con los parámetros de aplicación y que es variable a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal.

5 Según los parámetros de fachada, los parámetros de aplicación y la función de prioridad, se prevé determinar las características tipológicas de cada uno de los módulos fotovoltaicos a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal, y para calcular además los valores para el ángulo de cada uno de los módulos fotovoltaicos a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal.

Los módulos fotovoltaicos se aplican luego a la pared vertical según la característica tipológica determinada y los valores de ángulo calculados.

10 Ventajosamente, el módulo fotovoltaico con un borde plano se puede adaptar a los perfiles estándar de fachadas continuas.

Ventajosamente, el proceso para fabricar un módulo fotovoltaico en un soporte en ángulo es más sostenible, tanto económica como ambientalmente, en comparación con el proceso para fabricar el vidrio flotado normalmente empleado como soporte para módulos fotovoltaicos en fachada.

15 Ventajosamente, el elemento fotovoltaico del módulo se puede obtener mediante la superposición de diferentes capas, ya sea del tipo sombreado, de filtro luminoso o coloreado, o de diversas células fotovoltaicas, e incluso puede ser completamente opaco o completamente transparente, según los requisitos de diseño.

Ventajosamente, el elemento fotovoltaico siempre es plano, pero se puede montar en diferentes ángulos, de modo que el módulo fotovoltaico en su conjunto tendrá una conformación tridimensional con una sección transversal curvilínea.

20 Ventajosamente, el elemento fotovoltaico puede tener un tamaño estándar para cada conjunto tipológico de elementos de soporte; esto permite la producción en masa y también la personalización en masa.

25 Ventajosamente, el elemento fotovoltaico se puede producir por separado del elemento de soporte como un subcomponente delgado, que se puede adaptar a los requisitos de diseño y a la tecnología fotovoltaica particular empleada; luego se puede laminar sobre un elemento de soporte rígido, preferiblemente hecho de vidrio moldeado, al final del proceso de producción de este último. Ventajosamente, el conjunto tipológico del módulo se afina mediante ingeniería paramétrica, y siempre está optimizado para una altitud solar preestablecida.

Ventajosamente, el módulo fotovoltaico que integra el elemento fotovoltaico, en ángulo con respecto a la vertical, tiene tales propiedades ópticas que le permiten funcionar como un semiconcentrador óptico de la célula fotovoltaica integrada en el mismo, aumentando así la energía producida por la célula fotovoltaica.

30 Ventajosamente, el módulo fotovoltaico que integra el elemento fotovoltaico, en ángulo con respecto a la vertical, tiene tales propiedades ópticas que le permiten funcionar como un sistema de redireccionamiento de luz natural (DRS), para aumentar la iluminación natural dentro de un edificio, mientras al mismo tiempo reduce la demanda de luz artificial, lo que da como resultado un menor consumo total de energía del edificio.

35 Ventajosamente, el módulo fotovoltaico que integra el elemento fotovoltaico, en ángulo con respecto a la vertical, tiene tales propiedades ópticas que le permiten funcionar como un sistema de filtrado de sombreado fijo y como un sistema de protección antideslumbrante y anticontraste, mejorando así el confort luminoso dentro del espacio interior del edificio.

40 Otros objetos y ventajas de la presente invención se harán más evidentes a la luz de la siguiente descripción detallada y de las reivindicaciones dependientes, que definen algunas realizaciones preferidas y ventajosas de la presente invención.

La presente invención se refiere además a un programa informático, preferiblemente un programa CAD, configurado para manejar la complejidad de los parámetros de diseño y de aplicación con respecto a las prioridades funcionales, con el fin de optimizar la distribución de los módulos fotovoltaicos sobre la superficie arquitectónica. El programa es como se recita en la reivindicación 12.

#### 45 **Breve descripción de los dibujos**

Algunas realizaciones preferidas y ventajosas de la presente invención se describirán ahora a modo de ejemplo no limitativo con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

La figura 1 muestra una realización de un módulo fotovoltaico según la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección del módulo fotovoltaico de la figura 1.

50 La figura 3 muestra otras realizaciones diferentes de módulos fotovoltaicos.

La figura 4 ejemplifica algunas propiedades de un módulo fotovoltaico.

La figura 5 ilustra algunos parámetros de aplicación para módulos fotovoltaicos integrados en una pared vertical de un edificio.

5 La figura 6 muestra el resultado final de la aplicación de módulos fotovoltaicos integrados en una pared vertical de un edificio.

La figura 7 muestra otro ejemplo de módulos fotovoltaicos según la presente invención.

La figura 8 muestra otro ejemplo de módulos fotovoltaicos.

En los diversos dibujos, se utilizan los mismos números de referencia para designar componentes, materiales o funciones similares.

## 10 **Descripción detallada de la invención**

La figura 1 muestra un ejemplo de un módulo fotovoltaico 101 según la presente invención.

15 El módulo fotovoltaico 101 comprende un elemento fotovoltaico plano 102, que incorpora una célula fotovoltaica para convertir la energía solar en energía eléctrica. El módulo fotovoltaico 101 comprende además un elemento de soporte rígido 103, apropiadamente curvado y conformado, configurado para alojar el elemento fotovoltaico plano 102.

20 El elemento de soporte rígido 103 comprende un borde externo 104 que tiene un perímetro plano, es decir, que se extiende en un solo plano pasante. Dicho borde exterior 104 permite la aplicación del módulo fotovoltaico completo 101 en un marco asociable con una pared vertical de un edificio, en particular al colocar uno al lado del otro una pluralidad de módulos fotovoltaicos constreñidos mediante el elemento de soporte rígido, como se describirá más detalladamente a continuación.

