

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 674**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/30** (2006.01)

**C03C 17/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2012 PCT/EP2012/063379**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.02.2013 WO13026612**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2012 E 12733491 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2748117**

54 Título: **Un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo**

30 Prioridad:

**23.08.2011 EP 11178449**

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

**25.11.2019**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)**

**18 avenue d' Alsace**

**F-95170 Deuil La Barre, FR**

72 Inventor/es:

**ALLANO, JEAN-LUC;  
ARNAUD, ALIX;  
CHUDA, KATARZYNA;  
FOTI, FABIO;  
OMONT, MATTHIEU;  
JAMET, STÉPHAN y  
QUEVAL, WILLY**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 732 674 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

Un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo

La invención se refiere a un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo, un método para su producción, y su uso.

5 La visibilidad a través de los cristales de ventanas de vehículos se puede ver afectada cuando se produce condensación en el acristalamiento. Las soluciones comunes para evitar o eliminar el vaho son el aumento de la ventilación o el uso de cristales de ventana calefactados. Con el fin de conservar la carga de batería de los vehículos eléctricos, es preferible una solución pasiva.

10 El documento de patente US 2004/0137155 A1 describe un método para crear un revestimiento sobre un sustrato que contrarresta la condensación de agua sobre el sustrato. El revestimiento está realizado en poliuretano. La eficacia del revestimiento está limitada por la capacidad de absorción de agua del poliuretano. Después de la saturación del revestimiento, se pueden formar gotas de agua en la superficie que afectan negativamente la visibilidad a través del sustrato.

15 El documento de patente WO 2009/101296 A1 también describe un método para crear un revestimiento de poliuretano sobre un sustrato. Para evitar la formación de gotas de agua después de la saturación del poliuretano, el revestimiento incluye un tensioactivo. El tensioactivo da lugar a la formación de una película de agua en la superficie del revestimiento. A bajas temperaturas ambientales, esta película de agua se puede congelar y afectar así negativamente la visibilidad a través del sustrato.

La solicitud de patente japonesa JP 6306327 A describe un revestimiento hidrófilo que comprende poliuretano, polivinilpirrolidona y polimetilsiloxano.

20 El objeto de la presente invención es proporcionar un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo, en el que la capacidad de absorción de agua aumenta en comparación con un poliuretano puro y se evita la congelación de agua en la superficie del revestimiento. El objeto de la presente invención es además proporcionar un método para producir el panel de la ventana con un revestimiento hidrófilo.

25 El objeto de la presente invención se logra de acuerdo con la invención mediante un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Las realizaciones preferidas emergen de las reivindicaciones secundarias.

El cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo de acuerdo con la invención comprende al menos las siguientes características:

- 30 - un sustrato y  
- una capa hidrófila que contiene al menos poliuretano, polivinilpirrolidona, y un agente de fluidez.

Los poliuretanos son materiales sintéticos que emergen de la reacción de poliadición de poliols con compuestos de isocianato que tienen al menos dos grupos isocianato. Las propiedades de los poliuretanos pueden ser predeterminadas por la selección del compuesto de isocianato y el componente poliols.

35 En una realización preferida de la invención, el poliuretano se obtiene a partir de al menos un diisocianato alifático, con especial preferencia a partir de diisocianato de 1,6-hexametileno, un oligómero de diisocianato de 1,6-hexametileno, o un homopolímero de diisocianato de 1,6-hexametileno. La ventaja radica en la buena resistencia a la radiación UV y la estabilidad de la capa de poliuretano.

40 El poliuretano de acuerdo con la invención se obtiene, además, preferiblemente al menos con un polialquilenglicol, con especial preferencia con polietilenglicol. El peso molecular medio del polietilenglicol es preferiblemente de 180 g/mol a 630 g/mol, con especial preferencia de 190 g/mol a 320 g/mol. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la capacidad del revestimiento de absorber la humedad, la estabilidad y la flexibilidad del revestimiento, y la solubilidad del polietilenglicol.

45 Alternativamente, el poliuretano se obtiene preferiblemente al menos con un poliols de poliéter, con especial preferencia con poliols de polipropiléneter, de manera muy particularmente preferida, poliols de polipropiléneter trifuncional. El peso molecular medio del poliols de polipropiléneter es preferiblemente de 200 g/mol a 600 g/mol, con especial preferencia de 350 g/mol a 500 g/mol. El poliuretano se obtiene con especial preferencia al menos con una mezcla de poliols de polipropiléneter y polietilenglicol, por ejemplo, con una relación en peso de poliols de polipropiléneter con respecto a polietilenglicol de 2:1 a 1:2.

50 En otra realización preferida, el poliuretano se obtiene al menos con 1,4-butanodiol o con polietilenglicol y 1,4-butanodiol. La relación en peso de polietilenglicol con respecto a 1,4-butanodiol es preferiblemente de 1:2 a 2:1.

El poliuretano en una realización preferida se obtiene al menos con polietilenglicol, poliols de polipropiléneter y/o 1,4-butanodiol.

