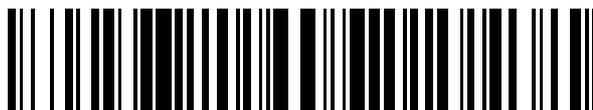


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 879**

51 Int. Cl.:

**B32B 17/10** (2006.01)

**C03C 27/12** (2006.01)

**G01N 3/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2009 PCT/FR2009/051860**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2010 WO10037973**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2009 E 09752433 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2344331**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un acristalamiento laminado**

30 Prioridad:

**01.10.2008 FR 0856642**

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

**02.12.2016**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)  
18, Avenue d'Alsace  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**DECOURCELLE, ROMAIN;  
LEVASSEUR, FABIEN y  
NUGUE, JEAN-CLÉMENT**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 592 879 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**

Procedimiento de fabricación de un acristalamiento laminado

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un acristalamiento laminado que incorpora una capa intermedia de laminación, cuyo coeficiente de transferencia a la cizalla se ha optimizado.

5 De acuerdo con otro aspecto, la invención también se refiere a un acristalamiento laminado que incorpora este tipo de capa intermedia optimizada.

Se sabe que las leyes que gobiernan el comportamiento viscoelástico de las capas intermedias de laminación, destinadas a la fabricación de acristalamientos laminados, tienen una influencia sobre el comportamiento mecánico de estos acristalamientos laminados cuando se les somete a una carga estática o cuasi estática.

10 La combinación de la intensidad de estas cargas, la forma en que están distribuidas, el tiempo de aplicación y la temperatura de aplicación en los diversos estados límite, que se aplican al acristalamiento, hacen posible determinar las características estructurales (naturaleza, composición, espesor, etc.) de la capa intermedia que se va a usar en el ensamblaje del acristalamiento laminado.

15 Actualmente, la determinación de las características estructurales de la capa intermedia de laminación que se va a usar en la fabricación de un acristalamiento laminado, es el resultado de un modelo analítico que tiene en cuenta el espesor equivalente  $e_q$  de un acristalamiento teórico sin la capa intermedia, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$e_q = \sqrt[3]{(1-\omega)\left(\sum_{i=1}^n e_i^3\right) + \omega\left(\sum_{i=1}^n e_i\right)^3}$$

donde:

20  $\omega$ : coeficiente de transferencia que caracteriza la participación efectiva de la capa intermedia en la transferencia de cizalla entre los componentes del vidrio del ensamblaje laminado, que vale 0 si la capa intermedia no proporciona ninguna contribución a las características mecánicas del ensamblaje constituido por el acristalamiento laminado o, por el contrario, tiene un valor que tiende a 1 si la capa intermedia proporciona una contribución a las características mecánicas del acristalamiento laminado; y

$e_i$  es el espesor de cada sustrato de vidrio del acristalamiento.

25 En la bibliografía no hay disponible ningún valor del coeficiente de transferencia  $\omega$  ni ningún método para determinar el coeficiente de transferencia  $\omega$ .

El caso límite de  $\omega = 0$  corresponde a una capa intermedia que proporciona un deslizamiento perfecto entre las capas del acristalamiento, donde no hay transferencia de esfuerzo de cizalla, mientras que el caso límite de  $\omega$  tendente a 1 corresponde a la participación total de una capa intermedia a la transferencia de esfuerzos.

30 Se busca determinar el coeficiente de transferencia  $\omega$  entre esos casos límite con el fin de determinar las clases de comportamiento para las capas intermedias laminadas, a saber, las capas intermedias denominadas "flexibles", que realizan sólo una transferencia de esfuerzo de cizalla muy pequeña, o ninguna, típicamente las capas intermedias acústicas; las capas intermedias denominadas "estructurantes", que realizan una transferencia sustancial de esfuerzo de cizalla; y las capas intermedias denominadas "estándar", cuya capacidad de transferencia de los esfuerzos de cizalla está situada entre los dos campos antes definidos.

35 Los acristalamientos laminados que usan capas intermedias no optimizadas respecto de su factor  $\omega$  no están por lo tanto dimensionadas de forma correcta, lo que puede conducir a fallos mecánicos en caso de sollicitaciones no controladas.