El elemento de soporte rígido 103 comprende una superficie de soporte central que tiene un alojamiento para el elemento fotovoltaico con una orientación fija, definida por la forma del elemento de soporte rígido 103.

El módulo fotovoltaico 101 comprende uno o más cableados eléctricos 105 para distribuirse por una red eléctrica la energía generada por la radiación solar incidente sobre el elemento fotovoltaico 102.

25 Preferiblemente, el elemento rígido de soporte 103 está hecho de material vítreo, en particular por moldeo, preferiblemente por moldeo al vacío. El método de moldeo al vacío es ventajoso tanto económico como preciso para hacer soportes rígidos curvados de material vítreo. De hecho, a diferencia del método de "flotación" para la producción de soportes vítreos, el método de moldeo al vacío no requiere un calentamiento posterior del material para darle una forma curva.

30 De esta manera, es posible hacer elementos de soporte rígidos que sean al menos parcialmente transparentes y que tengan las características geométricas y estéticas deseadas para su aplicación a la pared del edificio.

Las características tipológicas del módulo fotovoltaico 101 dependen esencialmente de las características de los elementos incluidos en el mismo, en particular de las características del elemento de soporte rígido 103 y del elemento fotovoltaico 102.

35 Preferiblemente, una característica tipológica del módulo fotovoltaico 101 está determinada por el material del soporte rígido 103, por ejemplo, vidrio, plástico, metal, etc.

Preferentemente, otra característica tipológica del módulo fotovoltaico 101 está determinada por el acabado superficial del soporte rígido 103, por ejemplo, vidrio liso, vidrio satinado, vidrio cepillado, etc.

40 En particular, dependiendo del material y el acabado superficial del soporte rígido 103, este último puede ser: transparente (hasta un porcentaje dado, que preferiblemente puede ser tan alto como un 95%), transparente, o translúcido, u opaco.

45 Preferiblemente, una característica tipológica adicional del módulo fotovoltaico 101 está determinada por el tipo de célula fotovoltaica incluida en el módulo fotovoltaico 102, en particular por su revestimiento; por ejemplo, la célula fotovoltaica puede ser de los tipos monocristalino, policristalino, perovskita, DSSC, heterounión, HIT, bifacial, etc. Debe tenerse en cuenta que se pueden usar diferentes tipos de elementos fotovoltaicos en diferentes módulos aplicados a la misma pared, con el fin de basarse en una mayor variabilidad de las características tipológicas de los módulos.

50 Preferiblemente, el módulo fotovoltaico 101 tiene unas dimensiones de aproximadamente 200 x 400 mm. Sin embargo, el módulo fotovoltaico puede tener diferentes dimensiones; en particular, su tamaño puede ser mayor cuando lo permiten las limitaciones impuestas por los moldes utilizados para el soporte rígido.

La figura 2 muestra una sección transversal del módulo fotovoltaico 101, en el que se puede apreciar la superficie de soporte central que alberga el elemento fotovoltaico 102, que se encuentra en un ángulo con respecto al plano del borde 104 y, por lo tanto, en un ángulo con respecto a la pared vertical a la que se pueden aplicar los módulos.

5 La orientación del elemento fotovoltaico 102 con respecto al borde 104 (es decir, con respecto a la vertical de la pared a la que se aplican los módulos) es fija y está determinada por la geometría del elemento de soporte rígido 103.

El elemento fotovoltaico 102 está configurado así para formar un ángulo entre su propia sutura y el borde 104, es decir, la dirección de la pared vertical a la que se aplicará el módulo fotovoltaico para su integración en el edificio.

10 La figura 3 ilustra algunas realizaciones diferentes de módulos fotovoltaicos 101a, 101b, 101c, 101d, 101e y 101 según la presente invención. Tales módulos fotovoltaicos comprenden diferentes elementos de soporte rígidos que tienen una geometría establecida, con la finalidad de caracterizarse por diferentes ángulos entre la superficie del elemento fotovoltaico y la superficie de la pared vertical a la que se aplican los módulos, es decir, la superficie definida por el borde 104.

En otras palabras, los módulos fotovoltaicos 101a, 101b, 101c, 101d, 101e y 101 definen un "conjunto tipológico".

15 En particular, los valores de tales ángulos para cada uno de dichos módulos fotovoltaicos son, respectivamente: 0°, 10°, 20°, 30°, 40° y 50°. En general, estos ángulos pueden asumir una pluralidad de valores, preferiblemente discretos, que van desde 0° hasta 90°.

20 Ventajosamente, para simplificar la fabricación de los módulos fotovoltaicos, la geometría del elemento fotovoltaico plano 102 puede ser la misma para todos los elementos de soporte de los diferentes módulos mostrados en la figura 3.

En general, el área central del elemento fotovoltaico preferiblemente permanece siempre plano, sea cual sea el ángulo adoptado por la superficie de soporte central.

25 La figura 4 ejemplifica algunas de las propiedades del módulo fotovoltaico 101, obtenidas a través de la conformación en ángulo particular del elemento de soporte rígido 103 en asociación con el elemento fotovoltaico 102.

La flecha sólida representa la trayectoria de la luz incidente sobre el módulo fotovoltaico. La flecha delineada representa la trayectoria ideal seguida por los ojos de un usuario detrás del módulo fotovoltaico, es decir, dentro del edificio.

30 Como se muestra en la vista (a), el módulo fotovoltaico permite optimizar el ángulo de incidencia de la radiación solar sobre el elemento fotovoltaico al hacerlo lo más perpendicular posible, de manera estadística, para maximizar la generación de energía eléctrica.

Como se muestra en la vista (b), el módulo fotovoltaico permite dirigir la luz solar incidente, a través del elemento de soporte transparente o claro, o translúcido, hacia el interior del edificio, para una mejor iluminación ambiental.