El poliuretano de acuerdo con la invención tiene una estructura porosa. Por lo tanto, la matriz de poliuretano puede absorber humedad, en particular, con el uso de un componente de poliol hidrófilo, tal como polietilenglicol. La humedad se extrae de la atmósfera circundante. De este modo, se evita ventajosamente la formación de condensación de agua a bajas temperaturas.

- 5 La polivinilpirrolidona es un polímero higroscópico que puede absorber hasta un 40 % de su propia masa en agua. La polivinilpirrolidona está incorporada preferiblemente en la matriz de poliuretano. La polivinilpirrolidona puede estar unida por enlace covalente o adsorción al poliuretano.

La ventaja de la invención resulta de la polivinilpirrolidona higroscópica en la matriz de poliuretano. Por lo tanto, el revestimiento puede absorber una gran cantidad de humedad en comparación con un poliuretano puro. Además, la humedad se absorbe más rápidamente. En consecuencia, la condensación de gotas de agua en el cristal de ventana a bajas temperaturas y la congelación de la humedad en el cristal de ventana se pueden evitar durante un período de tiempo más largo que con una capa sin polivinilpirrolidona.

15 La polivinilpirrolidona tiene, preferiblemente, un peso molecular medio en peso de  $M_w = 0,8 \times 10^6$  g/mol -  $2,2 \times 10^6$  g/mol, con especial preferencia de  $M_w = 1,1 \times 10^6$  g/mol -  $1,8 \times 10^6$  g/mol y un peso molecular medio en número preferiblemente de  $M_n = 200 \times 10^3$  g/mol -  $400 \times 10^3$  g/mol, con especial preferencia de  $M_n = 250 \times 10^3$  g/mol -  $375 \times 10^3$  g/mol .

20 El revestimiento hidrófilo puede contener, además de la polivinilpirrolidona, uno o una pluralidad de otros polímeros higroscópicos, por ejemplo, polivinilpiridina, poliacrilato, poliacrilamida, acetato de polivinilo, poliacrilonitrilo, alcohol polivinílico, o poliácroléina. También se pueden utilizar copolímeros de polivinilpirrolidona y otros polímeros. También se puede utilizar una modificación reticulada de polivinilpirrolidona.

25 El agente de fluidez da lugar a una distribución homogénea del revestimiento hidrófilo sobre el sustrato. El agente de fluidez produce una reducción en la tensión superficial de la disolución a partir de la cual se aplica el revestimiento hidrófilo sobre el sustrato, y, en consecuencia, da lugar a una mejor humectación del sustrato. Además, en la formación de la capa hidrófila a través del secado de la disolución, se evita el desarrollo de zonas de convección espacialmente limitadas (efecto Bénard). Esto es en particularmente ventajoso en lo que respecta al desarrollo de una superficie lisa del revestimiento hidrófilo. El agente de fluidez está incorporado preferiblemente en la matriz de poliuretano.

30 El agente de fluidez contiene preferiblemente al menos un poli(organo)siloxano. Los agentes de flujo adecuados, por ejemplo, son BYK®-306 y BYK®-315. El agente de fluidez contiene, con especial preferencia, al menos un polidimetilsiloxano. El polidimetilsiloxano puede estar modificado con poliéster o modificado con poliéter. El agente de fluidez contiene, de manera muy particularmente preferida, al menos un polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxilo. Esto es particularmente ventajoso con respecto al aumento de la lisura de la superficie del revestimiento hidrófilo. Además, aumentan la resistencia a los disolventes y la resistencia al rayado del revestimiento hidrófilo y disminuye la susceptibilidad a la suciedad. Debido a la funcionalización a través de grupos hidroxilo, el polidimetilsiloxano se puede unir covalentemente al poliuretano. Un polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxilo adecuado es, por ejemplo, BYK®-370.

35 En una realización preferida alternativa, el agente de fluidez contiene al menos un poliacrilato. De este modo, también se obtienen resultados particularmente buenos. Los agentes de flujo adecuados son, por ejemplo, BYK®-356, BYK®-361 N y BYK®-381.

40 Alternativamente, el agente de fluidez puede contener al menos dióxido de silicio, preferiblemente nanopartículas de dióxido de silicio. Un agente de fluidez adecuado es, por ejemplo, NANOBYK®-3650.

La capa hidrófila contiene preferiblemente al menos del 75 % en peso al 99 % en peso de poliuretano, del 1 % en peso al 15 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,01 % en peso al 3 % en peso del agente de fluidez.

45 La capa hidrófila contiene, con especial preferencia, al menos del 80 % en peso al 95 % en peso de poliuretano, del 5 % en peso al 12 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,05 % en peso al 0,5 % en peso del agente de fluidez. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la estabilidad y la flexibilidad del revestimiento y su capacidad de absorber la humedad.

