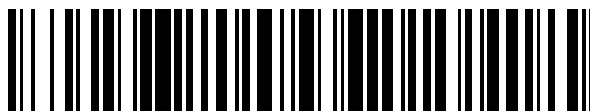


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 989**

51 Int. Cl.:

F24J 2/00 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2010 PCT/AU2010/000390**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2010 WO10115237**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2010 E 10761123 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2449318**

54 Título: **Método de fabricación de un panel sándwich de espejo solar**

30 Prioridad:

06.04.2009 AU 2009901467

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

08.11.2016

73 Titular/es:

**SUNRISE CSP PTY LIMITED (100.0%)
5 Hall Street
Lyneham ACT 2602, AU**

72 Inventor/es:

**LOVEGROVE, KEITH, MALCOLM;
BURGESS, GREGORY, JOHN y
COVENTRY, JOSEPH, SYDNEY**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 588 989 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 fabricación de un panel sándwich de espejo solar

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a un método de fabricación de un panel sándwich de espejo solar.

Antecedentes

10 La luz solar es una fuente de energía “renovable” que puede capturarse para uso humano usando diversas técnicas. Un método de concentración de luz es usar óptica reflectante (con espejos). Los espejos se mueven para seguir al sol con ejes de movimiento o bien únicos o bien dobles, enfocando luz a un receptor en el que se lleva a cabo algún tipo de proceso de captación o conversión de energía.

15 Cuando se usan reflectores, la superficie de espejo preferiblemente sigue una superficie deseada en un grado de precisión relativamente alto de modo que la zona focal es relativamente pequeña y la eficacia alta.

20 Normalmente, la superficie de espejo se compone de un gran número de paneles de espejo individuales pero puede ser un único panel.

Una central termoeléctrica solar puede requerir cientos o miles de paneles de espejo individuales. Por consiguiente, el coste de cada panel tiene una influencia significativa en el coste global de la central termoeléctrica solar.

25 Se conocen ejemplos de paneles de espejo solar según la técnica anterior a partir de cada uno de los documentos WO 2009/040065 y US 4 343 533.

Sumario de la invención

30 La invención proporciona métodos y técnicas para la fabricación de paneles de espejo solar novedosos; además se dan a conocer moldes para la fabricación de los paneles, métodos para la fabricación de los moldes y paneles de espejo solar.

Panel

35 En una forma amplia, la invención proporciona un método para la fabricación de un panel sándwich de espejo solar que comprende:

40 un elemento reflectante de tipo hoja que tiene una superficie reflectante;

un primer elemento de rigidización de tipo hoja, y

45 un elemento separador de material compuesto de madera aglomerada con resina situado entre los elementos reflectante y de rigidización.

Los paneles preferiblemente tienen un error promedio de gradiente inferior o igual a aproximadamente 5 miliradianes, más preferiblemente inferior a aproximadamente o igual a 2 miliradianes y lo más preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 1 miliradián.

50 Usando el método de fabricación de la invención pueden obtenerse paneles con una precisión relativamente alta que comprenden:

un elemento reflectante de tipo hoja que tiene una superficie reflectante;

55 un primer elemento de rigidización de tipo hoja,

un elemento separador situado entre los elementos reflectante y de rigidización,

60 en los que dicha superficie reflectante tiene un error promedio de gradiente inferior o igual a aproximadamente 5 miliradianes.

Puede usarse material compuesto de madera aglomerada con resina u otros materiales para el elemento separador, tal como, pero no limitados a: nido de abeja en aluminio o papel; polímeros o plásticos expandidos (espumados), tales como poliestireno, PVC, poliuretano, polipropileno, polimetilmetacrilamida (acrílico) y estireno acrilonitrilo (SAN) expandidos; madera de balsa; bambú o cartón.

65

Preferiblemente, el error promedio de gradiente es inferior o igual a aproximadamente 2 milirradiantes y preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 1 milirradián.

5 Los paneles según las afirmaciones anteriores pueden tener un segundo elemento de rigidización situado entre el elemento reflectante y el elemento separador.

Los paneles según las afirmaciones anteriores pueden ser de cualquier tipo, incluidos espejos de tipo parabólico y espejos de tipo cóncavo.

10 El material compuesto de madera aglomerada con resina puede ser un material de tipo tablero de fibra, madera contrachapada, un material de tablero de partícula o de virutas de madera. Preferiblemente, el material compuesto de madera aglomerada con resina es tablero de fibra de densidad media.

15 El elemento reflectante es preferiblemente, pero no necesariamente, al menos autoportante.

El elemento reflectante puede comprender una única capa que es reflectante y que es o no es autoportante o dos o más capas discretas – una capa reflectante y una o más capas que proporcionan o no proporcionan rigidez.

20 El elemento reflectante está preferiblemente formado por una fina hoja de vidrio con un recubrimiento reflectante, tal como una capa fina de plata, en su superficie trasera, junto con una o más capas de pintura protectora u otro material. Pueden usarse otros materiales tales como aluminio pulido o polímeros reflectantes. El espesor preferido del vidrio es inferior a aproximadamente 2,0 mm, más preferiblemente inferior a aproximadamente 1,5 mm y lo más preferiblemente aproximadamente 1,0 mm.

25 Los elementos de rigidización pueden ser el mismo material o materiales diferentes. El espesor de estos dos elementos puede ser el mismo o diferente.

30 El elemento o los elementos de rigidización son preferiblemente finas hojas de metal, más preferiblemente hojas de acero. El espesor preferido del acero es entre aproximadamente 0,3 y 1,0 mm y más preferiblemente aproximadamente 0,4 mm.

Los elementos están unidos entre sí usando adhesivo y más preferiblemente adhesivo termofusible.

Molde

35 La solicitud también da a conocer un molde para la fabricación de un panel de espejo solar multicapa que comprende al menos dos capas de material unidas entre sí, comprendiendo el molde:

40 un primer conjunto de elementos estructurales;

un segundo conjunto de elementos estructurales, y

un panel que tiene una superficie frontal de definición de molde y una superficie trasera,

45 en el que:

dicho primer conjunto de elementos estructurales están dispuestos generalmente paralelos entre sí uno al lado de otro y teniendo cada uno una primera superficie superior, y

50 dicho segundo conjunto de elementos estructurales están dispuestos generalmente paralelos entre sí uno al lado de otro y generalmente perpendiculares al primer conjunto de elementos estructurales y teniendo cada uno una segunda superficie superior,

55 estando la superficie trasera de dicho panel acoplada a las superficies primera y segunda de modo que sigue una superficie de molde deseada.

60 El primer conjunto de elementos estructurales preferiblemente tienen cada uno una primera base y una pluralidad de primeras ranuras que se extienden desde la primera superficie superior hacia dicha primera base y el segundo conjunto de elementos estructurales tienen cada uno una segunda base y una pluralidad de ranuras correspondientes que se extienden desde la segunda base hacia la segunda superficie superior, por lo que los conjuntos primero y segundo se enganchan entre sí.

65 El molde no está limitado al uso en la fabricación de los paneles según la invención o el método de fabricación de los paneles de la invención.

Fabricación del molde

El molde puede fabricarse:

5 proporcionando una pluralidad de primeros elementos estructurales alargados planos y una pluralidad de segundos elementos estructurales alargados planos,

enganchando cada primer elemento con dicha pluralidad de segundos elementos y cada segundo elemento en enganche perpendicular con dicha pluralidad de primeros elementos de modo que los elementos de cada conjunto son generalmente paralelos y están separados uno al lado del otro en relación con los otros del mismo conjunto, y

10 conectando una o más hojas de material de definición de superficie de molde a los primeros y segundos elementos enganchados para definir una superficie de molde.

15 La etapa de proporcionar los primeros y segundos elementos puede incluir proporcionar al menos una hoja o panel de material y cortar dichos primeros y segundos elementos de la al menos una hoja.

