

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 917 523**

51 Int. Cl.:

C03C 17/25 (2006.01)

G02B 1/111 (2015.01)

H01L 31/0392 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.04.2018** **PCT/JP2018/016161**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2018** **WO18198936**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2018** **E 18791143 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2022** **EP 3617165**

54 Título: **Sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión, dispositivo de conversión fotoeléctrica, líquido de revestimiento para formar una película de baja reflexión para un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión, y método de producción de un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión**

30 Prioridad:

27.04.2017 JP 2017088245

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.07.2022

73 Titular/es:

NIPPON SHEET GLASS COMPANY, LIMITED
(100.0%)
5-27, Mita 3-chome Minato-ku
Tokyo 108-6321, JP

72 Inventor/es:

KOYO MIZUHO;
NAKAZAWA TATSUHIRO y
KAWAZU MITSUHIRO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 917 523 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

Sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión, dispositivo de conversión fotoeléctrica, líquido de revestimiento para formar una película de baja reflexión para un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión, y método de producción de un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión, un dispositivo de conversión fotoeléctrica que incluye el mismo, un líquido de revestimiento para formar una película de baja reflexión de un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión, y un método para producir un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión.

Técnica anterior

Con el fin de mejorar la función de un sustrato de vidrio o cerámico en su uso previsto, sobre la superficie del sustrato se forma una película de baja reflexión para aumentar la cantidad de luz a transmitir o para evitar el deslumbramiento causado por la reflexión.

Estas películas de baja reflexión se aplican, por ejemplo, a láminas de vidrio para su uso en cristales de vehículos, vitrinas o dispositivos de conversión fotoeléctrica. Una de las denominadas celdas solares de película delgada, que es un tipo de dispositivo de conversión fotoeléctrica, emplea una lámina de vidrio sobre la que se forma una pila de una película de capa inferior, una película conductora transparente, una capa de conversión fotoeléctrica hecha de silicio amorfo o similar, y un electrodo de película delgada en la parte trasera que están dispuestos en este orden. Se forma una película de baja reflexión sobre la superficie principal de la lámina de vidrio opuesta a la superficie principal que soporta la pila, es decir, en la superficie principal sobre la que incide la luz del sol. Tal celda solar que tiene una película de baja reflexión formada en el lado de incidencia de la luz solar permite que una mayor cantidad de luz solar alcance la capa de conversión fotoeléctrica o elemento de célula solar y, por lo tanto, genera una mayor cantidad de electricidad.

Las películas de baja reflexión más utilizadas son películas dieléctricas formadas por un proceso tal como deposición al vacío, pulverización catódica o deposición química en fase vapor (CVD). En algunos casos, una película que contiene partículas finas que contiene partículas finas tales como partículas finas de sílice se usa como una película de baja reflexión. Tal película que contiene partículas finas se forma aplicando un líquido de revestimiento que contiene partículas finas sobre un sustrato transparente mediante una técnica tal como inmersión, revestimiento de flujo o pulverización.

Por ejemplo, el documento JP 2014-032248 A (Bibliografía de patentes 1) divulga un cubreobjetos para dispositivos de conversión fotoeléctrica que se forma aplicando un líquido de revestimiento que contiene partículas finas y un aglutinante precursor a una lámina de vidrio que tiene asperezas superficiales mediante pulverización, seguido de secado a 400 °C y luego calcinado a 610 °C durante 8 minutos. La película de baja reflexión formada en este cubreobjetos puede producir un aumento de al menos un 2,37 % en la transmisión de luz promedio en el intervalo de longitud de onda de 380 a 1100 nm.

Por otra parte, el documento JP 2013-537873 A (Bibliografía de patentes 2) divulga un sustrato de vidrio revestido producido depositando un sol que contiene tetraetoxisilano, acetilacetato de aluminio y sílice coloidal sobre una lámina de vidrio mediante revestimiento por inmersión, seguido de tratamiento térmico a 680 °C durante 180 segundos. La película de baja reflexión formada en este sustrato de vidrio puede producir un aumento del 2,5 % en la transmisión de luz promedio en el intervalo de longitud de onda de 300 a 1100 nm.

El documento JP 2014-015543 A (Bibliografía de patentes 3) divulga un sustrato de silicio con un revestimiento formado mediante la aplicación de una composición de revestimiento que contiene sílice coloidal, tetraalcoxisilano y nitrato de aluminio al sustrato usando un equipo de revestimiento giratorio y luego secando la composición de revestimiento aplicada a 100 °C durante 1 minuto, teniendo la sílice coloidal un diámetro de partículas dispersadas mayor que el diámetro promedio de las partículas primarias y teniendo un factor de forma y una relación de aspecto mayores que 1 en una cierta cantidad o más. Este revestimiento tiene un índice de refracción de 1,40 o menos, aunque no se hace mención del aumento de la transmitancia de luz promedio que provoca este revestimiento.

El documento US 2015/0276991 A1 (Bibliografía de patentes 4) divulga un artículo antirreflectante que comprende un sustrato de vidrio y una capa antirreflectante que contiene una resina aglutinante que se puede producir por hidrólisis y condensación de un compuesto de alcoxisilano, partículas de óxido metálico que pueden ser partículas de sílice, y un catalizador de quelato metálico.

Lista de citas

Bibliografía de patentes

Bibliografía de Patentes 1: JP 2014-032248 A
 Bibliografía de Patentes 2: JP 2013-537873 A
 Bibliografía de Patentes 3: JP 2014-015543 A
 Bibliografía de Patentes 4: US 2015/0276991 A1

Sumario de la invención

Problema técnico

Por ejemplo, cuando una lámina de vidrio revestida con una película de baja reflexión se utiliza como sustrato transparente en un dispositivo de conversión fotoeléctrica, se requiere que el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión no solo tenga un efecto de mejora en la transmisión de la luz sino que también tenga una alta durabilidad. Por lo tanto, por ejemplo, los sustratos transparentes revestidos con película de baja reflexión para su uso en dispositivos de conversión fotoeléctrica aún tienen margen de mejora en términos de aumento de la durabilidad mientras mantienen buenas propiedades ópticas, tales como una alta transmitancia comparable a la que se logra convencionalmente.