50 De acuerdo con la invención, la capa hidrófila contiene al menos del 85 % en peso al 92 % en peso de poliuretano, del 8 % en peso al 11 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,08 % en peso al 0,2 % en peso del agente de fluidez. De este modo, se pueden lograr resultados particularmente buenos con respecto a la estabilidad y la flexibilidad del revestimiento y su capacidad de absorber la humedad.

55 La capa hidrófila tiene un espesor de capa de 0,1  $\mu\text{m}$  a 250  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 1  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ , con especial preferencia de 3  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ , y, de manera muy particularmente preferida, de 5  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$ , especialmente de 30  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$ . Esto es particularmente ventajoso con respecto al desarrollo de un revestimiento homogéneo y la capacidad del revestimiento de absorber la humedad. El sustrato comprende, preferiblemente, cristal, con especial preferencia, lámina de cristal, cristal flotado, cristal de cuarzo, cristal de borosilicato, cristal de cal sodada. En una realización preferida alternativa, el sustrato comprende polímeros, con especial preferencia polietileno, polipropileno,

policarbonato, polimetacrilato de metilo y/o mezclas de los mismos.

En una realización ventajosa de la invención, la capa hidrófila está unida al sustrato mediante un promotor de adherencia. El promotor de adherencia contiene, preferiblemente, al menos un silano. En el silano, el átomo de silicio está sustituido por al menos una cadena de alquilo. La cadena de alquilo contiene al menos un grupo funcional, por ejemplo, un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo, o un grupo amino. El grupo funcional da lugar a la unión del silano con la matriz de poliuretano. El átomo de silicio puede estar sustituido además con uno o una pluralidad de grupos hidroxilo, grupos alcoxi, o halogenuros, que dan lugar a la unión del silano a la superficie del sustrato. La unión del silano al poliuretano y la unión del silano al sustrato puede ser covalente o electrostática, por ejemplo, a través de enlaces puente de hidrógeno. La ventaja específica del promotor de adherencia reside en una unión permanentemente estable del revestimiento hidrófilo al sustrato. El promotor de adherencia contiene, con especial preferencia, un silano con funcionalidad amino, por ejemplo, (3-aminopropil)silantriol. El (3-aminopropil)silantriol está unido covalentemente a través de los grupos hidroxilo a la superficie del sustrato. Los grupos amino del (3-aminopropil)silantriol pueden reaccionar con grupos isocianatos libres del poliuretano, produciendo un enlace covalente del silano a la matriz de poliuretano. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la estabilidad de la unión entre la capa hidrófila y el sustrato a través del promotor de adherencia.

El promotor de adherencia también puede comprender organofosfonatos, ácidos organofosfónicos, organotitanatos, organocirconatos y/o organocircoaluminatos.

El objeto de la invención se logra además a través de un método para producir un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo de acuerdo con la reivindicación 7.

El compuesto de isocianato tiene al menos dos grupos isocianato. Los grupos isocianato pueden estar libres o bloqueados por grupos protectores químicos.

El compuesto de isocianato puede ser alifático, cicloalifático, aromático o heterocíclico. En una realización preferida de la invención, el compuesto de isocianato comprende un diisocianato alifático, con especial preferencia diisocianato de 1,6-hexametileno. La ventaja reside en la buena resistencia a la radiación UV y la estabilidad de la capa de poliuretano formada por el compuesto de isocianato y el polioli en el método de acuerdo con la invención.

Se puede utilizar el compuesto de isocianato en su forma monomérica. Alternativamente, se pueden utilizar oligómeros u homopolímeros basados en el monómero de isocianato. Incluso, se pueden utilizar copolímeros de diferentes compuestos de isocianato o de un compuesto de isocianato y, por ejemplo, un polioli.

El compuesto de isocianato también puede tener tres o más grupos isocianato.

El polioli tiene al menos dos grupos hidroxilo. El polioli puede ser lineal, ramificado, o cíclico. El polioli puede comprender, por ejemplo, un polioli de poliéter, un polioli de poliéster, un poliacrilato hidroxilado, o un policarbonato hidroxilado. También se pueden utilizar copolímeros o combinaciones de diferentes polioles.

En una realización preferida de la invención, el polioli comprende al menos un polialquilenglicol, por ejemplo, polipropilenglicol, con especial preferencia polietilenglicol. El polietilenglicol es higroscópico. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la capacidad del revestimiento de absorber la humedad. El peso molecular medio del polietilenglicol es preferiblemente de 180 g/mol a 630 g/mol, con especial preferencia de 190 g/mol a 320 g/mol. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la capacidad del revestimiento de absorber la humedad, la estabilidad y la flexibilidad del revestimiento, y la solubilidad del polietilenglicol.