Fabricación de los paneles.

20 La fabricación de paneles utiliza un proceso que genera un gradiente de temperatura a través de los diversos elementos del panel a medida que los elementos de panel se adhieren entre sí.

La invención proporciona un método según la reivindicación 1 de fabricación de un panel sándwich de espejo solar, comprendiendo el método:

25 proporcionar, apilados uno encima de otro, una pila de al menos:

un elemento reflectante de tipo hoja que tiene una superficie reflectante;

30 un primer elemento de rigidización de tipo hoja,

un elemento separador situado entre los elementos reflectante y de rigidización,

con capas de material adhesivo entre elementos adyacentes;

35 conformar los al menos tres elementos a una forma inicial, y

mientras se mantienen los al menos tres elementos conformados a la forma inicial:

40 (a) enfriar, calentar y/o tanto calentar como enfriar los elementos para crear uno o más gradientes de temperatura controlada:

entre los elementos,

45 dentro de uno o más elementos, o

entre los elementos y dentro de uno o más elementos,

y, mientras existen el uno o más gradientes de temperatura controlada,

50 (b) unir elementos adyacentes entre sí con el adhesivo entre ellos.

El término "pila" debe interpretarse como que no pone ninguna limitación en cuanto a la orientación de los elementos o su orden en relación con la horizontal. En particular no requiere que los elementos se dispongan generalmente de manera horizontal o con un elemento particular encima de otro. La pila puede disponerse con los elementos de tipo hoja extendiéndose generalmente verticales o a cualquier otro ángulo. Cuando los elementos se extienden generalmente de manera horizontal la capa reflectante puede estar encima o debajo del elemento separador.

60 Mediante la variación del gradiente de temperatura a través (o por) el panel, cada elemento (o parte de un elemento) estará a una temperatura diferente cuando se endurezca el adhesivo. Como tal, difiere la cantidad en la que cada elemento de un panel se contrae cuando se enfría hasta temperatura ambiente. Mediante el ajuste del gradiente de temperatura a través del panel en el/los momento(s) de endurecimiento pueden controlarse la contracción relativa de elementos y por tanto la curvatura final de un panel de modo que pueden obtenerse formas deseadas consistentes.

65 En una forma preferida las capas adhesivas son de adhesivo termoplástico (termofusible) y se logra la unión de elementos adyacentes calentando en primer lugar los elementos y el adhesivo por encima de la temperatura de fusión respectiva del adhesivo y enfriando entonces la capa adhesiva respectiva hasta por debajo de la temperatura

de endurecimiento del adhesivo.

Cada capa de adhesivo termofusible puede acoplarse o unirse a uno o ambos elementos a ambos lados del adhesivo antes de calentarse por encima de la temperatura de fusión respectiva.

5 En una forma preferida se une una capa de adhesivo termofusible a al menos un elemento, preferiblemente una capa de rigidización, antes del ensamblaje de la pila. Tras el ensamblaje se calienta el adhesivo termofusible, fundiendo el adhesivo termofusible.

10 Un panel puede ensamblarse con dos o más elementos unidos entre sí por adhesivo termofusible en un estado inicial, calentarse para fundir el adhesivo termofusible y entonces llevarse a cabo las etapas a) y b). El estado inicial puede ser un estado generalmente plano pero puede ser un estado curvado.

15 Pueden usarse adhesivos diferentes de adhesivos termofusibles. También pueden usarse adhesivos termoestables que se endurecen de manera irreversible mediante calor, irradiación o como resultado de una reacción química, tal como adhesivos de dos componentes o de endurecimiento catalítico. Los ejemplos incluyen resina epoxi y poliuretano. Normalmente tales adhesivos termoestables se curan en función tanto del tiempo como de la temperatura.

20 También pueden usarse adhesivos que se endurecen generalmente de manera independiente de la temperatura o cuyo endurecimiento puede provocarse de manera casi instantánea. Los ejemplos incluyen adhesivos que se endurecen mediante la aplicación de radiación. Cuando se usan tales adhesivos entonces es solamente el gradiente de temperatura el que proporciona el ajuste de curvatura. Asumiendo que se usó el mismo adhesivo entre elementos, entonces las capas adhesivas pueden endurecerse a sustancialmente el mismo tiempo.

25 En una forma preferida la temperatura de los elementos se reduce mientras se mantienen el uno o más gradientes de temperatura. El uno o más gradientes de temperatura pueden cambiar con el tiempo.

30 En una forma, se enfrían capas de adhesivo termofusible hasta por debajo de la temperatura de endurecimiento respectiva de manera secuencial desde un lado (el superior o inferior) de la pila. Sin embargo, la pila puede enfriarse desde ambos lados (tanto el superior como el inferior) de modo que la(s) capa(s) hacia el centro de la pila se enfrían hasta su temperatura de endurecimiento después de que las capas por encima y por debajo se hayan enfriado hasta su temperatura de endurecimiento.

35 Preferiblemente se usa el mismo adhesivo termofusible entre elementos adyacentes pero pueden usarse dos o más adhesivos termofusibles diferentes.

En una forma preferida todas las capas adhesivas son del mismo adhesivo termofusible.

40 El panel preferiblemente tiene cuatro elementos y tres capas de adhesivo termofusible.

45 La(s) temperatura(s) de la(s) capa(s) de adhesivo termofusible (tanto si une(n) capas adyacentes como si no) en el momento en que se enfría otra capa de adhesivo termofusible hasta su temperatura de fraguado puede(n) variarse para compensar las variaciones en moldes y/o para crear paneles que tienen curvaturas diferentes a la misma temperatura.

Breve descripción de los dibujos

50 La figura 1 es una sección transversal a través de un panel reflectante realizado según una realización de la invención.

La figura 2 es una vista en planta desde debajo de un molde para realizar el panel de la figura 1.

55 La figura 3 es una vista lateral de un primer componente del molde de la figura 2.

La figura 4 es una vista lateral de un segundo componente del molde de la figura 2.

60 La figura 5 es una vista en sección transversal a través del molde de la figura 2 durante la fabricación de un panel reflectante.

La figura 6 es una vista en detalle de parte de la figura 5.

65 La figura 7 es una vista en detalle esquemática de parte de la figura 5 que muestra un régimen de enfriamiento diferente.

Descripción detallada de realizaciones preferidas y otras

Panel

5 Con referencia a los dibujos se muestra un panel 10 de espejo solar. El panel se compone de un elemento 12 reflectante, dos elementos 14, 18 de rigidización y un elemento 16 separador. El elemento 16 separador está colocado entre los dos elementos 14, 18 de rigidización y uno de los elementos 14 de rigidización está colocado entre el elemento 16 separador y el elemento 12 reflectante. Tres capas 20, 22 y 24 de adhesivo, preferiblemente adhesivo termofusible, se sitúan entre elementos adyacentes y amarran los elementos entre sí. La(s) temperatura(s) de endurecimiento de las capas 20, 22 y 24 de adhesivo termoplástico está(n) por encima de las temperaturas anticipadas a las que el panel puede exponerse durante el transporte, la fabricación y el uso. Se prefiere una temperatura de endurecimiento superior a aproximadamente 75 centígrados.

15 El elemento 16 separador sirve para separar los dos elementos de rigidización y aumentar la rigidez del panel en comparación con un panel que tiene la misma cantidad de material de rigidización en una única capa.

20 Los dos elementos 14, 18 de rigidización son preferiblemente ligeramente más grandes que el elemento 16 separador pero pueden ser del mismo tamaño. Un sellante 26 está situado en los bordes del elemento 16 separador entre los dos elementos 14, 18 de rigidización. El elemento 12 reflectante es también más pequeño que los elementos de rigidización. Esto es principalmente para limitar o evitar el daño al elemento reflectante durante la fabricación, el transporte y el ensamblaje. Los paneles pueden almacenarse o transportarse verticalmente y realizando el elemento reflectante más pequeño, sólo se transfieren cargas a los elementos 14, 18 de rigidización. Si se desea, el elemento reflectante puede ser tan grande como los elementos 14, 18 de rigidización. De manera similar, si no se requiere un sellante, el elemento separador puede ser del mismo tamaño que los elementos de rigidización.