Ante tales circunstancias, es un objeto de la presente invención proporcionar un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión que tenga una mayor durabilidad así como propiedades ópticas comparables a las que se consiguen convencionalmente. Es otro objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo de conversión fotoeléctrica que incluya tal sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión. Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un líquido de revestimiento para formar una película de baja reflexión de tal sustrato transparente revestido con película de baja reflexión y proporcionar un método para producir el sustrato transparente revestido con película de baja reflexión.

Solución al problema

Un primer aspecto de la presente invención proporciona un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión que incluye un sustrato transparente y una película de baja reflexión formada sobre al menos una superficie principal del sustrato transparente, en donde

la película de baja reflexión es una película porosa que incluye: partículas finas de sílice que son sólidas y esféricas y que tienen un diámetro promedio de partícula de 80 a 150 nm; y un aglutinante que contiene sílice como componente principal, estando las partículas finas de sílice unidas por el aglutinante, el aglutinante contiene además un compuesto de aluminio como se define en la reivindicación 1 adjunta, la película de baja reflexión contiene como componentes:

del 55 al 70 % en masa de las partículas finas de sílice;
 del 25 al 40 % en masa de la sílice del aglutinante;
 del 0,1 al 1,5 % en masa del compuesto de aluminio en términos de Al_2O_3 ; y
 del 0,25 al 3 % de un componente orgánico,

la película de baja reflexión tiene un espesor de 80 a 800 nm, una ganancia de transmitancia es del 2,5 % o más, la ganancia de transmitancia se define como un aumento de la transmitancia promedio del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 380 a 850 nm con respecto a la transmitancia promedio del sustrato transparente sin revestir con la película de baja reflexión en el intervalo de longitud de onda, y el componente orgánico incluye al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un β -cetoéster y una β -dicetona.

Un segundo aspecto de la presente invención proporciona un dispositivo de conversión fotoeléctrica que incluye el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención.

Un tercer aspecto de la presente invención proporciona un líquido de revestimiento para formar una película de baja reflexión de un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión,

incluyendo el líquido de revestimiento: partículas finas de sílice que son sólidas y esféricas y que tienen un diámetro promedio de partícula de 80 a 150 nm; un compuesto de silicio hidrolizable; un complejo de quelato de aluminio; y un disolvente, en donde el compuesto de silicio hidrolizable incluye un compuesto representado por la siguiente fórmula (I): SiX_4 , donde X es al menos uno seleccionado de un grupo alcoxi, un grupo acetoxi, un grupo alquenilo, un grupo amino y un átomo de halógeno, el complejo de quelato de aluminio contiene: al menos un ligando polidentado seleccionado del grupo que consiste en un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster y un ligando polidentado que tiene

una estructura de β -dicetona; y uno o dos grupos alcoxi unidos directamente al átomo de aluminio, el disolvente incluye un disolvente orgánico miscible con agua y que tiene un punto de ebullición de 70 °C o superior e inferior a 180 °C,

una relación entre la masa de las partículas finas de sílice, calculada en términos de SiO_2 , y la masa de un componente de óxido de silicio contenido en el compuesto de silicio hidrolizable, calculada en términos de SiO_2 (partículas finas de sílice:compuesto de silicio hidrolizable), es de 57:43 a 74:26,

cuando una suma de la masa de las partículas finas de sílice, calculada en términos de SiO_2 , y la masa del componente de óxido de silicio contenido en el compuesto de silicio hidrolizable, calculada en términos de SiO_2 , se define como 100 partes en masa, la cantidad del complejo de quelato de aluminio es de 0,6 a 8 partes en masa, y

cuando se forma una película de baja reflexión con un espesor de 80 a 800 nm sobre un sustrato transparente usando el líquido de revestimiento, una ganancia de transmitancia es del 2,5 % o más, definiéndose la ganancia de transmitancia como un aumento de la transmitancia promedio del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 380 a 850 nm con respecto a la transmitancia promedio del sustrato transparente sin revestir con la película de baja reflexión en el intervalo de longitud de onda.

Un cuarto aspecto de la presente invención proporciona un método para producir un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención,

incluyendo el método:

una etapa de aplicación en la que se aplica un líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión al sustrato transparente; y

una etapa de calentamiento en la que se calienta el sustrato transparente con el líquido de revestimiento aplicado, en donde

el líquido de revestimiento es el líquido de revestimiento de acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención, y

en la etapa de calentamiento, una temperatura máxima experimentada por una superficie del sustrato transparente es de 350 °C o menos, y un periodo de tiempo durante el cual la superficie del sustrato transparente tiene una temperatura de 130 °C o más es de 5 minutos o menos.

Efectos ventajosos de la invención

La presente invención puede proporcionar un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión que tiene una mayor durabilidad así como propiedades ópticas comparables a las que se consiguen convencionalmente. La presente invención puede proporcionar además un dispositivo de conversión fotoeléctrica que incluye tal sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión.

Descripción de realizaciones

Se describirá una realización del sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con la presente invención.

El sustrato transparente revestido con película de baja reflexión de la presente realización incluye un sustrato transparente y una película de baja reflexión formada sobre al menos una superficie principal del sustrato transparente.

La película de baja reflexión se describirá en primer lugar.