En otra realización preferida de la invención, el polioli comprende al menos un polioli de polialquilenéter, preferiblemente polioli de polipropilenéter, con especial preferencia polioli de polipropilenéter trifuncional. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la resistencia al rayado del revestimiento hidrófilo. Por otra parte, se puede reducir una tendencia indeseada a la adherencia entre contrapartes como los labios de sellado. El peso molecular medio del polioli de polipropilenéter es preferiblemente de 200 g/mol a 600 g/mol, con especial preferencia de 350 g/mol a 500 g/mol. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la absorción de humedad, la estabilidad del revestimiento y la solubilidad del polioli. En una realización particularmente preferida, el polioli comprende al menos una mezcla de polioli de polipropilenéter y polietilenglicol, por ejemplo, con una relación en peso del polioli de polipropilenéter con respecto al polietilenglicol de 2:1 a 1:2. De este modo, se puede reducir la sensibilidad de la capa hidrófila a la abrasión.

En otra realización preferida de la invención, el polioli comprende al menos 1,4-butanodiol. En una realización particularmente preferida de la invención, el polioli comprende al menos polialquilenglicol (preferiblemente polietilenglicol) y 1,4-butanodiol. La relación en peso del polialquilenglicol con respecto al 1,4-butanodiol es preferiblemente de 1:2 a 2:1. De este modo, se pueden lograr resultados particularmente buenos con respecto a la resistividad a los arañazos y una adhesividad reducida.

El polioli también puede comprender al menos 1,4-butanodiol y polioli de polipropilenéter o al menos 1,4-butanodiol, polietilenglicol y polioli de polipropilenéter. El polioli en una realización preferida contiene al menos polietilenglicol, polioli de polipropilenéter y/o 1,4-butanodiol.

El agente de fluidez contiene preferiblemente al menos un polidimetilsiloxano, con especial preferencia un polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxilo. Alternativamente, el agente de fluidez contiene preferiblemente al menos un poliácrlato y/o nanopartículas de dióxido de silicio.

5 La polivinilpirrolidona tiene, preferiblemente, un peso molecular medio en peso de  $M_w = 0,8 \times 10^6$  g/mol -  $2,2 \times 10^6$  g/mol, con especial preferencia de  $M_w = 1,1 \times 10^6$  g/mol -  $1,8 \times 10^6$  g/mol y un peso molecular medio en número preferiblemente de  $M_n = 200 \times 10^3$  g/mol -  $400 \times 10^3$  g/mol, con especial preferencia de  $M_n = 250 \times 10^3$  g/mol -  $375 \times 10^3$  g/mol. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la viscosidad de la disolución que, por lo tanto, es fácil de aplicar al sustrato.

10 La disolución puede contener al menos del 12 % en peso al 28 % en peso del compuesto de isocianato, del 7 % en peso al 20 % en peso de poliol, del 0,1 % en peso al 10 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,001 % en peso al 2 % en peso del agente de fluidez.

En particular, la disolución puede contener al menos del 15 % en peso al 25 % en peso del compuesto de isocianato, del 8 % en peso al 14 % en peso de poliol, del 0,2 % en peso al 7 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,001 % en peso al 1,5 % en peso del agente de fluidez.

15 La disolución contiene, de manera muy particularmente preferida, al menos del 19 % en peso al 23 % en peso del compuesto de isocianato, del 10 % en peso al 13 % en peso de poliol, del 1 % en peso al 5 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,01 % en peso al 0,2 % en peso del agente de fluidez.

Esto es particularmente ventajoso con respecto a la estabilidad y flexibilidad del revestimiento y su capacidad de absorber la humedad.

20 De acuerdo con la invención, la disolución contiene al menos del 19 % en peso al 23 % en peso del compuesto de isocianato, del 10 % en peso al 13 % en peso de poliol, del 3 % en peso al 5 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,02 % en peso al 0,05 % en peso del agente de fluidez. De este modo, se pueden lograr muy buenos resultados.

Los alcoholes, por ejemplo, el terc-butanol o el diacetona alcohol, se utilizan preferiblemente como el disolvente. También se pueden utilizar cetonas o disolventes no polares, tal como el xileno.

25 La disolución se puede aplicar, por ejemplo, mediante pulverización o con brocha. Alternativamente, el sustrato se puede sumergir en la disolución.

30 Después de la aplicación de la disolución, el cristal de ventana se seca para eliminar el disolvente. El secado del cristal de ventana tiene lugar, preferiblemente, a una temperatura de 30 °C a 70 °C, con especial preferencia, de 45 °C a 55 °C. Esto es particularmente ventajoso con respecto a la formación de un revestimiento homogéneo con una superficie lisa.

35 En el método de acuerdo con la invención, la temperatura del cristal de ventana se eleva después del secado, preferiblemente durante un período de 20 min a 60 min, con especial preferencia de 30 min a 50 min, a un intervalo de 100 °C a 150 °C. De este modo, el compuesto de isocianato y el poliol reaccionan para formar un poliuretano. La temperatura se eleva preferiblemente a un intervalo de 115 °C a 130 °C. Esto es particularmente ventajoso con respecto a una alta velocidad de reacción y la prevención del daño térmico a los componentes del revestimiento.