40 Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es resolver estos inconvenientes, proponiendo un procedimiento de fabricación de un acristalamiento laminado que integre al menos una capa intermedia de laminación optimizada.

A este efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de fabricación de un acristalamiento laminado, en el que una capa intermedia laminada se interpone entre dos sustratos con función vítrea, de modo que, de antemano:

- se realiza una medición del módulo de Young E sobre una muestra de la capa intermedia, usando un analizador de viscosidad, variando la temperatura y la frecuencia mientras se impone un desplazamiento dinámico constante;

45 - se hace un tratamiento numérico de las curvas obtenidas, usando las ecuaciones WLF (Williams-Landel-Ferry), con

objeto de establecer una ley de comportamiento del material que constituye dicha muestra de la capa intermedia a una temperatura dada;

- se realiza un modelo numérico basado en un método de elementos finitos en flexión de una placa del acristalamiento laminado, donde las propiedades mecánicas de la muestra son el resultado de las etapas anteriores;

5 - los resultados del cálculo numérico se comparan con los obtenidos con las fórmulas analíticas en las cuales la participación de la capa intermedia en la transferencia de la cizalla en el acristalamiento laminado se representa mediante un coeficiente de transferencia  $\omega$ ;

- el coeficiente de transferencia  $\omega$  se varía en las fórmulas analíticas hasta que los resultados convergen;

10 - mediante iteraciones sucesivas, se construye una función de transferencia  $\omega = f(E)$ , donde  $\omega$  es el coeficiente de transferencia y E es el módulo de Young de la capa intermedia.

Gracias a la capa intermedia optimizada, el acristalamiento laminado que integra esta última posee propiedades mecánicas mejoradas con relación a las sollicitaciones mecánicas a las que es sometido.

En el sentido de la invención, un sustrato con función vítrea puede ser un sustrato de vidrio o de plástico.

15 En los modos de realización preferidos de la invención, pueden aplicarse además una o ambas de las siguientes provisiones:

- la temperatura se varía entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $60^{\circ}\text{C}$ ;

- la frecuencia se varía entre  $5 \times 10^{-7}$  Hz y  $3 \times 10^{-1}$  Hz.

De acuerdo con otro aspecto, la invención tiene igualmente por objeto una gama de capas intermedias que pueden ser usadas dentro de un acristalamiento laminado fabricado de esta manera.

20 Se dice que una capa intermedia tiene una función "estructurante" si, para un tiempo de carga al viento de 3 s y para una temperatura de uso de entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$  se tiene

- a  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 8 \times 10^8$  Pa;

- a  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 3 \times 10^8$  Pa;

- a  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 1 \times 10^8$  Pa.

25 Se dice que una capa intermedia tiene una función "estándar" si para un tiempo de carga al viento de 3 s y para una temperatura de uso de entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$  se tiene

- a  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 1 \times 10^8$  Pa y  $E \leq 8 \times 10^8$  Pa;

- a  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 2 \times 10^7$  Pa y  $E \leq 3 \times 10^8$  Pa;

- a  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 5 \times 10^6$  Pa y  $E \leq 1 \times 10^8$  Pa.

30 Se dice que una capa intermedia tiene una función "flexible o acústica" si para un tiempo de carga al viento de 3 s y para una temperatura de uso de entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $20^{\circ}\text{C}$  se tiene

- a  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 1 \times 10^7$  Pa y  $E \leq 1 \times 10^8$  Pa;

- a  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 3 \times 10^6$  Pa y  $E \leq 2 \times 10^7$  Pa;

- a  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $E > 5 \times 10^5$  Pa y  $E \leq 5 \times 10^6$  Pa.

35 La invención tiene igualmente por objeto un acristalamiento laminado que comprende al menos un primer sustrato que tiene función vítrea y un segundo sustrato con función vítrea, donde estos sustratos son laminados con ayuda de una capa intermedia como se describe arriba.