La película de baja reflexión en la presente realización está compuesta por una película porosa que incluye partículas finas de sílice que son sólidas y esféricas y un aglutinante que contiene sílice como componente principal, estando las partículas finas de sílice unidas por el aglutinante. El aglutinante contiene además un compuesto de aluminio. La película porosa, en concreto, la película de baja reflexión, tiene un espesor físico de 80 a 800 nm, preferentemente más de 100 nm y 500 nm o menos, más preferentemente más de 100 nm y 150 nm o menos. El "aglutinante que contiene sílice como componente principal" se refiere a un aglutinante que contiene 50 % en masa o más de sílice.

Las partículas finas de sílice son partículas primarias aproximadamente esféricas que tienen un diámetro promedio de partícula de 80 a 150 nm, preferentemente más de 100 nm y 150 nm o menos. La sílice tiene mayor dureza que los materiales poliméricos orgánicos. La sílice tiene un índice de refracción relativamente bajo, siendo así capaz de ofrecer una mayor reducción del índice de refracción aparente de la película porosa que incluye el aglutinante y las partículas finas de sílice. Por otra parte, las partículas primarias aproximadamente esféricas hechas de sílice y que tienen diámetros uniformes se fabrican comercialmente a bajo coste y están altamente disponibles en términos de cantidad, calidad y coste. El diámetro promedio de partícula de las partículas finas de sílice, como se define en el presente documento, se refiere a un diámetro de partícula (D50) al 50 % del volumen acumulativo en una

distribución de tamaño de partícula medida por análisis de distribución de tamaño de partícula de difracción láser.

El contenido del compuesto de aluminio en la película de baja reflexión es del 0,1 al 1,5 % en masa, preferentemente del 0,2 al 1,0 % en masa, en términos de Al_2O_3 .

El compuesto de aluminio contenido en el aglutinante es un complejo de quelato de aluminio. Cuando el aglutinante contiene el compuesto de aluminio en una cantidad dentro del intervalo anterior en términos de Al_2O_3 , la película de baja reflexión puede ganar un aumento en la durabilidad, particularmente en la resistencia a la abrasión después del contacto con el agua durante un largo periodo de tiempo, manteniendo buenas propiedades ópticas.

Los complejos de quelato de aluminio que se utilizan son aquellos que contienen al menos un ligando polidentado seleccionado del grupo que consiste en un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster y un ligando polidentado que tiene una estructura de β -dicetona. Es decir, al menos un ligando polidentado del complejo de quelato de aluminio utilizado es un ligando que tiene una estructura de β -cetoéster y/o una estructura de β -dicetona. Todos los ligandos polidentados contenidos en el complejo de quelato de aluminio pueden tener una estructura de β -cetoéster. Un complejo de quelato de aluminio que contiene un ligando polidentado de este tipo es muy estable en un líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión.

El complejo de quelato de aluminio contiene además uno o dos grupos alcoxi unidos directamente al átomo de aluminio y un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster o una estructura de β -dicetona. El número de átomos de carbono en el o cada grupo alcoxi es preferentemente, por ejemplo, de 1 a 8. El o cada grupo alcoxi puede ser, por ejemplo, al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo *i*-propoxi, un grupo *n*-butoxi y un grupo *sec*-butoxi. Se considera que cuando el complejo de quelato de aluminio contiene un grupo alcoxi unido directamente al átomo de aluminio, se puede introducir en el aglutinante una estructura reticulada que tenga el átomo de aluminio como elemento central.

Cuando el complejo de quelato de aluminio contiene un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster, es preferible que en esta estructura de β -cetoéster, el número de átomos de carbono en el ácido carboxílico que constituye el éster debe ser de 4 a 6 y el número de átomos de carbono en el alcohol que constituye el éster debe ser de 1 a 3. Es más preferible que en la estructura de β -cetoéster, el número de átomos de carbono en el ácido carboxílico que constituye el éster sea 4 y el número de átomos de carbono en el alcohol que constituye el éster sea 2.

Algunos ejemplos de complejos de quelato de aluminio adecuados para su uso como complejo de quelato de aluminio contenido en el aglutinante son los que contienen acetoacetato de etilo, acetilacetato, acetoacetato de metilo, acetoacetato de isopropilo, 3-oxopentanoato de etilo o 3-oxo-4-metilpentanoato de etilo como ligando polidentado.

La película de baja reflexión contiene un componente orgánico en una cantidad del 0,2 al 3 % en masa, preferentemente del 0,4 al 2,1 % en masa. Este componente orgánico incluye al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un β -cetoéster y una β -dicetona. Por ejemplo, cuando el compuesto de aluminio es un complejo de quelato de aluminio, el componente orgánico incluye un componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio. El componente orgánico puede contener un grupo alquilo. El grupo alquilo puede ser, por ejemplo, un grupo metilo o un grupo etilo.

El contenido de partículas finas de sílice en la película de baja reflexión es del 55 al 70 % en masa y preferentemente del 60 al 70 % en masa. El contenido de sílice del aglutinante es del 25 al 40 % en masa y preferentemente del 30 al 40 % en masa.

La relación entre el contenido de partículas finas de sílice y el contenido de sílice del aglutinante (partículas finas de sílice:sílice del aglutinante) en la película de baja reflexión está en el intervalo de 57:43 a 74:26, preferentemente en el intervalo 60:40 a 70:30, en términos de relación en masa. Cuanto mayor sea la relación de contenido de las partículas finas de sílice, mayor puede ser el efecto reductor de la reflectancia de la película de baja reflexión de la presente realización. Esto se debe a un aumento del vacío entre las propias partículas finas de sílice o entre las partículas finas y el sustrato transparente. Sin embargo, si la relación de contenido de las partículas finas de sílice es excesivamente alta, la durabilidad de la película de baja reflexión de la presente realización se deteriorará. Esto se debe a que una relación de contenido excesivamente alta de partículas finas de sílice da como resultado una reducción en el efecto de esa sílice del aglutinante que sirve para unir las partículas finas de sílice entre sí o unir las partículas finas al sustrato transparente. Si la proporción de contenido de partículas finas de sílice es demasiado baja, el vacío mencionado anteriormente será demasiado estrecho, con el resultado de que disminuirá el efecto reductor de la reflectancia de la película de baja reflexión de la presente realización.