40 En una realización ventajosa de la invención, la disolución contiene un catalizador. La disolución contiene preferiblemente del 0,001 % en peso al 0,1 % en peso del catalizador. El catalizador aumenta la velocidad de reacción del poliol y el compuesto de isocianato. Preferiblemente, se utilizan como catalizadores los compuestos organometálicos de bismuto o estaño, tales como carboxilato de estaño o carboxilato de bismuto, con especial preferencia, laurato de dibutylestaño. Esto es particularmente ventajoso, con respecto a aumentar la velocidad de reacción y la estabilidad mecánica de la matriz de poliuretano. También se pueden utilizar como catalizadores las aminas, por ejemplo, trietilendiamina, o azinas, por ejemplo, 1,4-diaza(2,2,2)bicciclooctano.

45 En una realización ventajosa de la invención, se aplica un promotor de adherencia al sustrato antes de la aplicación de la disolución. El promotor de adherencia contiene, preferiblemente, un silano, con especial preferencia, un silano con funcionalidad amino, por ejemplo, (3-aminopropil)silantriol. El promotor de adherencia se aplica preferiblemente en un disolvente, por ejemplo, mediante pulverización, con brocha o sumergiendo el sustrato en la disolución. Después de eso, se seca preferiblemente el sustrato.

50 El revestimiento hidrófilo se utiliza preferiblemente en cristales de ventanas en vehículos, en particular, en vehículos de motor eléctrico y otros vehículos motorizados en cristales de ventanas delanteros, traseros, laterales o de techo para evitar la condensación de humedad en el cristal de ventana. Por otra parte, el revestimiento hidrófilo se utiliza en ventanas en trenes, aeronaves, o embarcaciones, en edificios, en espejos, en piezas individuales funcionales y/o decorativas, o en paneles de cristal como partes integradas en muebles y dispositivos.

La invención se explica con mayor detalle mediante referencias a los dibujos y a una realización a modo de ejemplo. Ellos representan:

La Figura 1 es una sección transversal a través de un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo de acuerdo con la invención, y

La Figura 2 es un diagrama de flujo detallado del método de acuerdo con la invención.

5 La Figura 1 representa una sección transversal a través de un cristal de ventana 1 con un revestimiento hidrófilo 2 de acuerdo con la invención. El cristal de ventana 1 es un cristal de seguridad de un solo panel, pretensado térmicamente, de 3 mm de espesor, realizado en cristal de cal sodada. El cristal de ventana 1 tiene una anchura de 90 cm y una altura de 60 cm. El revestimiento hidrófilo 2 contiene el 89,72 % en peso de poliuretano. El poliuretano es el producto de la poliadición del polioliol polietilenglicol (Merck PEG-200) y un homopolímero de diisocianato de 1,6-hexametileno (Bayer Desmodur N 3200). La capa hidrófila 2 contiene además el 10,15 % en peso de polivinilpirrolidona (BASF Luvitec K90), el 0,1 % en peso de polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxilada (BYK-370) como agente de fluidez, y el 0,03 % en peso de dilaurato de dibutilestano como catalizador. La capa hidrófila 2 tiene un espesor de 35 µm.

La capa hidrófila 2 está unida al cristal de ventana 1 a través de un promotor de adherencia 3. El promotor de adherencia es (3-aminopropil)silantriol (Evonik Dynasylan 1151).

15 La Figura 2 representa, a modo de ejemplo, el método de acuerdo con la invención para producir un cristal de ventana 1 con un revestimiento hidrófilo 2. Como primera etapa, se aplica el promotor de adherencia 3 sobre el sustrato 1. El promotor de adherencia 3 es un (3-aminopropil)silantriol (Dynasylan 1151). Luego, para el revestimiento del sustrato 1, se aplica una disolución. La disolución contiene el 20,44 % en peso de un homopolímero de diisocianato de 1,6-hexametileno (Bayer Desmodur N 3200), el 11,19 % en peso de polietilenglicol (Merck PEG-200), el 0,01 % en peso de dilaurato de dibutilestano como catalizador, y el 64,65 % en peso de acetona alcohol como disolvente. La disolución contiene además el 0,14 % en peso de una disolución al 25 % de un polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxilada como agente de fluidez en una mezcla de disolvente orgánico (BYK-370). El cristal de ventana se seca durante 15 minutos a una temperatura de 50 °C. Luego, el cristal de ventana se calienta hasta 120 °C durante 40 min. De este modo, el compuesto de isocianato reacciona, mediado por el catalizador, con el polioliol para formar un poliuretano.

### Ejemplo 1

Se produjeron las probetas de ensayo con el cristal de ventana 1 y la capa hidrófila 2. El cristal de ventana fue una ventana lateral de un automóvil (espesor 3 mm, anchura 90 cm, altura 60 cm). Se aplicó la capa hidrófila 2 según el método de acuerdo con la invención en el lado del cristal de ventana 1 en dirección al interior del vehículo. Primero, se pulverizó (3-aminopropil)silantriol en disolución acuosa (Evonik Dynasylan 1151) como un promotor de adherencia 3 y se secó el cristal de ventana 1 en una corriente de aire. A continuación, se pulverizaron 50,4 ml de una disolución con el compuesto de isocianato, el polioliol, la polivinilpirrolidona, el agente de fluidez, el catalizador, y el disolvente. Las sustancias y cantidades utilizadas, basadas en 1.000 g de disolvente, se presentan en la Tabla 1.