30 Los elementos 14, 18 de rigidización son preferiblemente un metal y más preferiblemente acero. Se prefieren hojas de acero que tienen un espesor de entre aproximadamente 0,3 mm y aproximadamente 1,0 mm. En la realización preferida dos capas de metal están formadas del mismo acero y tienen el mismo espesor de aproximadamente 0,4 mm. Los dos elementos de rigidización pueden formarse por materiales diferentes y/o espesores diferentes. Pueden usarse resina reforzada con fibras, polímero u hojas de plástico tales como fibra de carbono o vidrio como elementos de rigidización.

35 El elemento 16 separador está preferiblemente formado por un material compuesto de madera aglomerada con resina. En la realización preferida el elemento 16 está formado por tablero de fibra y preferiblemente tablero de fibra de densidad media (MDF) que tiene un espesor de aproximadamente 6 mm, una densidad de entre aproximadamente 600 kg/m³ y 900 kg/m³. Cuando se usa tal tablero de fibra de densidad media, preferiblemente tiene un espesor de entre aproximadamente 4,5 mm y aproximadamente 9 mm. Pueden usarse otros materiales pero el material compuesto de madera aglomerada con resina proporciona consistencia en propiedades y la capacidad de resistir temperaturas por encima de 100°C sin degradación junto con bajo coste.

45 El material compuesto de madera aglomerada con resina puede ser un material de tipo tablero de fibra, madera contrachapada, un material de tablero de partícula o de virutas de madera. Preferiblemente el material compuesto de madera aglomerada con resina es tablero de fibra de densidad media.

Pueden usarse otros materiales para el elemento separador, tal como nido de abeja en aluminio o papel; polímeros o plásticos expandidos (espumados), tales como poliestireno, PVC, poliuretano, polipropileno, polimetilmetacrilamida (acrílico) y estireno acrilonitrilo (SAN) expandidos; madera de balsa; bambú o cartón.

50 El elemento 12 reflectante en la realización preferida es una fina hoja de vidrio con un recubrimiento reflectante (y pintura protectora o similar) en su superficie trasera (no expuesta), que está unida por la capa 20 de adhesivo termoplástico al elemento 14 de metal. El espesor del vidrio es preferiblemente inferior a aproximadamente 1,5 mm y más preferiblemente de aproximadamente 1,0 mm. Pueden usarse otros materiales como superficie reflectante, tal como películas de polímero o aluminio pulido, o bien solos o bien sobre un sustrato. Sin embargo, se prefiere vidrio ya que tiene una resistencia al rayado superior que las películas de polímero y aluminio.

60 Aunque el elemento reflectante está formado por vidrio, cuando el panel se ha ensamblado es relativamente resistente a los impactos. La unión al elemento 14 de metal refuerza esta fina capa de vidrio y limita el daño por granizo y similar a zonas relativamente pequeñas. La técnica de laminación de vidrio sobre metal evita o limita propagación de grietas y evita la rotura de toda la hoja de vidrio por un único impacto. Mientras que la zona dañada depende de la naturaleza del impacto éstas normalmente no son superiores a un círculo de 10 mm.

65 Usando la estructura descrita anteriormente y las técnicas de fabricación de la invención, descritas a continuación, los paneles pueden fabricarse con un error promedio de gradiente inferior o igual a aproximadamente 5 miliradianes, más preferiblemente inferior o igual a 2 miliradianes y lo más preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 1 milirradián. El error de gradiente en un punto particular es el ángulo entre la perpendicular real a

la superficie en ese punto y la perpendicular propuesta en ese punto.

Molde

5 Con referencia a las figuras 2 a 4 se muestra un molde 50 para la fabricación del panel de la figura 1.

El molde 50 comprende un primer conjunto 52 de elementos estructurales y un segundo conjunto 54 de elementos estructurales. Los elementos del primer conjunto están dispuestos generalmente paralelos entre sí uno al lado de otro. Los elementos del segundo conjunto están dispuestos generalmente paralelos entre sí uno al lado de otro y se extienden generalmente de manera perpendicular a través del primer conjunto.

Los elementos estructurales están formados por chapa metálica y, tal como puede verse en las figuras 3 y 4, cada uno tiene una base 56 recta y un borde 58 superior curvado convexo. Los elementos estructurales pueden cortarse de hojas de metal usando una máquina cortadora automática, tal como una cortadora láser controlada por ordenador. Usando una cortadora de este tipo, los bordes 58 superiores pueden cortarse con precisión.

El primer conjunto de elementos 52 está formado con ranuras 60 que se extienden desde el borde 58 superior hacia la base 56 mientras que el segundo conjunto 54 está formado con ranuras 62 correspondientes que se extienden desde la base 56 hacia el borde 58 superior. Los dos conjuntos 52, 54 pueden por tanto ensamblarse simplemente colocando el primer conjunto 52 en una superficie plana y deslizando cada uno del segundo conjunto 54 hacia abajo.

Los bordes 58 superiores por tanto siguen una superficie deseada. Esta superficie puede ser parte de una esfera o puede ser parte de un paraboloide de revolución, una superficie que habitualmente se denomina superficie parabólica, o cualquier otra forma. Si se desea una superficie parabólica es relativamente fácil cortar los elementos 52, 54 de manera apropiada, ya que el borde 58 superior de cada elemento será parte de una parábola.

Montada en los bordes 58 superiores de los primeros y segundos elementos 52, 54 hay una capa 64 que forma la superficie 66 de molde real. La capa 64 es preferiblemente una hoja de acero con un recubrimiento antiadherente en su lado superior. La hoja 64 de acero se amarra a los bordes 58 superiores usando una combinación de soldadura discontinua y sellante de silicona/cola y por tanto sigue de manera precisa la superficie definida por los bordes 58 superiores. Pueden usarse otras maneras de amarrar la capa a los bordes superiores. La curvatura de la hoja de acero está en el intervalo elástico.

La superficie 66 de molde es por tanto una superficie convexa. El molde puede fabricarse de modo que la superficie de molde es cóncava. Esto puede lograrse cortando los elementos 52, 54 estructurales de modo que los bordes 58 superiores son cóncavos en lugar de convexos.

Fabricación

40 Con referencia a la figura 5, el molde 50 se usa para formar los paneles 10 en vacío y, en el método preferido, se posiciona horizontalmente con la superficie 66 de molde en la parte más superior. Pueden usarse otros moldes. Los elementos del panel 10 se colocan secuencialmente en el molde para formar una pila, comenzando con el elemento 12 de vidrio, seguido de una primera hoja 20 de adhesivo termofusible, entonces el primer elemento 14 de metal, una segunda hoja 22 de adhesivo termofusible, el elemento 16 de material compuesto de madera aglomerada con resina, una tercera hoja 24 de adhesivo termofusible y finalmente el segundo elemento 18 de metal. El molde tiene dispositivos de localización, no mostrados, para garantizar que los bordes de los diversos elementos están sustancialmente alineados entre sí. En la práctica, las capas de adhesivo termofusible pueden sobredimensionarse para garantizar que haya adhesivo por todas las superficies que van a unirse.

50 Si se usa un molde con una superficie de molde cóncava los componentes se invertirán y se colocarán en el molde en orden inverso, con el elemento 18 de metal en la parte más inferior y el elemento 12 de vidrio en la parte más superior. La superficie del vidrio está por tanto expuesta, con la capa reflectante de metal en su superficie inferior.