Como fuente de la sílice del aglutinante, se puede usar un compuesto de silicio hidrolizable o un hidrolizado del compuesto de silicio hidrolizable. Este compuesto de silicio hidrolizable puede incluir un compuesto representado por la fórmula (I) a continuación. En la fórmula (I), X es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo alcoxi, un grupo acetoxi, un grupo alqueniloxi, un grupo amino y un átomo de halógeno.



5 Como se ha descrito anteriormente, un compuesto de silicio hidrolizable tipificado por un alcóxido de silicio se puede utilizar como fuente de sílice del aglutinante. Los ejemplos del alcóxido de silicio incluyen tetrametoxisilano, tetraetoxisilano, tetraisopropoxisilano, metiltrietoxisilano, metiltrimetoxisilano, etiltrietoxisilano y etiltrimetoxisilano. Estos compuestos de silicio hidrolizables se pueden convertir en un aglutinante mediante hidrólisis y policondensación mediante el denominado proceso sol-gel.

10 La hidrólisis del compuesto de silicio hidrolizable se puede realizar de cualquier manera apropiada. La hidrólisis se lleva a cabo preferentemente en una solución que contiene las partículas finas de sílice descritas anteriormente, debido a que esto promueve una reacción de policondensación entre los grupos silanol presentes en las superficies de las partículas finas y los grupos silanol formados por hidrólisis del compuesto de silicio hidrolizable, lo que conduce a un aumento en la proporción del aglutinante que contribuye a mejorar la fuerza de unión entre las partículas finas de sílice. Específicamente, es preferible preparar un líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión añadiendo secuencialmente un catalizador de hidrólisis y un alcóxido de silicio a una solución que contiene las partículas finas de sílice mientras se agita la solución.

20 Puede usarse un ácido o una base como catalizador de hidrólisis. Los ácidos, en particular ácidos inorgánicos tales como ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico y ácido fosfórico, se usan preferentemente, y se usa más preferentemente ácido clorhídrico. Esto se debe a que las condiciones ácidas permiten una mejor dispersión de las partículas finas de sílice y producen una mayor estabilidad del líquido de revestimiento que las condiciones básicas. Es deseable utilizar como catalizador de hidrólisis un ácido que tenga un alto grado de disociación electrolítica en una solución acuosa. Específicamente, es deseable utilizar un ácido que tenga una constante de disociación ácida pK_a (que se refiere a la primera constante de disociación ácida cuando el ácido es un ácido polibásico) de 2,5 o menos.

A continuación, se describirá el sustrato transparente utilizado en el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización.

30 Por ejemplo, como sustrato transparente se utiliza una lámina de vidrio o un sustrato compuesto por un polímero orgánico. Los ejemplos del sustrato compuesto por un polímero orgánico incluyen láminas y películas hechas de resina acrílica, resina de policarbonato, resina de poliestireno o resina de poliéster. En el presente documento se describe un ejemplo en el que se usa una lámina de vidrio como sustrato transparente.

35 La lámina de vidrio no se limita a una en particular. Para permitir que la película de baja reflexión dispuesta sobre una superficie principal de la lámina de vidrio tenga una superficie lisa, la lámina de vidrio es preferentemente una lámina de vidrio que tiene una superficie microscópicamente lisa. Por ejemplo, la lámina de vidrio puede ser una lámina de vidrio flotado que tiene una superficie principal que tiene tal lisura que la rugosidad media aritmética R_a es, por ejemplo, 1 nm o menos y preferentemente 0,5 nm o menos. La rugosidad media aritmética R_a como se describe en el presente documento corresponde a la especificada en la norma JIS B 0601-1994.

45 La lámina de vidrio puede ser una lámina de vidrio labrada con una superficie que tiene asperezas macroscópicas que son lo suficientemente grandes para ser observadas a simple vista. Las asperezas macroscópicas que se describen en el presente documento se refieren a asperezas para las que la separación media S_m es del orden de milímetros, según se determina estableciendo una longitud de evaluación del orden de centímetros en el perfil de rugosidad. La separación media S_m de las asperezas en la superficie de la lámina de vidrio labrado es preferentemente de 0,3 mm o más, más preferentemente 0,4 mm o más, e incluso más preferentemente 0,45 mm o más, y es preferentemente 2,5 mm o menos, más preferentemente 2,1 mm o menos, incluso más preferentemente 2,0 mm o menos, y particularmente preferentemente 1,5 mm o menos. El espaciado medio S_m como se describe en el presente documento se refiere a un promedio de las longitudes de los periodos pico-valle en el perfil de rugosidad que se determinan en base a los puntos en los que el perfil de rugosidad interseca la línea media. Además, es deseable que las asperezas superficiales de la lámina de vidrio perfilado tengan una altura máxima R_y de 0,5 μm a 10 μm , en particular de 1 μm a 8 μm , además de tener un espaciado medio S_m dentro del intervalo anterior. El espaciado medio S_m y la altura máxima R_y que se describen en el presente documento corresponden a los especificados en JIS (Normas Industriales Japonesas) B 0601-1994. Incluso una lámina de vidrio con figuras de este tipo puede tener una rugosidad media aritmética R_a de varios nanómetros o menos, en particular 1 nm o menos, cuando la lámina de vidrio con figuras se examina microscópicamente (como en la medición de la rugosidad de la superficie mediante la observación del microscopio de fuerza atómica (AFM) en la que la longitud de evaluación en el perfil de rugosidad es de varios cientos de nanómetros). Por lo tanto, la lámina de vidrio labrada se puede considerar una lámina de vidrio que tiene una superficie microscópicamente lisa y se puede usar adecuadamente como sustrato transparente del sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización.