35 Como se muestra en la vista (c), la geometría particular del elemento de soporte rígido, que comprende un par de superficies curvadas y reflectantes respectivas, está adaptada para dirigir los rayos solares incidentes sobre el mismo hacia la superficie del elemento fotovoltaico plano, concentrando así la intensidad del mismo. De esta manera, es posible mejorar aún más la eficiencia energética del sistema; de hecho, la rotación del elemento fotovoltaico se beneficia de la ley de Snell y del efecto Fresnel para redirigir la luz.

40 Como se muestra en la vista (d), la geometría particular del elemento de soporte rígido permite la reflexión indirecta de los rayos solares, especialmente cuando se usa un elemento de soporte rígido translúcido, lo que contribuye a reducir o controlar los efectos del brillo sobre los usuarios dentro del edificio, particularmente cuando el sol está bajo, por ejemplo, al amanecer o al atardecer.

45 Finalmente, como se muestra en la vista (e), el acabado transparente particular del elemento de soporte rígido permite la visión exterior desde el interior, de modo que los usuarios dentro del edificio pueden beneficiarse de una vista exterior más o menos definida.

La figura 5 ejemplifica el método de aplicación de módulos fotovoltaicos integrados en un edificio, ilustrando algunos parámetros de aplicación de los módulos fotovoltaicos que se han de integrar en la pared vertical de un edificio 501.

El método de aplicación según la presente invención proporciona la definición de una pluralidad de parámetros de fachada para la pared vertical del edificio 501.

50 Tales parámetros de fachada comprenden la altura de aplicación 502 disponible en la pared vertical a la que se han de aplicar los módulos fotovoltaicos; dicha altura de aplicación se corresponde esencialmente con la distancia entre dos pisos del edificio 501.

Los parámetros de fachada comprenden además la orientación cardinal (ejemplificada como referencia 503), es decir, la exposición a las direcciones norte, sur, oeste, este o intermedia de la fachada con la pared vertical a la que se han de aplicar los módulos fotovoltaicos.

- 5 Preferiblemente, los parámetros de fachada comprenden además la latitud geográfica (ejemplificada como referencia 504) de la pared vertical a la que se han de aplicar los módulos fotovoltaicos; si se conoce la latitud geográfica (es decir, la posición sobre los paralelos de la tierra: polo, ecuador, paralelos intermedios), indirectamente se conoce la elevación media del sol en el transcurso del año.

- 10 El método de aplicación según la invención también contempla la definición de una pluralidad de parámetros de aplicación relacionados con la distribución de dichos módulos fotovoltaicos sobre dicha pared en su totalidad, los cuales dependen de las características tipológicas de los módulos fotovoltaicos aplicables a la fachada.

Preferiblemente, las características tipológicas comprenden, como ya se describió: material y acabado del soporte rígido, y tipo de elemento fotovoltaico.

- 15 Preferiblemente, los parámetros de aplicación comprenden un parámetro de iluminación 511, dependiente de la intensidad de la luz transmisible a través del elemento de soporte rígido, y posiblemente también a través del elemento fotovoltaico, si este último es transparente. Dicho parámetro de iluminación 511 expresa, dentro del entorno del edificio 501, una distribución 505 de la iluminación natural en el espacio disponible. En una realización preferida, el parámetro de iluminación 511 depende también de cualquier sombra adyacente a la pared de interés, tal como, por ejemplo, la sombra debida a árboles o edificios adyacentes que modifican la intensidad de la luz disponible para iluminación ambiental dentro del edificio.

- 20 Preferiblemente, los parámetros de aplicación comprenden un parámetro de visibilidad 512 y un parámetro de control de deslumbramiento 512', dependiente de la transparencia del elemento de soporte rígido, y posiblemente también de la transparencia del elemento fotovoltaico. Dicho parámetro de visibilidad 512 y el parámetro de control de deslumbramiento 512' expresan, para el usuario 506 dentro del edificio, la posibilidad de ver el exterior, como ya se describió.

- 25 Preferiblemente, los parámetros de aplicación comprenden un parámetro de área fotovoltaica 513 dependiente del área utilizable del elemento fotovoltaico de cada módulo que se ha de instalar. Dicho parámetro de área fotovoltaica 513 puede afectar a la eficiencia global del sistema de conversión de energía solar, con el fin de maximizar la potencia obtenible.

- 30 Preferiblemente, los parámetros de aplicación comprenden un parámetro de opacidad 514 dependiente de la opacidad del elemento fotovoltaico, que es variable a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal. Dicho parámetro de opacidad permite, preferiblemente para un intervalo de altura que comienza desde la cintura del usuario 506 hacia abajo, con el fin de dar más opacidad a la fachada para mejorar la privacidad dentro del edificio.

- 35 Según el método de aplicación de la presente invención, los parámetros de aplicación son variables a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal asociada con la pared. En otras palabras, los parámetros de aplicación se optimizan en función de la coordenada vertical y/o horizontal para mejorar el rendimiento visual, de iluminación y energético del sistema.

El método de aplicación según la presente invención contempla además la definición de una función de prioridad 520, que está asociada con los parámetros de aplicación y que es variable a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal.

- 40 En el ejemplo de la figura 5, la función de prioridad proporciona:

- una preponderancia de prioridad para el parámetro de iluminación 511 en la parte superior de la pared con el fin de mejorar la iluminación ambiental natural dentro del edificio;

- una primera preponderancia de prioridad para el parámetro de visibilidad 512 a la altura media de la cabeza del usuario 506 con el fin de mejorar la visión hacia el exterior de los usuarios;

- 45 - una segunda preponderancia de prioridad para un parámetro de control de deslumbramiento a la altura media de la cabeza del usuario 506 con el fin de mejorar la visión hacia el exterior de los usuarios;

- una preponderancia de prioridad para el parámetro de opacidad en la parte inferior de la pared con el fin de mejorar la privacidad de los ocupantes, por ejemplo, cuando se está sentado en un escritorio;

- 50 - una maximización prioritaria en cualquier lugar del parámetro de área fotovoltaica, para proporcionar a la pared, si es compatible con los costes de los elementos fotovoltaicos, la mayor cantidad posible de células fotovoltaicas y maximizar la producción de energía solar.