Aunque se prefiere el uso de hojas de adhesivo termofusible, está dentro del alcance de la invención aplicar el adhesivo termofusible por otros medios, tales como pulverizando partículas líquidas o sólidas de adhesivo termofusible sobre la superficie expuesta de cada elemento. Esto puede ser antes o después de la colocación en la pila. Debe entenderse que el término "adhesivo termofusible" significa cualquier adhesivo termoplástico que se funde o se ablanda por encima de determinada temperatura y el término no tiene ninguna limitación en cuanto a la aplicación del adhesivo.

60 En el método preferido en la actualidad, se aplica adhesivo a una o ambas de las hojas 14 y 18 de metal antes del ensamblaje y cada laminado de metal/adhesivo se coloca en la pila como una única unidad.

65 En esta etapa los elementos se soportan generalmente en su centro y simplemente se inclinan hacia abajo por la acción de la gravedad y no siguen necesariamente la forma de la superficie de molde. De manera similar, si se usa un molde cóncavo los elementos se soportarán en sus bordes y el centro se inclinará hacia abajo hacia el molde por

la acción de la gravedad.

5 Se coloca entonces una bolsa de vacío sobre el ensamblaje y se aplica un vacío, forzando los elementos a conformarse a la superficie 66 de molde. Pueden usarse otros medios de conformación de los elementos a la superficie de molde. Como un ejemplo, puede aplicarse un fluido a alta presión (directa o indirectamente) a la superficie expuesta del elemento superior para empujar las capas hacia la conformidad con la superficie de molde. Puede usarse una platina con una forma complementaria a la forma del molde. Los métodos de conformación de capas a una superficie de molde cóncava o convexa se conocen bien y la técnica específica usada no es crítica para la invención.

10 Mientras que se aplica el vacío el ensamblaje completo se calienta por encima del punto de endurecimiento de las capas 20, 22, 24 adhesivas termofusibles. En la técnica preferida, el molde y ensamblaje completos se colocan en un horno industrial mantenido a aproximadamente 130°C. La temperatura real no es crítica siempre y cuando esté por encima de la(s) temperatura(s) de endurecimiento del adhesivo termofusible.

15 El panel puede ensamblarse parcial o completamente antes de que se conforme a la forma inicial y el adhesivo se endurezca mientras el panel se somete al gradiente de temperatura. Dos o más de los elementos pueden conectarse entre sí antes del ensamblaje de la pila. Esta conexión puede realizarse usando adhesivo endurecido o no curado. Por tanto dos o más elementos, hasta e incluyendo todos los elementos, pueden conectarse o unirse entre sí en un estado inicial y entonces colocarse en el molde y doblarse a la forma inicial. El estado inicial no tiene que ser plano. Pueden usarse adhesivos diferentes del adhesivo termofusible que, cuando no están curados, tienen suficiente "pegajosidad" para conectar los elementos entre sí. También pueden usarse pinzas externas o similares para conectar elementos entre sí.

25 Cuando se usa adhesivo termofusible para conectar los elementos puede ser necesario calentar los elementos para fundir el adhesivo antes de la conformación a la forma inicial.

30 En la técnica preferida, la temperatura de la parte inferior de la capa de molde se mide en el centro del molde, ya que esta ubicación será la más lenta en calentarse. Esto se mide usando un termopar 70 acoplado al lado inferior de la capa 64 de molde. Pueden usarse otros medios de medición de la temperatura de la parte inferior de la capa. Pueden tomarse temperaturas en una o más partes del molde, pero se ha encontrado que una única ubicación para la medición de temperatura proporciona resultados aceptables.

35 Un termopar 72 se posiciona de manera central en la parte superior de la bolsa de vacío. Esto se usa más tarde en el procedimiento.

40 Una vez que las temperaturas medidas por uno o ambos termopares 70, 72 estén por encima de umbrales que corresponden a la fusión de las tres capas de adhesivo termofusible, el ensamblaje se retira del horno y se deja enfriar en un ambiente controlado mientras que el vacío permanece aplicado.

45 En la presente realización el molde está formado por tiras de metal y un plato de molde de metal. Éstos tienen una gran masa y alto calor específico en comparación con los componentes para el panel y la bolsa de vacío. Como tal, el molde se enfriará más lentamente que la parte superior del panel 10. Esto da como resultado un enfriamiento diferencial entre los elementos superiores e inferiores del panel y los elementos alcanzarán su(s) temperatura(s) de endurecimiento en momentos diferentes.

50 Mediante la modificación de la velocidad de enfriamiento de la parte frontal del molde en relación con la parte trasera del molde, puede mantenerse un gradiente de temperatura controlada a través del panel a medida que el panel se enfría. Esto da como resultado que las tres capas de adhesivo termofusible alcanzan su(s) temperatura(s) de endurecimiento en momentos diferentes cuando se usa el mismo adhesivo termofusible para todas las capas adhesivas.

55 En las realizaciones preferidas se miden las temperaturas de al menos una ubicación en la parte superior del panel y al menos una ubicación en la parte inferior del molde. Pueden usarse los termopares 70 y 72.

En la realización preferida el molde se coloca en una ubicación a temperatura ambiente y se sopla aire a temperatura ambiente sobre el lado inferior del molde. El aire puede soplar mediante uno o más ventiladores.

60 Un programa de enfriamiento mide las temperaturas y controla los ventiladores para variar el enfriamiento del molde desde abajo. Opcionalmente, el programa de enfriamiento también recibe una entrada que identifica el molde y varía la cantidad de enfriamiento según el molde específico. El molde puede tener un código 74 de barras que se lee mediante un escáner adecuado. Alternativamente, los moldes pueden tener cada uno una etiqueta, marcador, protuberancia u otro componente que interacciona con un detector, tal como uno o más conmutadores, que seleccionan uno de una multitud de regímenes de enfriamiento.

65 La invención no se limita al enfriamiento desde abajo e incluye enfriar tanto la parte superior como la inferior, o con

enfriamiento integrado en el molde. Si se requiere, puede aplicarse calor a parte del molde (tal como su parte superior). Lo que es importante es mantener un gradiente de temperatura controlada.

5 Con el presente molde incluso con enfriamiento desde abajo hay un gradiente de temperatura a través del panel estando el elemento superior más frío que los elementos inferiores. Por consiguiente, la capa 24 adhesiva termofusible más superior se enfría hasta su temperatura de endurecimiento antes que las dos capas 20, 22 adhesivas termofusibles inferiores. Cuando la capa 24 de adhesivo termofusible superior alcanza su temperatura de endurecimiento bloquea el elemento 18 de acero superior al elemento 16 de material compuesto de madera.

10 El enfriamiento continúa. Se acumulan tensiones entre el elemento 16 de material compuesto de madera y el elemento 18 de metal superior a medida que se enfrían porque los coeficientes de expansión del material compuesto de madera y el acero son diferentes. Las otras capas de adhesivo termofusible todavía están por encima de sus temperaturas de endurecimiento de modo que no se acumulan tensiones entre otros elementos a medida que se enfrían.

15 Cuando la capa 22 de adhesivo termofusible central alcanza su temperatura de endurecimiento el elemento 14 de acero inferior se bloquea al elemento 16 de material compuesto de madera pero no el elemento de vidrio. Se acumulan tensiones entre el elemento 16 de material compuesto de madera y los dos elementos 14, 18 de acero a medida que continúa el enfriamiento pero las tensiones en el elemento 12 de vidrio no cambian a medida que se enfría el vidrio.

20 Finalmente la capa 20 de adhesivo termofusible inferior se enfría hasta su temperatura de endurecimiento y el elemento 12 de vidrio se bloquea al elemento 14 de metal inferior.

25 En este punto, mientras que todavía se aplica el vacío y se mantienen los elementos conformados al molde, los dos elementos 14, 18 de metal y el elemento 16 separador tienen tensiones integradas debido a las diferentes cantidades de contracción térmica. El vidrio no tiene tensiones inducidas térmicamente en este punto.