65 La lámina de vidrio utilizada puede tener una composición similar a las láminas de vidrio labrado comunes o láminas de vidrio arquitectónico. Es deseable que la lámina de vidrio esté tan libre de componentes colorantes como sea

posible. En la lámina de vidrio, el contenido de óxido de hierro, que es un componente colorante típico, es preferentemente del 0,06 % en masa o menos, en particular del 0,02 % en masa o menos, en términos de Fe_2O_3 .

La lámina de vidrio puede ser una lámina de vidrio con una película diferente de la película de baja reflexión y formada sobre una superficie principal de la lámina de vidrio opuesta a aquella sobre la que se va a formar la película de baja reflexión. Un ejemplo de láminas de vidrio adecuadas para estar provistas de la película de baja reflexión de la presente realización es una lámina de vidrio revestida con una película conductora transparente. Esta lámina de vidrio revestida de película conductora transparente es, por ejemplo, una que tiene una película conductora transparente provista en una superficie principal de cualquiera de las láminas de vidrio como se ha descrito anteriormente y en la que una o más capas subyacentes y una capa conductora transparente que contiene, por ejemplo, óxido de estaño dopado con flúor como componente principal se apilan en orden sobre la superficie principal de la lámina de vidrio.

El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión descrito anteriormente de la presente realización puede presentar una ganancia de transmitancia del 2,5 % o más, preferentemente del 2,6 % o más, o incluso del 2,7 % o más, y también puede exhibir una alta durabilidad. La ganancia de transmitancia está relacionada con la superficie del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión donde se forma la película de baja reflexión, y se refiere a un aumento de la transmitancia promedio del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 380 a 850 nm con respecto a la transmitancia promedio del sustrato transparente sin revestir con la película de baja reflexión en el intervalo de longitud de onda.

El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización se puede diseñar de modo que cuando se determina la reflectancia promedio de la superficie donde se forma la película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 360 a 740 nm en presencia y ausencia de la película de baja reflexión, una diferencia calculada restando la reflectancia promedio de la superficie en presencia de la película de baja reflexión de la reflectancia promedio de la superficie en ausencia de la película de baja reflexión (efecto de reducción de la reflectancia) es del 3,0 % o más y preferentemente del 3,2 % o más. El sustrato transparente revestido con película de baja reflexión de la presente realización puede tener tales propiedades de reflexión excelentes.

El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización también tiene una excelente resistencia a la abrasión. En particular, el sustrato transparente revestido con película de baja reflexión de la presente realización es excelente en cuanto a la resistencia a la abrasión exhibida después del contacto con el agua durante un largo periodo de tiempo. Por ejemplo, cuando el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización se somete a un ensayo de frotamiento con un paño seco después de la inmersión en agua, en la que el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión se sumerge en agua durante 50 horas y, posteriormente, la superficie formada por la película de baja reflexión se frota con un paño seco, una diferencia en la reflectancia promedio de la superficie formada por la película de baja reflexión en la longitud de onda de 360 a 740 nm antes y después del ensayo puede ser, por ejemplo, del 1 % o menos o incluso del 0,5 % o menos.

El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización se puede formar aplicando un líquido de revestimiento a una superficie principal de un sustrato transparente tal como una lámina de vidrio para formar una película húmeda y secando y endureciendo la película húmeda. Es decir, la película de baja reflexión se puede formar mediante la aplicación de un líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión a un sustrato transparente, seguido de una etapa de calentamiento de secado y endurecimiento de la película húmeda del líquido de revestimiento.

A continuación, se describirá el líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión de la presente realización.

El líquido de revestimiento de la presente realización incluye: partículas finas de sílice que son sólidas y esféricas y que tienen un diámetro promedio de partícula de 80 a 150 nm; un compuesto de silicio hidrolizable; un complejo de quelato de aluminio; y un disolvente.

El compuesto de silicio hidrolizable en el líquido de revestimiento incluye un compuesto representado por la siguiente fórmula (I): SiX_4 , donde X es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo alcoxi, un grupo acetoxi, un grupo alqueniloxi, un grupo amino y un átomo de halógeno.

Los ejemplos del compuesto de silicio hidrolizable que se puede usar incluyen alcóxidos de silicio tales como: tetraalcóxidosilanos tales como tetrametoxisilano, tetraetoxisilano y tetraisopropoxisilano; metiltrietoxisilano; metiltrimetoxisilano; etiltrimetoxisilano; y etiltrimetoxisilano.

El complejo de quelato de aluminio en el líquido de revestimiento contiene al menos un ligando polidentado seleccionado del grupo que consiste en un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster y un ligando polidentado que tiene una estructura de β -dicetona. El complejo de quelato de aluminio contiene además uno o dos grupos alcoxi unidos directamente al átomo de aluminio. En este caso, el número de átomos de carbono en el o cada

grupo alcoxi es preferentemente, por ejemplo, de 1 a 8. El o cada grupo alcoxi puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo i-propoxi, un grupo n-butoxi y un grupo sec-butoxi. Se considera que cuando el complejo de quelato de aluminio contiene un grupo alcoxi unido directamente al átomo de aluminio, se puede introducir en el aglutinante una estructura reticulada que tenga el átomo de aluminio como elemento central.

Cuando el complejo de quelato de aluminio en el líquido de revestimiento contiene un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster, es preferible que en esta estructura de β -cetoéster, el número de átomos de carbono en el ácido carboxílico que constituye el éster debe ser de 4 a 6 y el número de átomos de carbono en el alcohol que constituye el éster debe ser de 1 a 3. Es más preferible que en la estructura de β -cetoéster, el número de átomos de carbono en el ácido carboxílico que constituye el éster sea 4 y el número de átomos de carbono en el alcohol que constituye el éster sea 2.