35 Después de la aplicación de la disolución, se secaron los cristales de ventana durante 15 minutos a 50 °C. Después de eso, los cristales de ventana se calentaron durante 40 minutos hasta 120 °C. Esto hizo que el polioliol reaccionara, mediado por el catalizador, con el compuesto de isocianato. Se obtuvo una capa hidrófila 2 que consistía en una matriz de poliuretano con polivinilpirrolidona y agente de fluidez incorporados. El espesor de capa de la capa hidrófila fue de 35 µm. La superficie de la capa hidrófila era lisa.

40 Se ajustó la humedad en el interior del automóvil mediante un evaporador. Se ajustó la humedad que simuló la presencia de cinco personas en el interior del vehículo de motor. La temperatura fue de -3 °C.

Se observó el inicio de la formación de condensación de agua después de 4 min. Después de 15 minutos, el cristal de ventana estaba completamente cubierto con condensación de agua. Las observaciones se presentan en la Tabla 2.

45 Además, se midió la resistencia al rayado de la capa hidrófila 2 con un ensayo estandarizado de Erichsen. Se movió una aguja de metal (diámetro de la punta de 0,75 mm) sobre la capa hidrófila 2, por lo que se incrementó la presión ejercida. Se midió la presión necesaria para producir un arañazo visible en la capa hidrófila 2. Se llevó a cabo el ensayo antes y después de la absorción de humedad. Las observaciones se presentan en la Tabla 5.

### Ejemplo 2

50 El Ejemplo 2 se realizó exactamente igual que el Ejemplo 1. La diferencia residió en el uso de un compuesto de polioliol diferente. Las sustancias y cantidades utilizadas, basadas en 1.000 g de disolvente, se presentan en la Tabla 3. Las observaciones sobre la formación de condensación de agua se presentan en la Tabla 2. Las observaciones sobre la resistencia al rayado se presentan en la Tabla 5.

Se pudo observar una mayor resistencia al rayado en comparación con el Ejemplo 1, especialmente después de la absorción de humedad. Por otra parte, se observó que la adherencia de la capa hidrófila 2 después de la absorción de humedad se redujo significativamente en comparación con el Ejemplo 1.

**Ejemplo 3**

5 El Ejemplo 2 se realizó exactamente igual que el Ejemplo 1. La diferencia residió en el uso de un compuesto de poliol diferente. Las sustancias y cantidades utilizadas, basadas en 1.000 g de disolvente, se presentan en la Tabla 4. Las observaciones sobre la formación de condensación de agua se presentan en la Tabla 2. Las observaciones sobre la resistencia al rayado se presentan en la Tabla 5.

Se pudo observar una mayor resistencia al rayado en el estado seco en comparación con el Ejemplo 1. Por otra parte, se observó que la adherencia de la capa hidrófila 2 después de la absorción de humedad se redujo significativamente en comparación con el Ejemplo 1.

**Ejemplo comparativo 1**

10 El Ejemplo comparativo 1 se realizó exactamente igual que el Ejemplo 1. La diferencia residió en la composición de la capa hidrófila 2. La capa hidrófila 2 no contenía polivinilpirrolidona. Como resultado, la capacidad de absorber la humedad de la capa hidrófila 2 fue menor en comparación con los Ejemplos 1-3 de acuerdo con la invención. Las sustancias y cantidades utilizadas, basadas en 1.000 g de disolvente, se presentan en la Tabla 1.

15 Se observó la formación de condensación de agua antes en comparación con los ejemplos de acuerdo con la invención. Las observaciones se presentan en la Tabla 2.

**Ejemplo comparativo 2**

20 El Ejemplo comparativo 2 se realizó exactamente igual que el Ejemplo 1. La diferencia residió en la composición de la capa hidrófila 2. La capa hidrófila 2 no contenía agente de fluidez. Por lo tanto, la tensión superficial de la disolución no se redujo en el momento del revestimiento. Se pudieron formar zonas de convección espacialmente limitadas (efecto Bénard) durante el secado de la disolución. Las sustancias y cantidades utilizadas, basadas en 1000 g de disolvente, se presentan en la Tabla 1.

La capa hidrófila tuvo una superficie estructurada (erosionada). Las observaciones se presentan en la Tabla 2.