30 Cuando las tres capas de adhesivo termofusible están por debajo del punto de endurecimiento el vacío puede retirarse. Tras la retirada del vacío las tensiones acumuladas en los elementos dan como resultado que el panel se curva a una forma que no es necesariamente la misma que la forma de la superficie 66 de molde.

35 El panel 10 se deja entonces enfriar hasta temperatura ambiente. Los bordes del panel se sellan con un sellante 26 adecuado para evitar el daño por agua, aire u otros materiales.

40 La forma del panel depende de las tensiones relativas inducidas en los elementos 14, 16, 18 antes de que se endurezca la última capa de adhesivo termofusible. Esto a su vez depende del gradiente de temperatura a través de elementos unidos entre sí cuando se endurece cada capa de adhesivo termofusible. Los siguientes tres ejemplos demuestran cómo pueden crearse diferentes formas de panel de espejo a partir de un molde idéntico cambiando el régimen de enfriamiento diferencial.

45 Como primer ejemplo, el panel se enfría por igual (y de manera relativamente lenta), no hay ningún régimen de enfriamiento diferencial y por tanto ningún efecto de gradiente de temperatura. Los tres elementos alcanzan su temperatura de endurecimiento a sustancialmente el mismo tiempo. Las capas se bloquean entre sí al mismo tiempo y, a esa temperatura, no habrá ninguna tensión inducida. La retirada del vacío no dará como resultado ninguna flexión del panel. A esa temperatura de endurecimiento tendrá la forma del molde. Por supuesto, el enfriamiento a temperatura ambiente inducirá tensiones que darán como resultado un cambio de forma debido a los diferentes coeficientes de expansión.

50 Como segundo ejemplo, si el panel se enfría desde un lado (y de manera relativamente rápida) la temperatura de la capa adhesiva más cercana a ese lado enfriado estará por debajo de su punto de endurecimiento cuando se endurezca la capa adhesiva central. Supóngase que el adhesivo termofusible tiene una temperatura de endurecimiento de 75°C. Con referencia a la figura 6, supóngase que se ha aplicado una pequeña cantidad de enfriamiento al molde 50. Debido a la masa del molde 50, el panel se ha enfriado desde la parte superior hacia abajo y la capa 24 de adhesivo termofusible superior ya se ha enfriado por debajo de su temperatura de endurecimiento de 75°C. Para cuando la capa adhesiva central se enfría hasta 75°C el elemento 18 de acero superior puede haberse enfriado hasta 60°C.

60 En cambio, como tercer ejemplo con el mismo molde, si se ha aplicado más enfriamiento al molde 50 las partes inferiores del panel se habrán enfriado más rápidamente que antes (pero todavía más lentamente que la parte superior). Como tal, el elemento de acero 18 superior no se habrá enfriado tanto en el momento en que la capa 22 de adhesivo central se enfría hasta 75°C y puede estar a 65°C en lugar de a 60°C. Como tal, las tensiones inducidas serán menos. Cuando los dos paneles se retiran del molde y se enfrían hasta la misma temperatura las tensiones inducidas darán como resultado formas diferentes unas de otras y el primer ejemplo en el que no había ningún enfriamiento diferencial.

65

Puede usarse este enfriamiento diferencial de diversas maneras, o bien solas o bien en combinación. Puede variarse el régimen de enfriamiento para compensar las variaciones en condiciones ambientales, tales como temperatura ambiente, para garantizar que se aplica un gradiente de temperatura consistente a paneles producidos a partir del mismo molde de modo que tengan una forma consistente. Pueden corregirse variaciones en la forma de molde de modo que la forma final de los paneles se ajuste para compensar las variaciones en la forma de molde (principalmente debidas a variaciones en la fabricación de los moldes). Por tanto si se desea producir paneles que tienen sustancialmente la misma forma a partir de moldes diferentes puede variarse el régimen de enfriamiento para cada molde para producir diferentes tensiones inducidas térmicamente en los paneles para compensar las variaciones en la forma de superficie de molde.

También pueden crearse paneles de diferentes formas a partir del mismo molde. Éstos pueden combinarse de modo que puede usarse un conjunto de moldes para crear paneles que tienen formas diferentes y, más particularmente, conjuntos de paneles, teniendo cada panel de un conjunto sustancialmente la misma forma que los otros paneles del conjunto y sustancialmente diferente a la forma de paneles de otros conjuntos.

La descripción anterior supone que todo el adhesivo termofusible de una capa alcanza su temperatura de endurecimiento a sustancialmente el mismo tiempo. Puede usarse enfriamiento diferencial para variar la forma de un panel variando también el tiempo en el que partes de la misma capa de adhesivo termofusible alcanzan su temperatura de endurecimiento o para garantizar que toda una capa de adhesivo termofusible se endurece al mismo tiempo.

Con referencia a la figura 7, un panel tiene más enfriamiento aplicado en sus zonas de borde, indicadas por flechas 80 grandes, que en su centro, indicado por la flecha 82 pequeña. Por consiguiente, las zonas exteriores de un elemento alcanzan la temperatura de endurecimiento antes de la zona del centro. Esto provoca tensiones inducidas en las partes exteriores cuando la parte del centro alcanza su temperatura de endurecimiento. Esto puede lograrse proporcionando ventiladores para diferentes zonas y modificando la velocidad de ventilador de los ventiladores para variar la velocidad de enfriamiento.

Aunque las realizaciones de la invención utilizan enfriamiento del molde y los elementos inferiores de los paneles, se apreciará que puede aplicarse enfriamiento a la superficie superior o tanto la superficie superior como la inferior. Además, puede aplicarse aire caliente a cualquiera o ambas superficies para ralentizar la velocidad de enfriamiento.

Usando estas técnicas de fabricación puede fabricarse un panel con un error de gradiente inferior o igual a aproximadamente 5 miliradianes, más preferiblemente inferior o igual a 2 miliradianes y lo más preferiblemente inferior o igual a 1 milirradián.

El MDF estándar utiliza resina de urea formaldehído y se ha encontrado que a temperaturas de 110-120°C el MDF se curvará y retendrá su nueva forma cuando se enfríe hasta temperatura ambiente. Se cree que esto se debe al ablandamiento de la resina de urea formaldehído. El tiempo también es importante – puede lograrse el mismo efecto a temperaturas inferiores (> 90°C) si el tablero se mantiene a esa temperatura durante algún tiempo (por ejemplo 20 minutos). Se cree que esto reduce tensiones en el producto acabado en comparación con un separador que no experimenta ablandamiento.

Aunque el material compuesto de madera aglomerada con resina es el material separador preferido, pueden fabricarse paneles usando el método anterior que usan otros materiales para el elemento separador, tal como pero no limitados a nido de abeja en aluminio o papel; polímeros o plásticos expandidos (espumados), tales como poliestireno, PVC, poliuretano, polipropileno, polimetilmetacrilamida (acrílico) y estireno acrilonitrilo (SAN) expandidos; madera de balsa; bambú o cartón.

Pueden usarse resina reforzada con fibra, hojas de plásticos o polímero o tejidos tales como fibra de carbono o vidrio como elementos de rigidización. Si se desea, la pila de elementos puede ensamblarse con la resina reforzada con fibra no curada, actuando la resina como el adhesivo y curándose la resina durante el procedimiento de fabricación.

Aunque se prefieren adhesivos termofusibles, puede(n) usarse otro(s) adhesivo(s).

Suponiendo que un adhesivo que se endurece con el tiempo, ya sea independientemente de la temperatura o no, mediante la creación de un gradiente de temperatura en las capas los elementos estarán a diferentes temperaturas cuando las capas adhesivas se endurezcan. Por consiguiente, la cantidad en la que la temperatura de cada capa cambia desde la temperatura a la que se unió a una capa adyacente hasta temperatura ambiente puede controlarse controlando el gradiente de temperatura.