Algunos ejemplos de complejos de quelato de aluminio adecuados para su uso como complejo de quelato de aluminio en el líquido de revestimiento son los que contienen acetoacetato de etilo, acetilacetato, acetoacetato de metilo, acetoacetato de isopropilo, 3-oxopentanoato de etilo o 3-oxo-4-metilpentanoato de etilo como ligando polidentado.

El disolvente en el líquido de revestimiento incluye un disolvente orgánico miscible con agua. Este disolvente orgánico incluye un disolvente orgánico que tiene un punto de ebullición de 70 °C o superior e inferior a 180 °C. Los ejemplos del disolvente orgánico incluyen etanol (punto de ebullición: 78 °C), 2-propanol (punto de ebullición: 83 °C), 1-metoxi-2-propanol (punto de ebullición: 121 °C), acetilacetona (punto de ebullición: 141 °C), acetato de metoxipropilo (punto de ebullición: 146 °C), 3-metoxi-1-butanol (punto de ebullición: 160 °C), alcohol de diacetona (punto de ebullición: 168 °C) y 3-metoxi-3-metil-1-butanol (punto de ebullición: 174 °C). En una realización preferida, el disolvente orgánico consiste en un disolvente orgánico que tiene un punto de ebullición igual o superior a 70 °C e inferior a 180 °C. En otra realización preferida, el disolvente orgánico incluye un disolvente orgánico que tiene un punto de ebullición de 70 °C o superior e inferior a 180 °C como componente principal y además incluye otro disolvente orgánico que tiene un punto de ebullición más alto. Se puede utilizar un disolvente orgánico que tenga un punto de ebullición de 180 a 250 °C como disolvente orgánico de punto de ebullición más alto. En este caso, la velocidad de secado después de la aplicación puede reducirse para facilitar la nivelación de la película del líquido de revestimiento, de manera que se pueden esperar efectos tales como la reducción de la aplicación desigual y el logro de una apariencia uniforme. La cantidad del disolvente orgánico de mayor punto de ebullición contenido en el líquido de revestimiento es deseablemente del 5 % en masa o menos con respecto a la cantidad total del líquido de revestimiento. Algunos ejemplos de disolventes orgánicos de punto de ebullición más alto incluyen propilenglicol (punto de ebullición: 187 °C), éter monometílico de dietilenglicol (punto de ebullición: 193 °C), hexilenglicol (punto de ebullición: 198 °C) y dietilenglicol (punto de ebullición: 244 °C).

En el líquido de revestimiento de la presente realización, la relación entre la masa de las partículas finas de sílice, calculada en términos de SiO_2 , y la masa de un componente de óxido de silicio contenido en el compuesto de silicio hidrolizable, calculada en términos de SiO_2 (partículas finas de sílice:compuesto de silicio hidrolizable), está en el intervalo de 57:43 a 74:26 y preferentemente en el intervalo de 60:40 a 70:30.

En el líquido de revestimiento de la presente realización, cuando la suma de la masa de las partículas finas de sílice, calculada en términos de SiO_2 , y la masa del componente de óxido de silicio contenido en el compuesto de silicio hidrolizable, calculada en términos de SiO_2 , se define como 100 partes en masa, la cantidad del complejo de quelato de aluminio está en el intervalo de 0,6 a 8 partes en masa y preferentemente en el intervalo de 1 a 5 partes en masa.

Por otra parte, cuando se forma una película de baja reflexión que tiene un espesor de 80 a 800 nm sobre un sustrato transparente usando el líquido de revestimiento de la presente realización, una ganancia de transmitancia puede ser del 2,5 % o más, definiéndose la ganancia de transmitancia como un aumento de la transmitancia promedio del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 380 a 850 nm con respecto a la transmitancia promedio del sustrato transparente sin revestir con la película de baja reflexión en la longitud de onda intervalo.

El líquido de revestimiento de la presente realización puede contener además un catalizador de hidrólisis para el compuesto de silicio hidrolizable. Puede usarse un ácido o una base como catalizador de hidrólisis. Desde el punto de vista de la estabilidad del líquido de revestimiento, es deseable usar un ácido, particularmente un ácido inorgánico, más particularmente ácido clorhídrico. Esto se debe a que las condiciones ácidas permiten una mejor dispersión de las partículas finas de sílice y producen una mayor estabilidad del líquido de revestimiento que las condiciones básicas. Es deseable utilizar como catalizador de hidrólisis un ácido que tenga un alto grado de disociación electrolítica en una solución acuosa. Específicamente, es deseable utilizar un ácido que tenga una constante de disociación ácida pK_a (que se refiere a la primera constante de disociación ácida cuando el ácido es un ácido polibásico) de 2,5 o menos.

El método utilizado para aplicar el líquido de revestimiento a una superficie principal de un sustrato transparente puede ser cualquier método conocido, tal como revestimiento por rotación, revestimiento mediante rodillo, revestimiento mediante barra, revestimiento por inmersión o revestimiento por pulverización. El revestimiento por

aspersión es mejor en términos de eficiencia de producción en masa. El revestimiento mediante y el revestimiento mediante barra son mejores en términos de uniformidad de la apariencia de la película resultante, así como en términos de eficiencia de producción en masa.

Es preferible que, en la etapa de calentamiento de secado y endurecimiento de la película húmeda del líquido de revestimiento, una temperatura máxima experimentada por una superficie del sustrato transparente sea de 350 °C o menos, y un periodo de tiempo durante el cual la superficie del sustrato transparente tiene una temperatura de 130 °C o más sea de 5 minutos o menos. El calentamiento en la etapa de calentamiento es preferentemente tal que un periodo de tiempo durante el cual la superficie del sustrato transparente tiene una temperatura de 100 °C o superior es de 30 segundos o más.