40 Además, la invención tiene por objeto un acristalamiento laminado que comprende al menos un primer sustrato con función vítrea y un segundo sustrato con función vítrea, entre los que se interpone una capa intermedia de laminación, donde este acristalamiento laminado es fabricado de acuerdo con un procedimiento como el antes descrito.

Las características y ventajas de la invención se harán aparentes en la siguiente descripción de un modo de realización de un procedimiento de fabricación de un acristalamiento laminado de acuerdo con la invención, que se da solamente a modo de ejemplo y con referencia a las Figuras adjuntas, en las cuales:

45 - la Figura 1 representa la curva maestra a  $20^{\circ}\text{C}$  para una capa intermedia denominada estructurante, a saber, la

evolución del módulo de Young E a 20°C es una función de la frecuencia f, que varía de  $1 \times 10^{-7}$  a  $1 \times 10^1$  Hz;

- la Figura 2 da un ejemplo de realización de la curva representativa de la función de transferencia, o curva de transferencia  $\omega = f(E)$ , donde  $\omega$  es el coeficiente de transferencia y E es el módulo de Young de la capa intermedia.

5 De acuerdo con un modo preferido de realización de la invención, partiendo de dos sustratos con función vítrea, que se van a ensamblar mediante una técnica de laminación usando una capa intermedia de laminación, se realiza previamente una caracterización de los parámetros mecánicos de dicha capa intermedia con ayuda de un analizador de viscosidad (VA400) comercializado por la compañía Metravib.

10 Después de haber colocado una muestra de dicha capa intermedia en este analizador de viscosidad, se procede a una medida del módulo de Young en la muestra de la capa intermedia usando el analizador de viscosidad haciendo variar la temperatura y la frecuencia mientras se aplica un desplazamiento dinámico constante, en particular en este ejemplo  $1 \times 10^{-6}$  m.

Así, se ha ensayado una muestra de una capa intermedia de la marca "RM 11", comercializada por la compañía "Solutia", dando, para un tiempo de carga de 3 s y a 20°C, un módulo de Young E de  $2 \times 10^8$  Pa.

15 A continuación se procede a un tratamiento numérico de las curvas obtenidas usando las ecuaciones WLF (Williams, Landel, Ferry) (J.D. Ferry, "Viscoelastic Properties of Materials", Wiley (1980)) con objeto de establecer la ley de comportamiento E(f), es decir, la evolución del módulo de Young E en función de la frecuencia, del material que constituye dicha muestra de la capa múltiple a una temperatura dada, que aquí es de 20°C, y que se llama en general temperatura maestra.

20 Se realiza un modelo numérico basado en el método de elementos finitos en flexión de una placa del acristalamiento laminado, donde las propiedades mecánicas de la muestra son el resultado de las etapas anteriores. Este modelo numérico se realizará con ayuda del programa informático COSMOS-M, en el que se habrá integrado un modelo no lineal de una placa que constituye un acristalamiento laminado que incorpora la capa intermedia en cuestión, con apoyos simples sobre cada uno de los lados, y con una carga uniforme.

25 Entonces se comparan los resultados del cálculo numérico con los obtenidos con las fórmulas analíticas en las que la contribución de la capa intermedia a la transferencia de dzalla en el acristalamiento laminado está representada por el coeficiente de transferencia  $\omega$ . Estas fórmulas analíticas son el objeto del Apéndice B del proyecto de norma europea prEN 13474. Estas fórmulas hacen intervenir particularmente el espesor del acristalamiento, que puede ser dado por ejemplo por la siguiente ecuación del espesor equivalente  $e_q$  del acristalamiento laminado:

$$e_q = \sqrt[3]{(1 - \omega) \left( \sum_{i=1}^n e_i^3 \right) + \omega \left( \sum_{i=1}^n e_i \right)^3}$$

30 donde  $e_i$  es el espesor de cada sustrato vítreo del acristalamiento.

Se hace variar el coeficiente de transferencia  $\omega$  en las fórmulas analíticas hasta la convergencia de los resultados, y se construye por iteración sucesiva una función de transferencia  $\omega = f(E)$ , cuyo ejemplo de realización se da en la Figura 2.