Una vez fabricados los paneles pueden ensamblarse directamente en una estructura de reflector solar, tal como se da a conocer en la solicitud de patente PCT número PCT/AU2009/000725 que proporciona vigas generalmente paralelas sobre las que pueden ensamblarse paneles de espejo solar. Los paneles son lo suficientemente fuertes y robustos como para unirse directamente a la estructura y cuando están unidos tienen la fuerza para llevar a una

persona que camina sobre la superficie. Aunque los paneles son fuertes todavía tienen la suficiente flexibilidad como para distorsionarse para conformarse a la forma de las vigas. Si la forma del panel no coincide con la de las vigas, el panel se doblará para coincidir con la forma de las vigas y por tanto se aproximará a la superficie ideal en esa ubicación más cerca de otra forma.

5 Esto permite construir una superficie de espejo en un reflector parabólico usando paneles que son todos sustancialmente idénticos en forma y curvatura o con un pequeño número de conjuntos de paneles sustancialmente idénticos mientras que todavía mantienen una precisión óptica global excelente.

10 Es por tanto posible producir paneles para un espejo parabólico que son sustancialmente idénticos. Esto lleva a ahorros de coste significativos en tanto la fabricación como el ensamblaje y evita el riesgo de colocar un panel en la ubicación errónea. Además, si los paneles se fabrican para tener una superficie reflectante sustancialmente esférica, en lugar de una superficie parabólica, pueden colocarse sobre las vigas en cualquier orientación.

15 Aunque el método se ha descrito con referencia a la fabricación de un panel que tiene dos elementos de rigidización con un elemento separador colocado entre los mismos, no se limita a realizar un panel así construido y puede usarse para la fabricación de paneles que tienen otras construcciones. Por consiguiente, el método puede aplicarse a la fabricación de paneles que tienen menos de o más de dos elementos de rigidización y más de un elemento separador.

20 Aunque la realización preferida utiliza elementos de rigidización y separadores de tipo hoja continuos, éstos no tienen que ser continuos y pueden tener perforaciones para reducir el peso y/o ajustar la flexión.

25 A no ser que el contexto claramente indique lo contrario, a lo largo de la descripción y cualquier reivindicación, las palabras "comprende", "que comprende", y similares deben interpretarse en un sentido inclusivo en lugar de un sentido exclusivo o exhaustivo; es decir, en el sentido de "incluido, pero no limitado a".

30 Será evidente para los expertos en la técnica que pueden realizarse muchas modificaciones y variaciones obvias a las realizaciones descritas en el presente documento sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de un panel (10) sándwich de espejo solar, comprendiendo el método:
5 proporcionar, apilados uno encima de otro, una pila de al menos:
un elemento (12) reflectante de tipo hoja que tiene una superficie reflectante;
un primer elemento (18) de rigidización de tipo hoja,
10 un (16) elemento separador situado entre los elementos reflectante y de rigidización,
con capas (20, 22, 24) de material adhesivo entre elementos adyacentes;
15 conformar los al menos tres elementos a una forma inicial, y
mientras se mantienen los al menos tres elementos conformados a la forma inicial:
20 (a) enfriar, calentar o tanto calentar como enfriar los elementos para crear uno o más gradientes de temperatura controlada:
entre los elementos,
dentro de uno o más elementos, o
25 entre los elementos y dentro de uno o más elementos,
y, mientras existen el uno o más gradientes de temperatura controlada,
30 (b) unir elementos adyacentes entre sí con el adhesivo entre ellos.
2. Método según la reivindicación 1, que incluye seleccionar una forma deseada y crear el uno o más gradientes de temperatura controlada según la forma deseada.
- 35 3. Método según la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, en el que la temperatura de los elementos se varía mientras se mantienen el uno o más gradientes de temperatura controlada.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el uno o más gradientes de temperatura controlada varía con el tiempo.
- 40 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
las capas de adhesivo se endurecen de manera secuencial desde un lado de la pila, o
45 una primera capa se endurece antes que otra capa más cerca del centro de la pila que la primera.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que incluye un segundo elemento (14) de rigidización de tipo hoja entre el elemento (16) separador y el elemento (12) reflectante.
- 50 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada elemento está a una temperatura diferente cuando el adhesivo se endurece al elemento respectivo.
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que al menos una capa adhesiva es un adhesivo que se endurece dependiendo de la temperatura, incluyendo adhesivo termofusible; dependiendo del tiempo o dependiendo tanto de la temperatura como del tiempo.
- 55 9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la pila se ensambla con al menos una capa de adhesivo acoplada a al menos un elemento antes de conformar la pila a dicha forma inicial.
- 60 10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la pila se ensambla con al menos dos elementos unidos entre sí en un estado inicial por al menos una capa adhesiva respectiva antes de conformar la pila a dicha forma inicial.
- 65 11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que las capas de material adhesivo entre elementos adyacentes son capas de adhesivo termofusible y se logra la unión de elementos adyacentes calentando en primer lugar los elementos y el adhesivo por encima de la temperatura de fusión respectiva

del adhesivo y enfriando entonces la capa adhesiva respectiva por debajo de la temperatura de endurecimiento del adhesivo.

- 5 12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la etapa de conformar los elementos incluye conformar contra una superficie de molde.