Basándose en la descripción anterior, el método para producir el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización es, por ejemplo, un método que incluye: una etapa de aplicación en la que se aplica un líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión al sustrato transparente; y una etapa de calentamiento en la que se calienta el sustrato transparente con el líquido de revestimiento aplicado, en donde el líquido de revestimiento es el líquido de revestimiento de la presente realización descrito anteriormente, y en la etapa de calentamiento, una temperatura máxima experimentada por una superficie del sustrato transparente es de 350 °C o menos, y un periodo de tiempo durante el cual la superficie del sustrato transparente tiene una temperatura de 130 °C o más es de 5 minutos o menos.

El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización se puede emplear como una lámina de vidrio para usar en un dispositivo de conversión fotoeléctrica. Es decir, un dispositivo de conversión fotoeléctrica de acuerdo con una realización de la presente invención incluye el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización. Un ejemplo del dispositivo de conversión fotoeléctrica es una celda solar. En el dispositivo de conversión fotoeléctrica, el sustrato transparente revestido con película de baja reflexión está dispuesto de tal manera que la película de baja reflexión está en el lado de incidencia de la luz. Para componentes que no sean la lámina de vidrio utilizada en el lado de incidencia de la luz del dispositivo de conversión fotoeléctrica, en concreto, el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de la presente realización, se pueden usar componentes de dispositivos de conversión fotoeléctrica conocidos según sea apropiado.

Ejemplos

En lo sucesivo en el presente documento, la presente invención se describirá con mayor detalle con unos Ejemplos. Para los Ejemplos y Ejemplos Comparativos, se describirá en primer lugar el método para medir el espesor de películas de baja reflexión, cada una formada sobre un sustrato transparente (una lámina de vidrio en los Ejemplos y Ejemplos Comparativos) y los métodos para evaluar diversas propiedades.

(Espesor de la película de baja reflexión)

El espesor de cada película de baja reflexión se determinó usando una fotografía tomada con un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FE-SEM). La película de baja reflexión se observó con un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo ("S-4500", fabricado por Hitachi, Ltd.). El espesor de la película de baja reflexión se midió en cinco puntos en una fotografía FE-SEM, tomada desde arriba a un ángulo de 30°, de una sección transversal de la película de baja reflexión, y el promedio de los valores medidos se calculó como el espesor de la película de baja reflexión.

(Propiedades de reflexión)

En los Ejemplos y Ejemplos Comparativos, como se describe más adelante, se usó una lámina de vidrio revestida con película conductora transparente como sustrato transparente de cada sustrato transparente revestido con película de baja reflexión, y la película de baja reflexión se formó sobre la superficie de la lámina de vidrio en la que no se proporcionó la película conductora transparente. En la medición de la reflectancia, para medir únicamente la reflectancia de la película de baja reflexión, la película conductora transparente de la lámina de vidrio se eliminó mediante chorro de arena y se aplicó una pintura negra a la superficie pulida con chorro de arena. Se midió una curva de reflectancia (espectro de reflexión) de la superficie de la lámina de vidrio sobre la que se formó la película de baja reflexión utilizando un espectrocólorímetro ("CM-2600d", fabricado por Konica Minolta, Inc.). De manera análoga, se obtuvo una curva de reflectancia de la misma manera para la reflectancia de la lámina de vidrio que aún no había sido revestida con la película de baja reflexión. La reflectancia de la lámina de vidrio antes de la formación de la película de baja reflexión y la reflectancia de la lámina de vidrio después de la formación de la película de baja reflexión se promediaron en el intervalo de longitud de onda de 360 a 740 nm para determinar la reflectancia promedio antes de la formación de la película de baja reflexión y el reflectancia promedio después de la formación de una película de baja reflexión. La reflectancia promedio después de la formación de la película de baja reflexión se sustrajo de la reflectancia promedio antes de la formación de la película de baja reflexión para determinar una diferencia en la reflectancia promedio y se evaluó el efecto de reducción de la reflectancia.

(Propiedades de transmisión)

Se midió una curva de transmitancia (espectro de transmisión) del sustrato transparente (una lámina de vidrio en los Ejemplos y Ejemplos Comparativos) utilizando un espectrofotómetro ("U-4100", fabricado por Hitachi High-Tech Science Corporation) antes y después de la formación de una película de baja reflexión. La transmitancia promedio se calculó promediando la transmitancia medida en el intervalo de longitud de onda de 380 a 850 nm. Se determinó como ganancia de transmitancia un aumento de la transmitancia promedio de la lámina de vidrio revestida con la película de baja reflexión con respecto a la transmitancia promedio de la lámina de vidrio sin revestir con la película de baja reflexión.

(Resistencia a la abrasión)

Para cada sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión, la superficie formada por la película de baja reflexión se sometió a 70 o 250 ciclos de abrasión con un abrasivo, CS-10F, con una carga de 4 N utilizando un comprobador de abrasión alternativo (fabricado por Taber Industries). Para la parte desgastada sujeta a 70 ciclos de abrasión, se midió una curva de reflectancia (espectro de reflexión) de la misma manera que en el ensayo de "Propiedades de reflexión" descrita anteriormente, y se determinó el promedio de reflectancia visible en el intervalo de longitud de onda de 360 a 740 nm. Se calculó una diferencia entre el promedio de reflectancia visible determinado después de 70 ciclos de abrasión y el promedio de reflectancia visible de la lámina de vidrio determinado en el intervalo de longitud de onda de 360 a 740 nm antes de la formación de película de baja reflexión, y se evaluó el efecto de la reducción de reflectancia después de 70 ciclos de abrasión. Para la parte desgastada sujeta a 250 ciclos de abrasión, el cambio en la reflectancia visible de la parte antes y después de la abrasión se midió utilizando un espectrocolorímetro ("CM-2600d", fabricado por Konica Minolta, Inc.). El cambio en la reflectancia visible se determinó basándose en los promedios de la reflectancia visible en el intervalo de longitud de onda de 360 a 740 nm.