35 A partir de esta curva, se ha obtenido para esta muestra, a 20°C y para una carga durante 3 s un valor de  $\omega = 0,7$ ; en estas condiciones, la capa intermedia puede ser calificada de capa intermedia "estructurante".

Se ha reproducido el procedimiento objeto de la invención con otras capas intermedias de laminación, y se ha obtenido:

- con una capa intermedia de la marca RB41, comercializada por "SOLUTIA", a 20°C, viento 3 s, E = 9 MPa,  $\omega = 0,4$ ; en estas condiciones la capa intermedia puede ser calificada de capa intermedia "estándar"; y

40 - con una capa intermedia de la marca SC, comercializada por "KEG", a 20°C, viento 3 s, E = 1 MPa,  $\omega = 0,1$ ; en estas condiciones, la capa intermedia puede ser calificada de capa intermedia "flexible o acústica".

A partir de la capa intermedia de cada uno de estos tipos, es posible elaborar acristalamientos laminados a partir de dos sustratos S1 y S2 asociados al nivel de una de su cara principal con la ayuda de esta capa intermedia.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de fabricación de un acristalamiento laminado, en el que una capa intermedia de laminación se interpone entre dos sustratos con función vítrea, caracterizado por que, de antemano:
- 5 - se procede a una medición del módulo de Young E sobre una muestra de dicha capa intermedia, con ayuda de un analizador de viscosidad haciendo variar la temperatura y la frecuencia mientras se impone un desplazamiento dinámico constante;
  - se procede a un tratamiento numérico de las curvas obtenidas, con ayuda de las ecuaciones WLF (Williams, Landel, Ferry), para establecer una ley de comportamiento del material que constituye dicha muestra de la capa intermedia a una temperatura dada;
  - 10 - se realiza un modelo numérico basado en un método de elementos finitos en flexión de una placa del acristalamiento laminado, donde las propiedades mecánicas de la muestra son el resultado de las etapas anteriores;
  - los resultados del cálculo numérico se comparan con los obtenidos con las fórmulas analíticas en las que la participación de la capa intermedia en la transferencia de cizalla en el acristalamiento laminado se representa mediante un coeficiente de transferencia  $\omega$ ;
  - 15 - se hace variar el coeficiente de transferencia  $\omega$  en las fórmulas analíticas hasta la convergencia de los resultados
  - se construye por iteración sucesiva una función de transferencia  $\omega = f(E)$ , donde  $\omega$  es el coeficiente de transferencia y E es el módulo de Young de la capa intermedia.
2. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, caracterizado por que se hace variar la temperatura entre -20°C y 60°C.
- 20 3. Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, caracterizado por que se hace variar la frecuencia entre  $5 \times 10^{-7}$  Hz y  $3 \times 10^{-1}$  Hz.
4. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la capa intermedia se dice que tiene una función "estructurante" y es tal que, para un tiempo de carga al viento de 3 s y para una temperatura de uso comprendida entre 0°C y 20°C se tiene
- 25 - a 0°C,  $E > 8 \times 10^8$  Pa;
  - a 10°C,  $E > 3 \times 10^8$  Pa;
  - a 20°C,  $E > 1 \times 10^8$  Pa.
5. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que se dice que la capa intermedia tiene una función "estándar" y es tal que, para un tiempo de carga al viento de 3 s y para una temperatura de uso de entre 0°C Y 20°C se tiene
- 30 - a 0°C,  $E > 1 \times 10^8$  Pa y  $E \leq 8 \times 10^8$  Pa;
  - a 10°C,  $E > 2 \times 10^7$  Pa y  $E \leq 3 \times 10^8$  Pa;
  - a 20°C,  $E > 5 \times 10^6$  Pa y  $E \leq 1 \times 10^8$  Pa.
6. Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que se dice que la capa intermedia tiene una función "flexible o acústica" y es tal que, para un tiempo de carga al viento de 3 s y para una temperatura de uso de entre 0°C Y 20°C se tiene
- 35 - a 0°C,  $E > 1 \times 10^7$  Pa Y  $E \leq 1 \times 10^8$  Pa;
  - a 10°C,  $E > 3 \times 10^6$  Pa Y  $E \leq 2 \times 10^7$  PA;
  - a 20°C,  $E > 5 \times 10^5$  Pa Y  $E \leq 5 \times 10^6$  Pa.