**Ejemplo comparativo 3**

25 En el Ejemplo comparativo 3, se investigó un cristal de ventana 1 sin una capa hidrófila 2. Las observaciones se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1

| Componente           | Material                                                                                                                         | Ejemplo 1 | Ejemplo comparativo 1 | Ejemplo comparativo 2 |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| Disolvente           | Diacetona alcohol                                                                                                                | 1.000 g   | 1.000 g               | 1.000 g               |
| Isocianato           | Homopolímero de diisocianato de 1,6-hexametileno (Desmodur N 3200, Bayer)                                                        | 316,17 g  | 316,17 g              | 316,17 g              |
| Poliol               | Polietilenglicol (PEG-200, Merck)                                                                                                | 173,01 g  | 173,01 g              | 173,01 g              |
| Catalizador          | Dilaurato de dibutilestano                                                                                                       | 0,14 g    | 0,14 g                | 0,14 g                |
| Polivinilpirrolidona | Luvitec K90 (BASF)                                                                                                               | 55,36 g   | -                     | 55,36 g               |
| Agente de fluidez    | Polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxilo en mezcla de disolventes (disolución al 25 %) (BYK-370) | 2,13 g    | 2,13 g                | -                     |

30

Tabla 2

|                       | Comienzo de la condensación | Cristal completamente cubierto por condensación de agua | Estado de la superficie de la capa hidrófila 2 |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Ejemplo 1             | 4 min                       | 15 min                                                  | Lisa                                           |
| Ejemplo 2             | 4 min                       | 15 min                                                  | Lisa                                           |
| Ejemplo 3             | 4 min                       | 15 min                                                  | Lisa                                           |
| Ejemplo comparativo 1 | 2 min                       | 7 min                                                   | Lisa                                           |
| Ejemplo comparativo 2 | 4 min                       | 15 min                                                  | Estructurada/erosionada                        |
| Ejemplo comparativo 3 | Inmediatamente              | 4 min                                                   | Sin revestimiento hidrófilo 2                  |

Tabla 3

| Componente           | Material                                                                                                                        | Ejemplo 2 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Disolvente           | Diacetona alcohol                                                                                                               | 1.000 g   |
| Isocianato           | Homopolímero de diisocianato de 1,6-hexametileno (Desmodur N 3200, Bayer)                                                       | 316,17 g  |
| Poliol               | Polietilenglicol (PEG-200, Merck)                                                                                               | 195,39 g  |
| Catalizador          | Dilaurato de dibutilestaño                                                                                                      | 0,14 g    |
| Polivinilpirrolidona | Luvitec K90 (BASF)                                                                                                              | 55,36 g   |
| Agente de fluidez    | Polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxil en mezcla de disolventes (disolución al 25 %) (BYK-370) | 2,13 g    |

Tabla 4

5

| Componente           | Material                                                                                                                        | Ejemplo 2 |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Disolvente           | Diacetona alcohol                                                                                                               | 1.000 g   |
| Isocianato           | Homopolímero de diisocianato de 1,6-hexametileno (Desmodur N 3200, Bayer)                                                       | 316,17 g  |
| Poliol               | Polietilenglicol (PEG-200, Merck)                                                                                               | 102,3 g   |
|                      | 1,4-butanodiol                                                                                                                  | 102,3 g   |
| Catalizador          | Dilaurato de dibutilestaño                                                                                                      | 0,14 g    |
| Polivinilpirrolidona | Luvitec K90 (BASF)                                                                                                              | 55,36 g   |
| Agente de fluidez    | Polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxil en mezcla de disolventes (disolución al 25 %) (BYK-370) | 2,13 g    |

Tabla 5

|           | Resistencia al rayado |           |
|-----------|-----------------------|-----------|
|           | En seco               | En húmedo |
| Ejemplo 1 | 7 N                   | 3 N       |
| Ejemplo 2 | 8 N                   | 6 N       |
| Ejemplo 3 | 9 N                   | 3 N       |

- 10 Se demostró que los cristales de ventana de acuerdo con la invención tenían una formación de condensación de agua más tardía que la de los cristales de ventana conocidos con revestimiento sin polivinilpirrolidona y mayor lisura de superficie que los cristales de ventana con revestimiento sin un agente de fluidez. Además, se ha demostrado que tanto la resistencia al rayado como la adhesividad de la capa hidrófila 2 se puede controlar mediante la elección del compuesto de poliol.
- 15 Este resultado fue inesperado y sorprendente para el experto en la técnica.