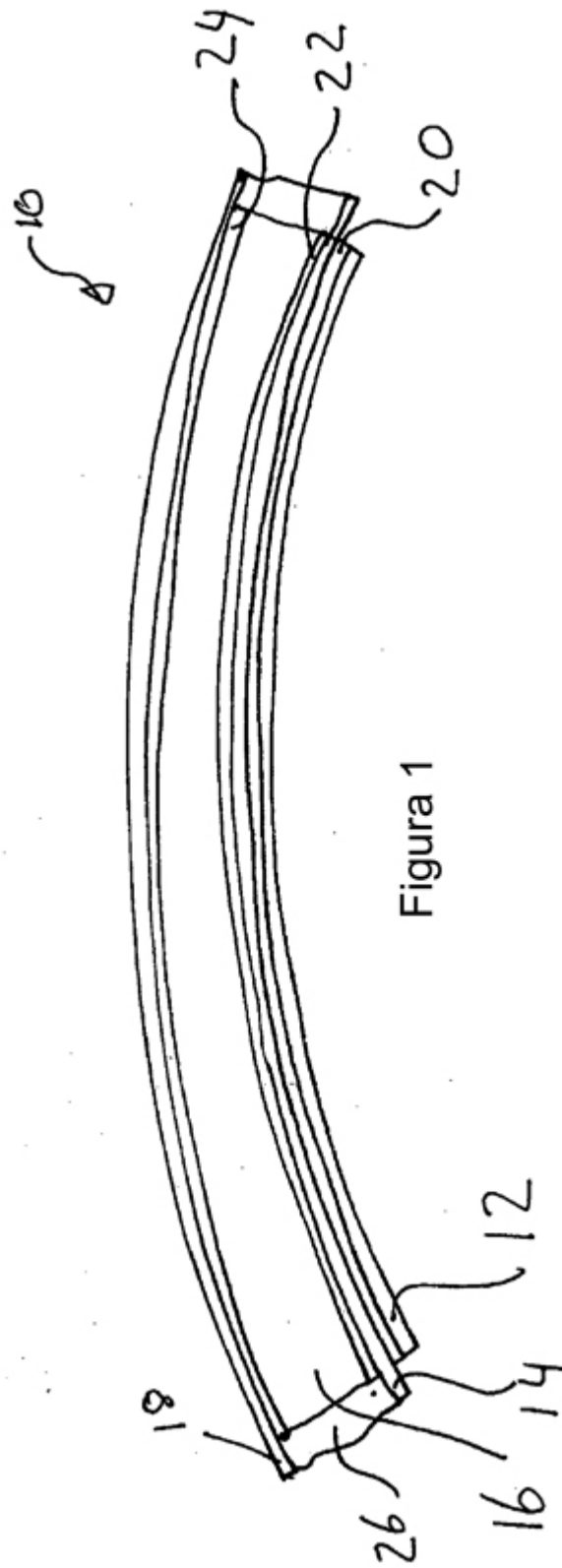
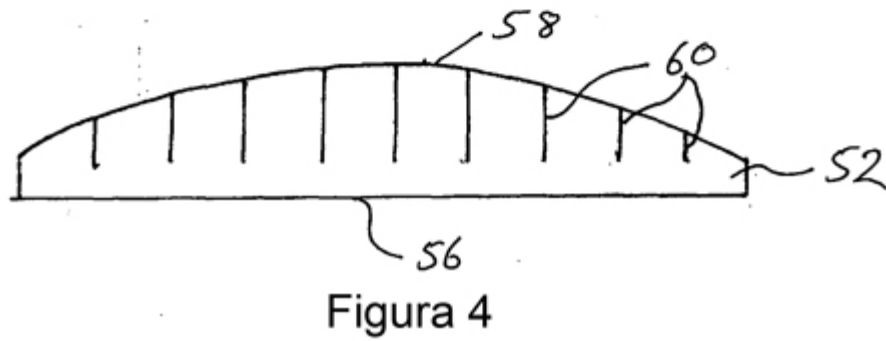
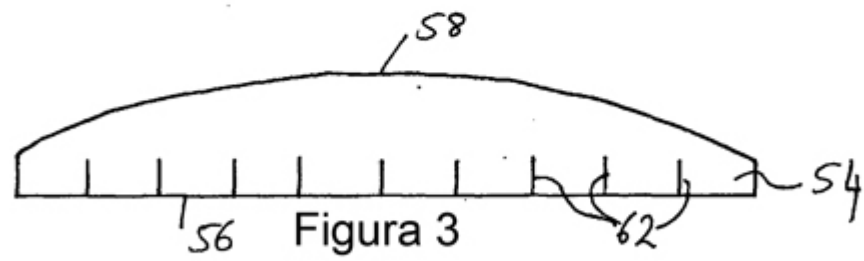
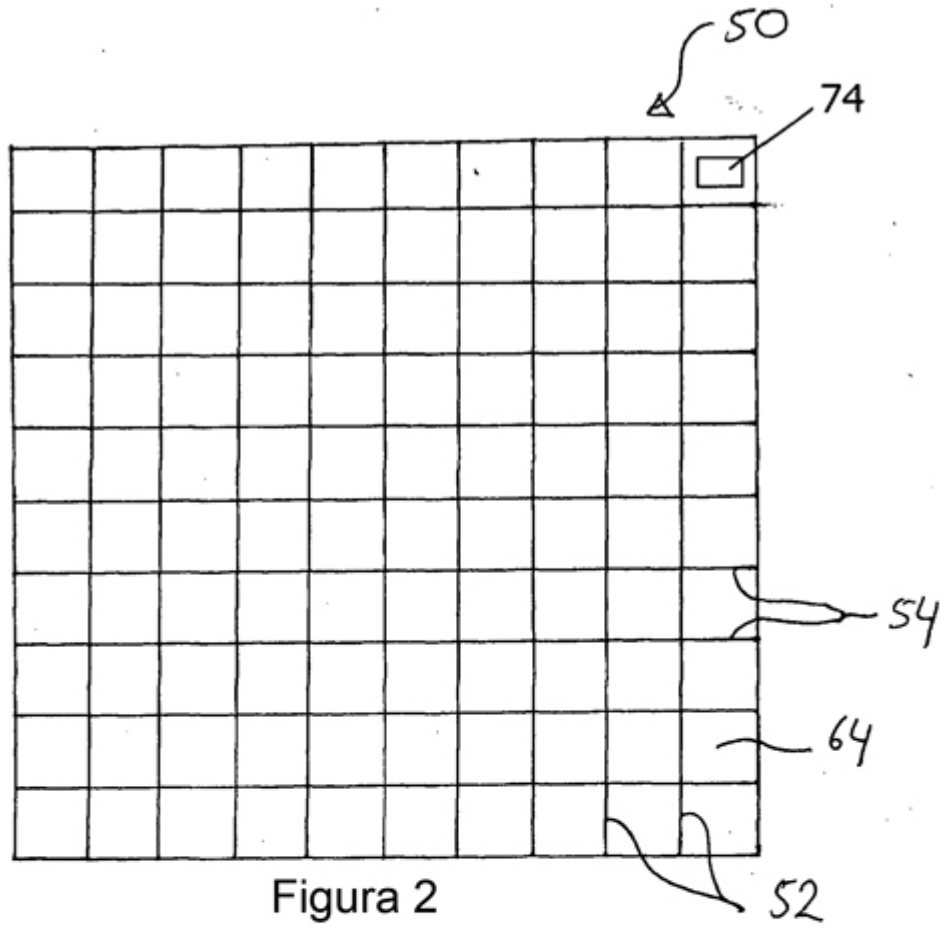