En general, la función de prioridad se puede definir sobre la base de los criterios de diseño y el resultado deseado.

La función de prioridad establece, a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal asociada con la pared vertical, la preponderancia de cada uno de los parámetros de aplicación tomados en cuenta para determinar las características tipológicas y para calcular los valores del ángulo con respecto a la vertical.

- 5 El método de aplicación según la presente invención contempla además para cada uno de los módulos fotovoltaicos dispuestos a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal de la pared, determinar las características tipológicas y calcular los valores óptimos del ángulo con respecto a la vertical.

Tales cálculo y determinación se llevan a cabo preferiblemente mediante optimización paramétrica constreñida, en particular de las características tipológicas.

- 10 Tales cálculo y determinación tienen en cuenta los parámetros de fachada, los parámetros de aplicación y la función de prioridad. En particular, la función de prioridad permite la definición de las características funcionales de la pared vertical, que también están asociadas con las características tipológicas.

La figura 6 muestra un ejemplo de un resultado final de la aplicación de módulos fotovoltaicos integrados en una pared vertical de un edificio, según el conjunto tipológico de las características tipológicas de los módulos y los valores óptimos de ángulo determinados en los pasos anteriores.

- 15 El método de aplicación según la presente invención contempla la aplicación de la pluralidad de módulos fotovoltaicos 601, colocados uno al lado del otro y constreñidos por el marco 602, como se indica mediante las flechas, para su integración en la pared vertical del edificio. De esta manera, se crea un sistema BIPV optimizado en términos de visibilidad, iluminación y eficiencia energética.

- 20 Las características tipológicas determinadas y los valores de ángulo calculados (seleccionados preferiblemente de entre valores de ángulo discretos disponibles para los elementos de soporte rígidos) permiten variar las propiedades de la pared vertical formada por los módulos fotovoltaicos a lo largo de la pared vertical, como se representa en la figura 6, la cual muestra diferentes tipos de módulos fotovoltaicos a lo largo de la coordenada vertical y/u horizontal.

Una variante (no mostrada) emplea, en lugar del marco rígido 602, una pluralidad de cables y juntas adaptadas para sostener la pluralidad de módulos fotovoltaicos 601 uno al lado de otro, con el mismo diseño.

- 25 Preferiblemente, el elemento de soporte rígido y el elemento fotovoltaico tienen lados del mismo tipo, es decir, comprenden el mismo número de lados. A este respecto, la forma del elemento fotovoltaico es una desviación de la forma del elemento de soporte rígido.

- 30 Cabe señalar que los módulos fotovoltaicos son preferiblemente polígonos con 3, 4, 5 o 6 lados, lo que da como resultado formas específicas (lados y ángulos). Los módulos fotovoltaicos pueden colocarse uno al lado del otro de manera uniforme (módulos que tienen la misma forma) o de manera no uniforme (módulos de formas diferentes colocados uno al lado de otro según un patrón de mosaico).

Los mosaicos uniformes también se pueden componer colocando diferentes módulos fotovoltaicos uno al lado de otro.

### **Aplicabilidad industrial**

- 35 La presente solución permite realizar un componente arquitectónico de próxima generación para crear fachadas continuas de alto rendimiento a las que se pueden aplicar los métodos más avanzados de ingeniería de rendimiento "multicriterio", ya que incorpora cualidades que lo hacen eficiente en estrategias de mejora energética para los llamados edificios de energía casi nula (nZEB). Esta solución permite mejorar las características de la aplicación de módulos fotovoltaicos, en lo que respecta tanto a las propiedades pasivas (iluminación, visibilidad) como a las propiedades activas (tales como la generación de energía eléctrica mediante el sistema fotovoltaico integrado).

- 40 El módulo fotovoltaico aplicable mediante el uso del método de la invención se determina paramétricamente mediante un sistema tipológico que comprende un soporte rígido en ángulo, que puede adoptar diferentes ángulos e incorporar diversos tipos de células fotovoltaicas en su núcleo central.

- 45 El soporte rígido en ángulo puede estar hecho, por ejemplo, de vidrio o material plástico imprimible transparente, por ejemplo plexiglás o policarbonato.

El método de aplicación permite crear una variedad de configuraciones dentro del mismo conjunto tipológico gracias a la combinación de diferentes tecnologías para los elementos fotovoltaicos y las capas de sombreado, que pueden integrarse en los módulos.

- 50 La presente invención deja mucha libertad de diseño y mucha flexibilidad en términos de optimización del rendimiento del edificio en su conjunto, con respecto a un contexto urbano, medioambiental y climático específico.

El presente método de aplicación contempla además el uso de una herramienta CAD que permite optimizar el diseño de la fachada con respecto a los requisitos de diseño y los criterios prioritarios de interés.

El método de aplicación permite optimizar la selección de la tecnología fotovoltaica que se ha de emplear en el núcleo, así como la orientación o ángulo del núcleo que se ha de utilizar, para cada posición específica, al aplicar los módulos sobre toda la fachada del edificio.

5 La peculiaridad de la invención la hace adecuada tanto para edificios nuevos como para mejorar edificios existentes (sustitución de fachada o adición de módulos sobre una fachada existente).

Está claro que, a la luz de la presente descripción, resultarán evidentes para los expertos en la materia muchas variantes.