## REIVINDICACIONES

1. Un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo, que comprende al menos:
- un sustrato (1) y
  - una capa hidrófila (2), que contiene al menos del 85 % en peso al 92 % en peso de poliuretano, del 8 % en peso al 11 % en peso de polivinilpirrolidona, y del 0,08 % en peso al 0,2 % en peso de un agente de fluidez.
2. El cristal de ventana de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente de fluidez contiene al menos un polidimetilsiloxano, preferiblemente un polidimetilsiloxano modificado con poliéster, con especial preferencia un polidimetilsiloxano modificado con poliéster con funcionalidad hidroxilo.
3. El cristal de ventana de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la polivinilpirrolidona y el agente de fluidez están incorporados en el poliuretano.
4. El cristal de ventana de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el peso molecular medio en peso de la polivinilpirrolidona es de  $1,1 \times 10^6$  g/mol a  $1,8 \times 10^6$  g/mol.
5. El cristal de ventana de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la capa hidrófila (2) tiene un espesor de capa de 0,1  $\mu\text{m}$  a 250  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 1  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ , con especial preferencia de 3  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ .
6. El cristal de ventana de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa hidrófila (2) está unida al sustrato (1) a través de un promotor de adherencia (3) y el promotor de adherencia (3) contiene preferiblemente al menos un silano con funcionalidad amino.
7. El método para producir un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo (2), en el que
- (a) se aplica a un sustrato (1), una disolución que contiene al menos del 19 % en peso al 23 % en peso de un compuesto de isocianato y del 10 % en peso al 13 % en peso de un poliol, del 3 % en peso al 5 % en peso de polivinilpirrolidona, del 0,02 % en peso al 0,05 % en peso de un agente de fluidez, y un disolvente,
  - (b) se secan el cristal de ventana que contiene el sustrato (1) y la disolución aplicada, y
  - (c) se eleva la temperatura hasta un intervalo de 100 °C a 150 °C.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que antes de la etapa de procedimiento (a), se aplica un promotor de adherencia (3) al sustrato (1).
9. El método de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que el compuesto de isocianato contiene al menos diisocianato de 1,6-hexametileno, un oligómero de diisocianato de 1,6-hexametileno, o un homopolímero de diisocianato de 1,6-hexametileno.
10. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el poliol contiene al menos polietilenglicol, poliol de polipropilenoéter y/o 1,4-butanodiol.
11. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 10, en el que la disolución contiene un catalizador, preferiblemente dilaurato de dibutilestano.
12. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 11, en el que el cristal de ventana se seca a una temperatura de 30 °C a 70 °C, preferiblemente de 45 °C a 55 °C.
13. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 a 12, en el que en la etapa de procedimiento (c) la temperatura se eleva a un intervalo de 115 °C a 130 °C.
14. El uso de un cristal de ventana con un revestimiento hidrófilo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1-6 en medios de transporte por tierra, aire y agua, en particular, en vehículos eléctricos y otros vehículos de motor, por ejemplo, como parabrisas, ventanas traseras, ventanas laterales, y/o ventanas de techo, como cristales de ventana en edificios, en espejos, en piezas individuales funcionales y/o decorativas y como paneles de cristal como partes integradas en muebles y dispositivos para reducir la condensación de humedad en el cristal.

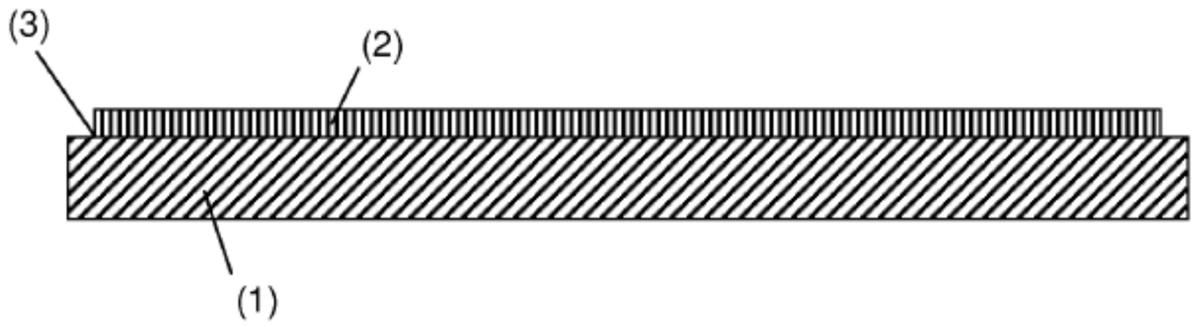


Fig. 1

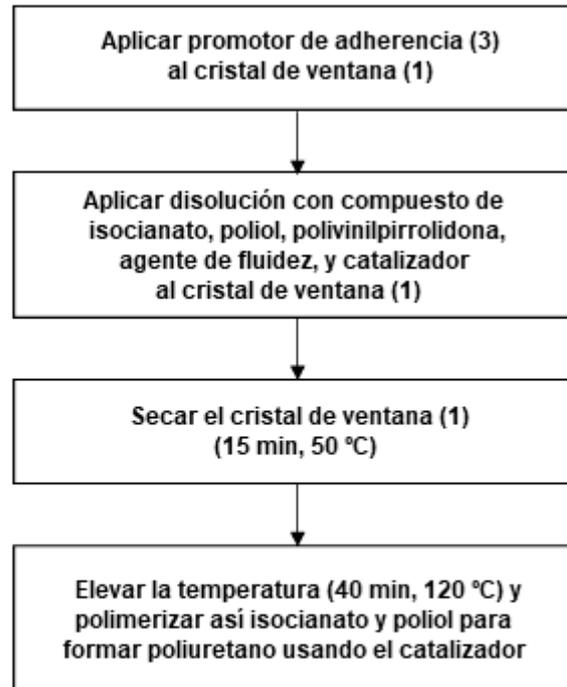


Fig. 2