40

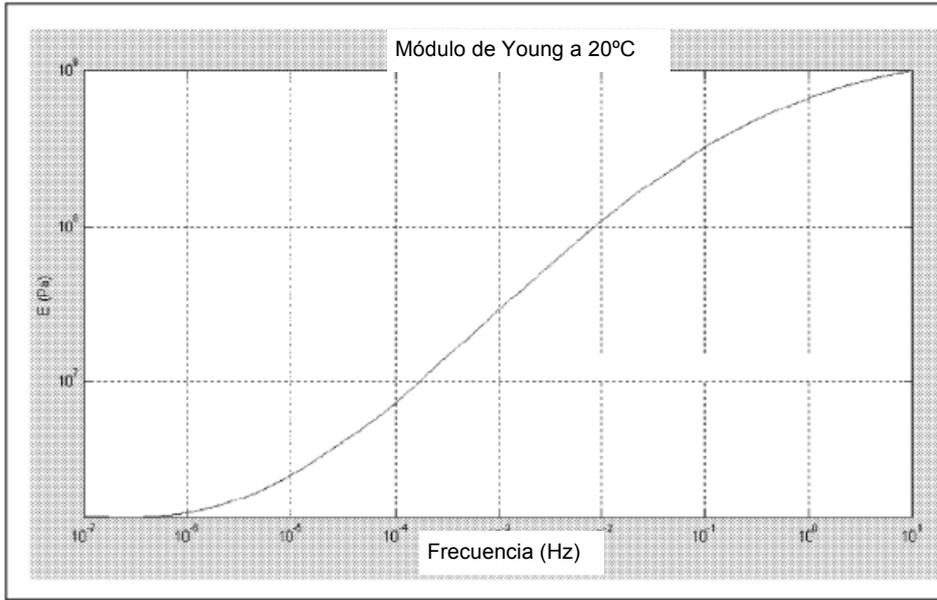


FIGURA 1

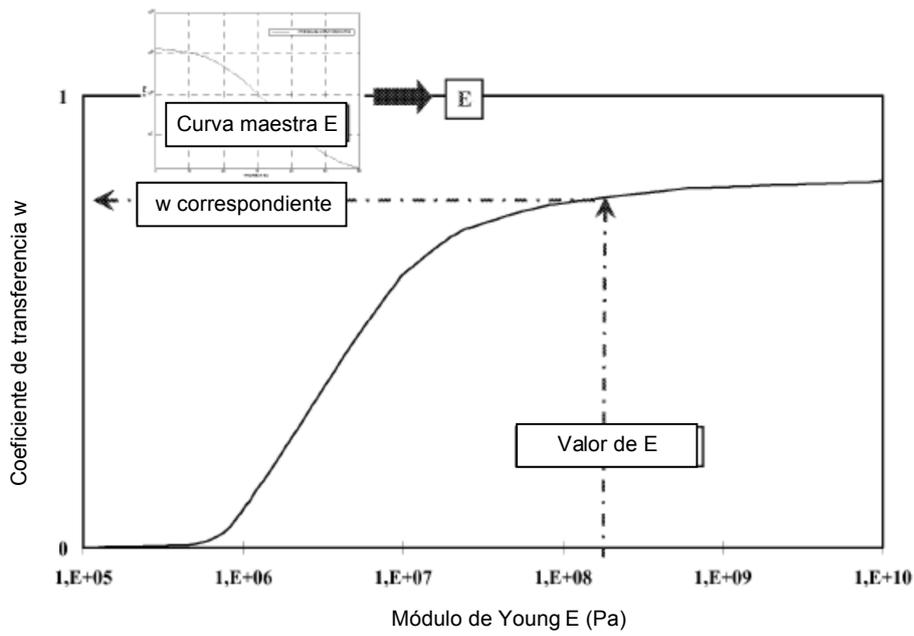


FIGURA 2