Por ejemplo, se pueden concebir variaciones en cuanto a la forma del módulo fotovoltaico, como se ejemplifica a continuación.

10 La figura 7 muestra otro ejemplo de módulos fotovoltaicos según la presente invención.

La subfigura (a) ejemplifica un ejemplo sustancialmente rectangular del módulo fotovoltaico, que comprende un elemento de soporte rígido rectangular y un elemento fotovoltaico respectivo alojado en la parte central del soporte. El módulo fotovoltaico está configurado para permitir una rotación del elemento fotovoltaico plano (PV) con respecto al plano del elemento de soporte rígido en la dirección mostrada por la flecha.

15 La subfigura (b) muestra una vista lateral del módulo fotovoltaico, la subfigura (c) muestra una vista superior del módulo fotovoltaico y la subfigura (d) muestra una vista isométrica del módulo fotovoltaico; tales vistas ilustran el módulo fotovoltaico en una configuración definitiva, ya que tiene un ángulo predefinido con respecto a la vertical. Otros valores de ángulo también son posibles, como se mencionó anteriormente.

La figura 8 muestra otro ejemplo de módulos fotovoltaicos.

20 La subfigura (a) ejemplifica un ejemplo sustancialmente hexagonal del módulo fotovoltaico, que comprende un elemento de soporte hexagonal rígido y un elemento fotovoltaico respectivo alojado en la parte central del soporte, que también es hexagonal. El módulo fotovoltaico está configurado para permitir una rotación del elemento fotovoltaico plano (PV) con respecto al plano del elemento de soporte rígido en la dirección mostrada por la flecha.

25 La subfigura (b) muestra una Vista lateral del módulo fotovoltaico, la subfigura (c) muestra una vista superior del módulo fotovoltaico y la subfigura (d) muestra una vista isométrica del módulo fotovoltaico; tales vistas ilustran el módulo fotovoltaico en una configuración definitiva, ya que tiene un ángulo predefinido con respecto a la vertical. También son posibles otros valores de ángulo, como se mencionó anteriormente.

30 En general, considerando ejemplos alternativos, el eje alrededor del cual el elemento fotovoltaico plano puede girar con respecto al plano del elemento de soporte rígido (como se indica por la flecha giratoria en las figuras 7 y 8) puede tomar cualquier dirección en el intervalo de 0° a 360° sobre el plano (vertical en condiciones de trabajo) del elemento de soporte rígido.

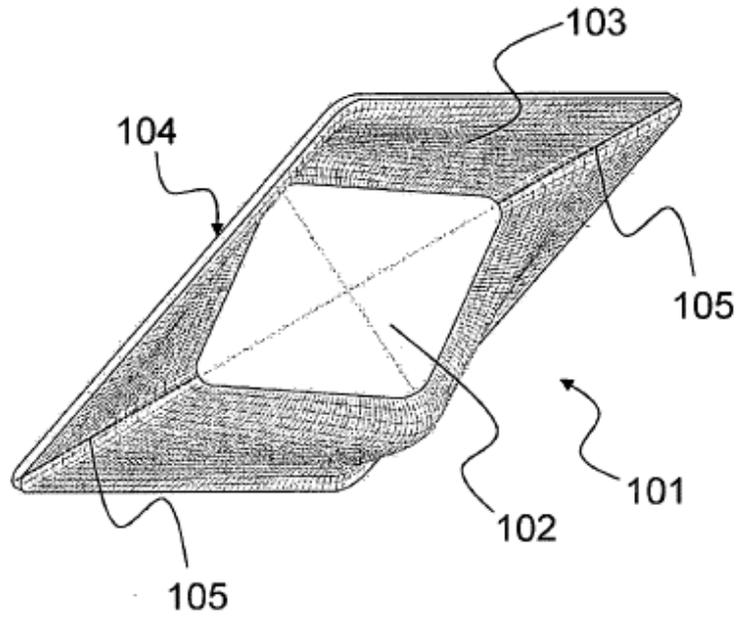
35 Debido a que estas realizaciones alternativas, como se ejemplifica en las figuras 7 y 8, están adaptadas para colocarse en mosaico una al lado de la otra para su integración en una pared de un edificio, éstas (así como otras realizaciones no descritas en la presente memoria) son adecuadas para su uso en el método de aplicación según la presente invención.

40 En una variante adicional, un elemento fotovoltaico de forma diferente (por ejemplo, un elemento de soporte hexagonal con un elemento fotovoltaico rectangular) puede estar asociado con el elemento de soporte rígido. De hecho, los elementos fotovoltaicos pueden tener diferentes formas, siempre que sean planos y angulados (por diferentes valores) con respecto a la vertical definida por el elemento de soporte rígido. En lo que respecta a los materiales de construcción, se pueden adoptar las enseñanzas de las buenas prácticas de ingeniería además de los detalles de los ejemplos preferidos, utilizando materiales y técnicas adecuados para este propósito.