Figure 1



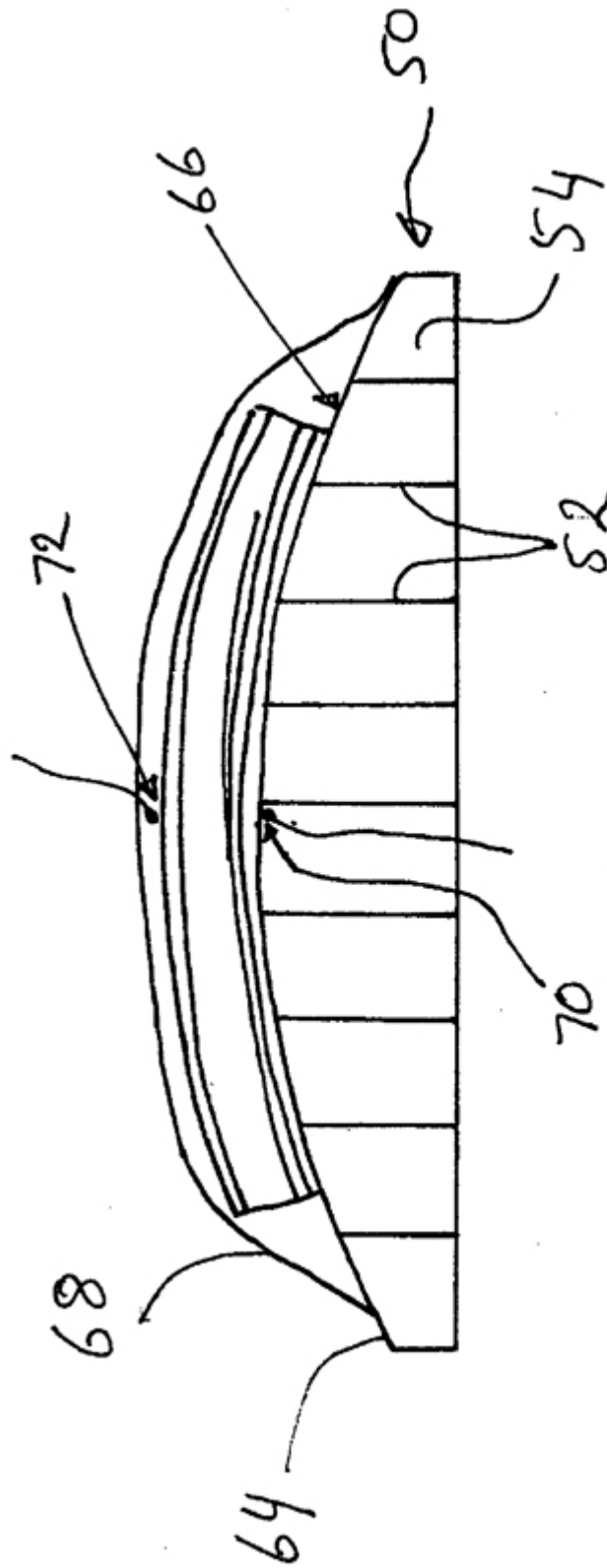


Figura 5

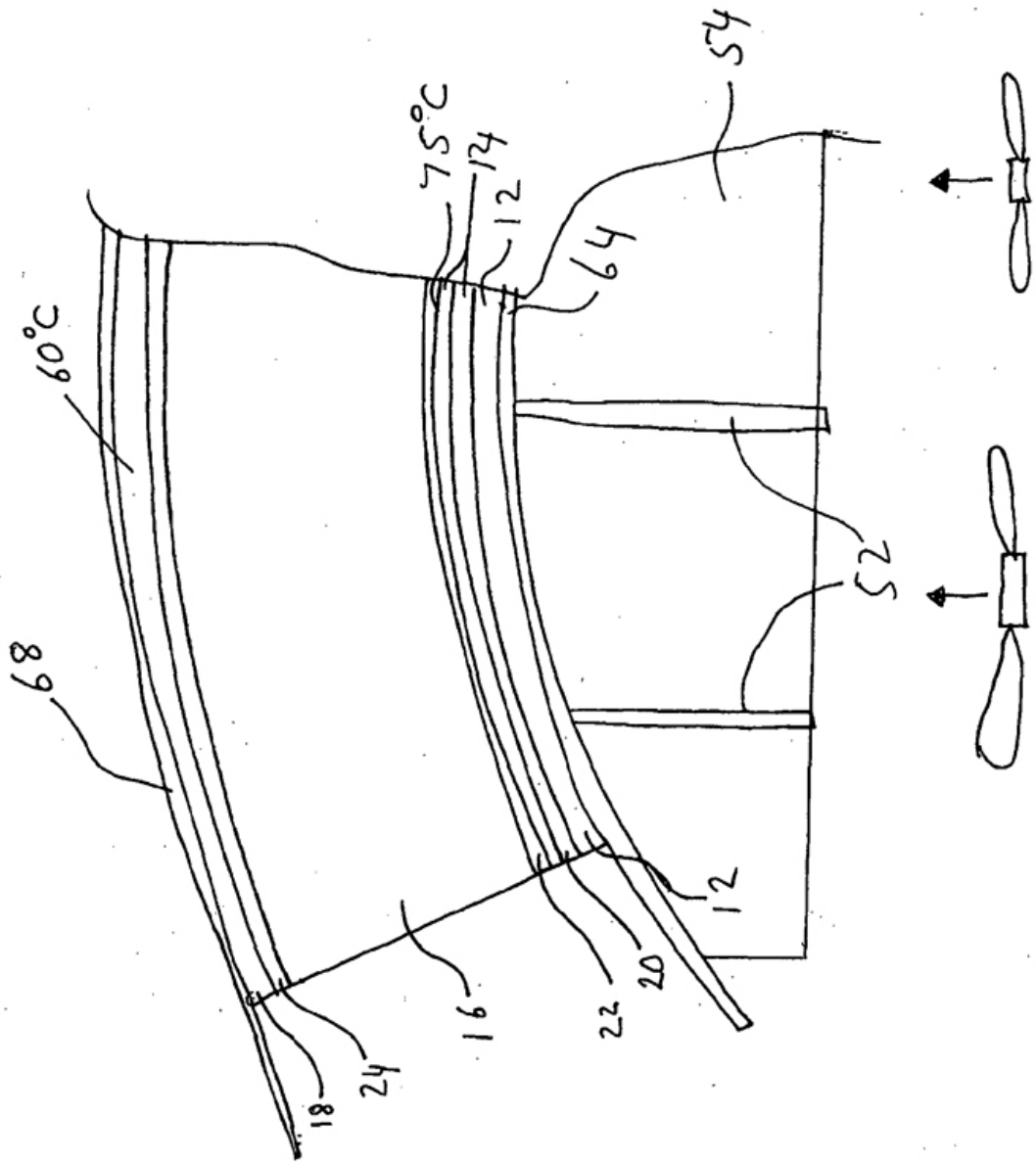


Figura 6

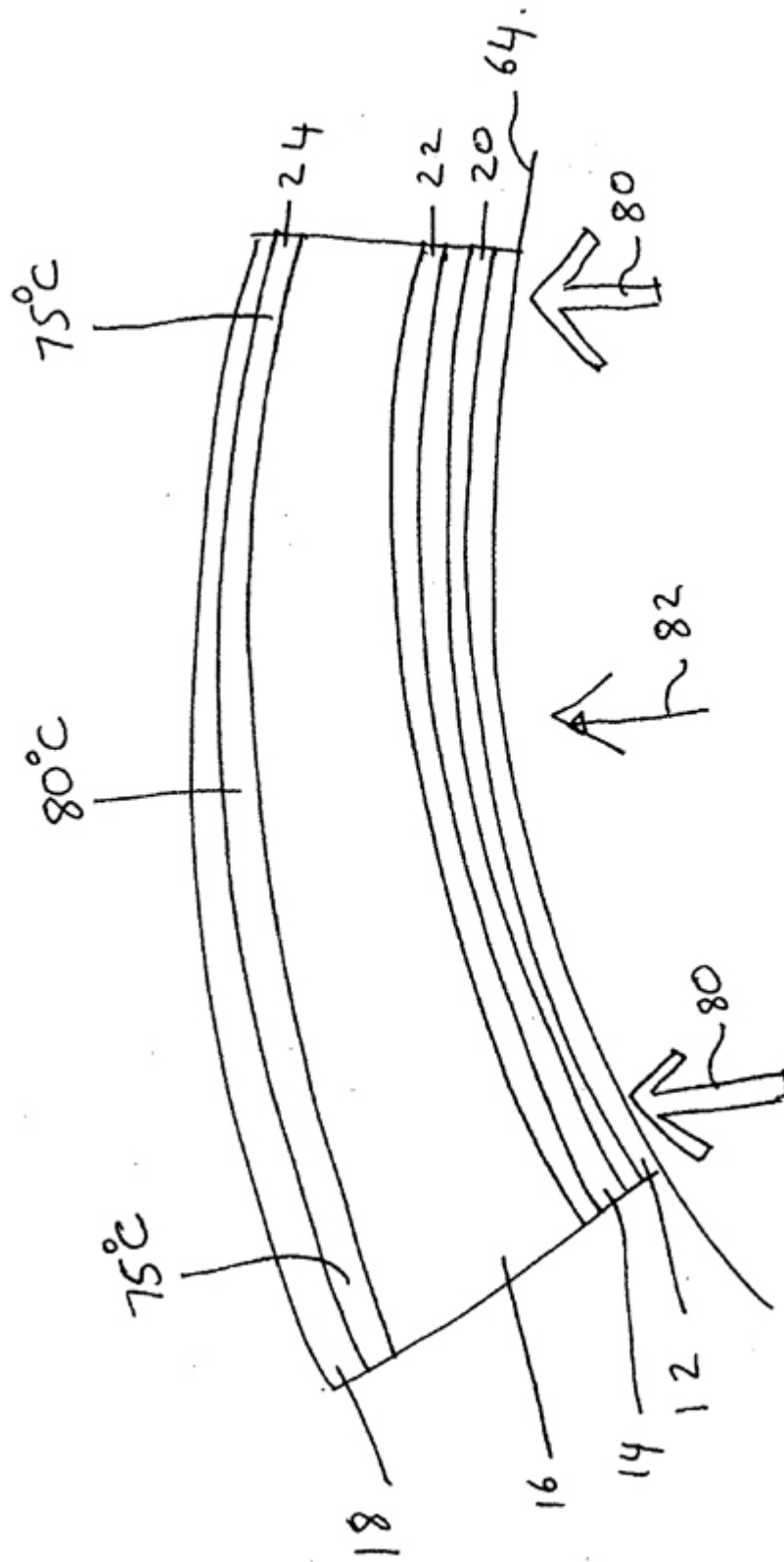


Figura 7