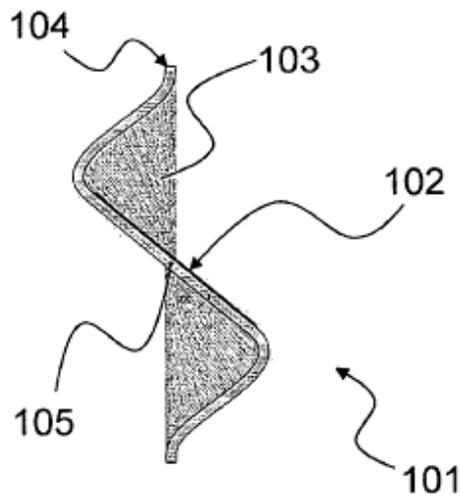
**REIVINDICACIONES**

1. Método de aplicación de módulos fotovoltaicos integrados en un edificio (501), comprendiendo cada uno (101) de dichos módulos fotovoltaicos un elemento fotovoltaico plano (102) y un elemento de soporte rígido (103), en el que una pluralidad (601) de dichos módulos fotovoltaicos están colocados uno al lado de otro y constreñidos por medio de dicho elemento de soporte rígido (103) para su integración en una pared vertical (602) de dicho edificio (501), y en el que dicho elemento de soporte rígido (103) está configurado para alojar dicho elemento fotovoltaico plano (102) con el fin de definir un ángulo entre la superficie de dicho elemento fotovoltaico plano (102) y la superficie de dicha pared vertical (602), estando **caracterizado** dicho método por que comprende:
- definir una pluralidad de parámetros de fachada (502, 503, 504) para dicha pared vertical (602) de dicho edificio (501), comprendiendo dichos parámetros de fachada (502, 503, 504): orientación cardinal (503) de dicha pared vertical (602), altura de aplicación (502) disponible en dicha pared vertical (602);
  - definir una pluralidad de parámetros (511, 512, 513, 514) de aplicación de los módulos fotovoltaicos sobre una coordenada vertical y/u horizontal de la pared vertical y relacionarlos con la distribución de dichos módulos fotovoltaicos sobre dicha pared, dependiendo dichos parámetros de aplicación de características físicas de dichos módulos fotovoltaicos (101, 601) aplicables a lo largo de dicha coordenada vertical y/u horizontal asociada con dicha pared vertical (602);
  - definir una función de prioridad (520) asociada con dichos parámetros de aplicación (511, 512, 512', 513, 514) y variable a lo largo de dicha coordenada vertical y/u horizontal, proporcionando dicha función de prioridad:
    - una preponderancia de prioridad para un parámetro de iluminación (511) en la parte superior de la pared;
    - una primera preponderancia de prioridad para un parámetro de visibilidad (512) a la altura media de la cabeza de un usuario (506);
    - una segunda preponderancia de prioridad para un parámetro de control de deslumbramiento (512') a la altura media de la cabeza del usuario;
    - una preponderancia de prioridad para un parámetro de opacidad en la parte inferior de la pared;
  - una maximización de prioridad en cualquier lugar para un parámetro de área fotovoltaica;
  - según dichos parámetros de fachada (502, 503, 504), dichos parámetros de aplicación (511, 512, 512', 513, 514) y dicha función de prioridad (520), determinar dichas características físicas de cada uno de dichos módulos fotovoltaicos (101) a lo largo de dicha coordenada vertical y/u horizontal, y además calcular valores para dicho ángulo de cada uno de dichos módulos fotovoltaicos (101) a lo largo de dicha coordenada vertical y/u horizontal, con la finalidad de:
    - definir un borde externo (104) de dicho elemento de soporte rígido (103), que tiene un perímetro plano, para permitir que el módulo fotovoltaico (101) se aplique sobre un marco asociable con otros módulos fotovoltaicos (101) en la pared vertical;
    - definir la geometría de dicho elemento de soporte rígido (103) para que la orientación del elemento fotovoltaico (102) con respecto al borde externo (104) y la pared vertical (602) tenga dicho ángulo adoptando uno de una pluralidad de valores discretos que varían desde 0° hasta 90° entre el plano de dicha pared vertical (602) y el plano de dicho elemento fotovoltaico plano (102);
    - aplicar dichos módulos fotovoltaicos (601) a dicha pared vertical (602) según dichas características tipológicas determinadas y dichos valores calculados de dicho ángulo.
2. Método de aplicación según la reivindicación 1, en el que dichos parámetros de aplicación comprenden: dicho parámetro de iluminación (511), dependiente de la intensidad de la luz transmisible a través de dicho elemento de soporte rígido (103); dicho parámetro de visibilidad (512) y dicho parámetro de control de deslumbramiento (512'), dependientes de la transparencia de dicho elemento de soporte rígido (103); dicho parámetro de área fotovoltaica (513), dependiente del área utilizable de dicho elemento fotovoltaico plano (102); dicho parámetro de opacidad (514), dependiente de la opacidad de dicho elemento fotovoltaico plano (102).
3. Método de aplicación según la reivindicación 2, en el que dicho parámetro de iluminación (511) depende además del sombreado adyacente a dicha pared vertical (602).
4. Método de aplicación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicha pluralidad de parámetros de fachada (502, 503, 504) comprende además: la latitud geográfica (504) de dicha pared vertical (602).
5. Método de aplicación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dichas características físicas comprenden: material de dicho elemento de soporte rígido (103); acabado superficial de dicho elemento de soporte rígido (103); tipo de dicho elemento fotovoltaico plano (102).

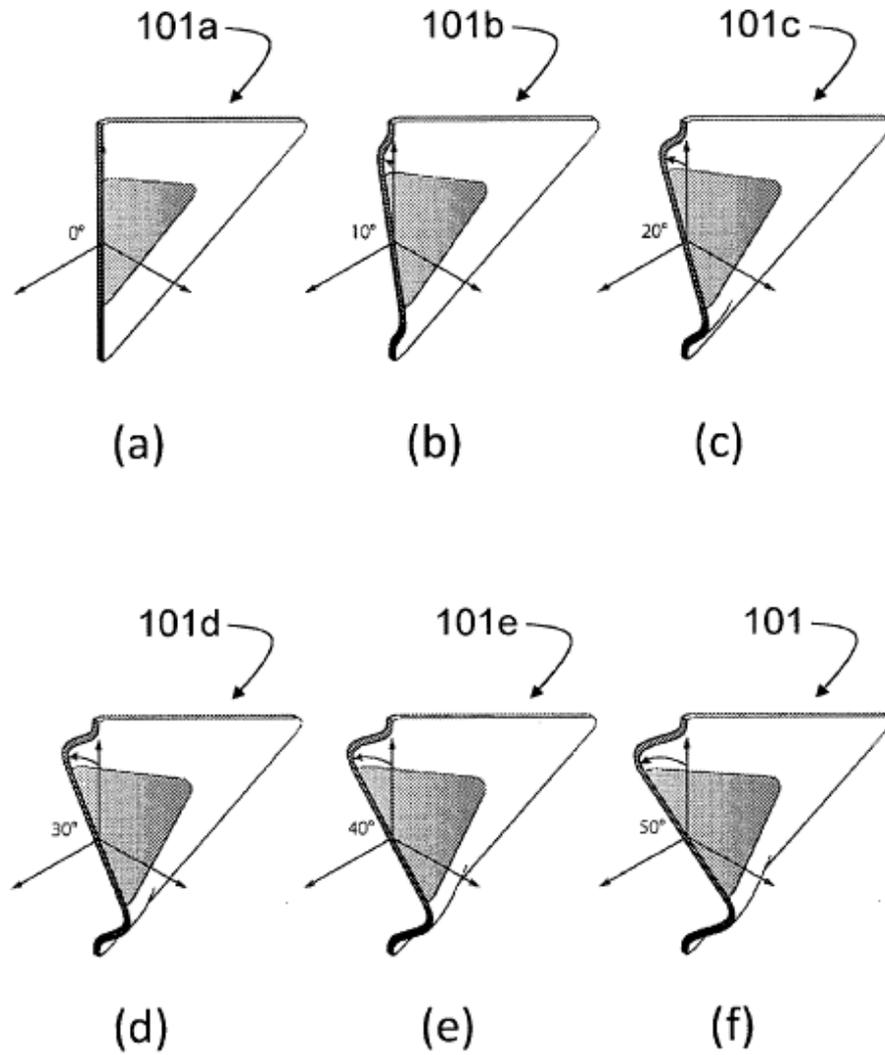
6. Método de aplicación según la reivindicación 5, en el que dicho material y dicho acabado superficial de dicho elemento de soporte rígido (103) caracterizan un elemento del tipo: transparente, o claro, o translúcido u opaco.
7. Método de aplicación según la reivindicación 5 o 6, en el que dicho elemento de soporte rígido (103) está hecho de vidrio o material plástico transparente.
- 5 8. Método de aplicación según la reivindicación 1, en el que dicho elemento de soporte rígido (103) comprende un par de superficies curvas respectivas, adaptadas para dirigir los rayos solares incidentes sobre dicho elemento de soporte rígido (103) hacia dicha superficie de dicho elemento fotovoltaico plano (102).
- 10 9. Método de aplicación según la reivindicación 1, en el que la geometría de dicho elemento fotovoltaico plano (102) es la misma para cualquier geometría establecida para dicho elemento de soporte rígido (103) en cada uno de dichos módulos fotovoltaicos (101, 101a, 101b, 101c, 101d, 101e).
10. Método de aplicación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que dichas características físicas de cada uno de dichos módulos fotovoltaicos (101, 101a, 101b, 101c, 101d, 101e) y dichos valores de dicho ángulo se calculan mediante optimización paramétrica constreñida.
- 15 11. Método de aplicación según la reivindicación 10, en el que dichas características físicas de cada uno de dichos módulos fotovoltaicos (101, 101a, 101b, 101c, 101d, 101e) y dichos valores de dicho ángulo de cada uno de dichos módulos fotovoltaicos a lo largo de dicha coordenada vertical y/u horizontal son variables a lo largo de dicha coordenada vertical y/u horizontal.
- 20 12. Programa de ordenador, preferiblemente un programa CAD, que, cuando se ejecuta en un ordenador, está configurado para determinar características tipológicas y para calcular valores de un ángulo según el método de aplicación de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.



**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**

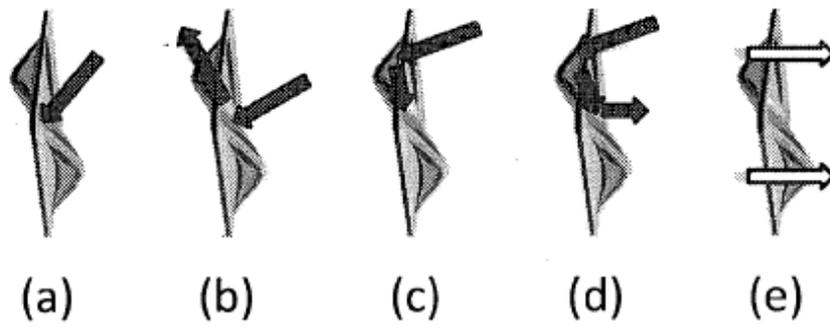


FIG. 4

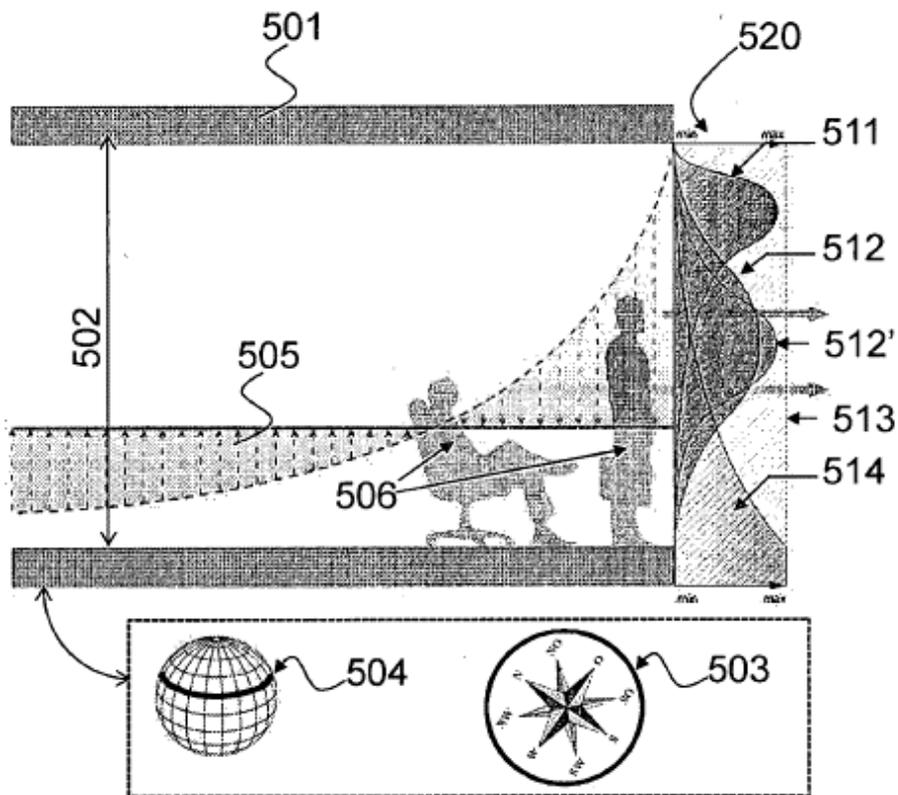
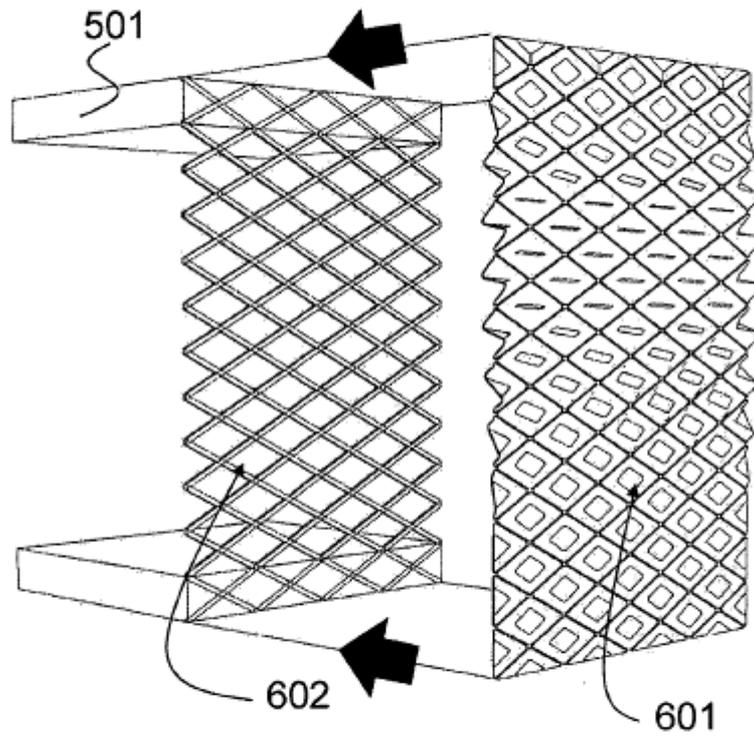
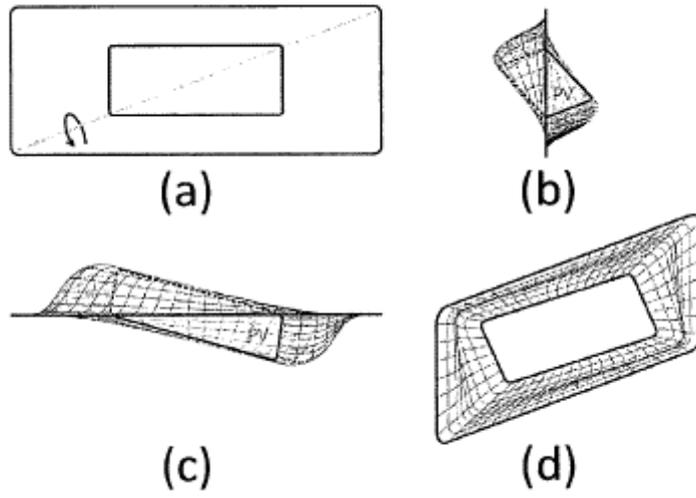


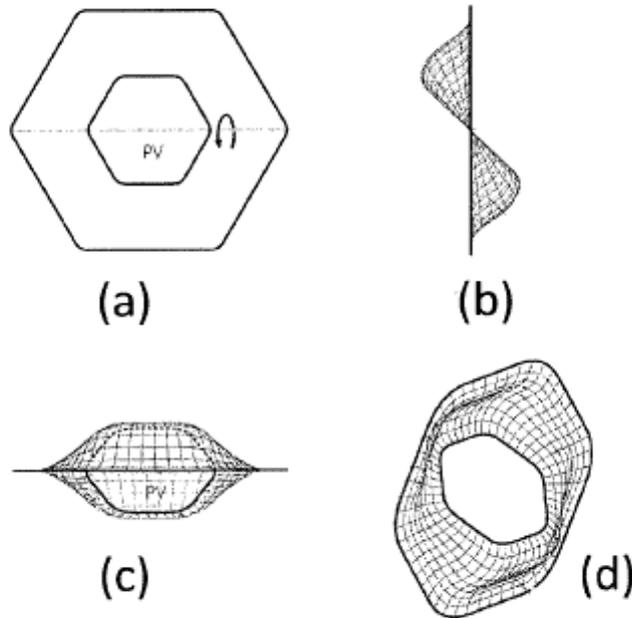
FIG. 5



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**