(Resistencia a la abrasión después de la inmersión en agua)

Cada sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión se sumergió en agua a 80 °C durante 50 horas. Después, el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión se secó y su superficie formada por la película de baja reflexión se raspó utilizando un comprobador de abrasión alternativo (fabricado por Taber Industries). La abrasión se llevó a cabo poniendo una tela seca (tela no tejida) en contacto con la película de baja reflexión y haciendo que la tela seca se mueva de forma recíproca cuatro veces con una carga de 4 N aplicada a la película de baja reflexión. La reflectancia promedio de la superficie formada por la película de baja reflexión se midió después del ensayo de abrasión, y se calculó la diferencia de la reflectancia promedio de la superficie formada por la película de baja reflexión medida antes del ensayo de abrasión. Las reflectancias promedio fueron los promedios de reflectancia en el intervalo de longitud de onda de 360 a 740 nm, y el método de medición de las reflectancias promedio fue el mismo que el descrito anteriormente en "Propiedades de reflexión".

(Ejemplo 1)

<Preparación del líquido de revestimiento>

Una cantidad de 28,3 partes en masa de una dispersión de partículas finas de sílice ("Quartron PL-7", fabricada por Fuso Chemical Co., Ltd., que contiene partículas primarias aproximadamente esféricas con un diámetro promedio de partícula primaria de 125 nm y una concentración de sólidos del 23 % en masa, 58,6 partes en masa de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) y 1 parte en masa de ácido clorhídrico 1 N (catalizador de hidrólisis) se mezclaron con agitación. Mientras se agitaba adicionalmente la mezcla, se añadieron 12,1 partes en masa de tetraetoxisilano (ortosilicato de etilo, fabricado por Tama Chemicals Co., Ltd.). Se continuó agitando durante 8 horas manteniendo la temperatura a 40 °C, y así se hidrolizó el tetraetoxisilano para obtener una solución de hidrolizado.

En la solución de hidrolizado, la relación entre la masa de las partículas finas de sílice, calculada en términos de SiO_2 , y la masa del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante, calculada en términos de SiO_2 , fue de 65:35, y la concentración de sólidos, calculada en términos de SiO_2 , fue del 10 % en masa.

Una cantidad de 85,00 g de la solución de hidrolizado, 14,15 g de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) y 0,85 g de una solución de complejo de quelato de aluminio (una solución preparada disolviendo dibutóxido de (etilacetoacetato)aluminio, "DX-9740" fabricado por Shin-Etsu Chemical Co., Ltd., en 1-metoxi-2-propanol (disolvente) hasta una concentración del 10 % en masa) se mezclaron agitando para obtener un líquido de revestimiento del Ejemplo 1. En los sólidos del líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 64,6 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,8 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue 0,17 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 0,42 % en masa. El contenido de cada componente en los sólidos del líquido de revestimiento corresponde al contenido del componente en la película de baja reflexión que se desea formar. Lo mismo se aplica a los Ejemplos y Ejemplos Comparativos que se describen a

continuación. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcóxsilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 1 parte en masa.

5 <Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo 1, se formó una película de baja reflexión sobre una superficie principal de una lámina de vidrio revestida con película conductora transparente para obtener un sustrato transparente revestido con película de baja reflexión. Esta lámina de vidrio era una lámina de vidrio revestida con una película conductora transparente fabricada por Nippon Sheet Glass Co. Ltd. y que tenía un espesor de 3,2 mm. Esta lámina de vidrio tenía una composición típica de silicato de cal-soda y tenía una película conductora transparente formada por CVD en línea en una superficie principal e incluyendo una capa conductora transparente. La lámina de vidrio se cortó en una pieza de 200 mm x 300 mm, que se sumergió en una solución alcalina (LBC-1, un líquido de limpieza alcalino fabricado por LEYBOLD Co., Ltd.) y se lavó con la ayuda de un limpiador ultrasónico. El trozo de lámina de vidrio se enjuagó con agua desionizada y luego se secó a temperatura normal para preparar una lámina de vidrio para la formación de una película de baja reflexión. Las propiedades de transmisión de la lámina de vidrio sin una película de baja reflexión se evaluaron como se ha descrito anteriormente, y se determinó que la transmitancia promedio era del 83,2 %.

En el Ejemplo 1, se usó un rodillo de revestimiento para aplicar el líquido de revestimiento del Ejemplo 1 a la superficie principal de la lámina de vidrio anterior que no estaba provista de la película conductora transparente. La aplicación se hizo de tal manera que la película del líquido aplicado tuviera un espesor de 1 a 5 μm . A continuación, el líquido de revestimiento aplicado a la lámina de vidrio se secó y endureció con aire caliente. Este secado con aire caliente se logró utilizando un secador de aire caliente tipo cinta transportadora y haciendo pasar la lámina de vidrio por debajo de una boquilla de inyección de aire caliente una vez, con la temperatura del aire caliente ajustada a 350 °C, la distancia entre la boquilla de inyección de aire caliente y la lámina de vidrio ajustada a 25 mm, y la velocidad de transporte ajustada a 0,3 m/min. En este secado, el periodo de tiempo durante el cual la lámina de vidrio con el líquido de revestimiento aplicado estuvo en contacto con el aire caliente fue de 80 segundos, el periodo de tiempo durante el cual la superficie de vidrio con el líquido de revestimiento aplicado tuvo una temperatura de 130 °C o más fue de 40 segundos, y la temperatura máxima alcanzada por la superficie de vidrio fue de 150 °C. Después del secado y endurecimiento, la lámina de vidrio se dejó enfriar a temperatura ambiente para formar una película de baja reflexión sobre la lámina de vidrio.

Para el sustrato transparente revestido de película de baja reflexión así obtenido, se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

35 (Ejemplo 2)

<Preparación del líquido de revestimiento>

Se preparó un líquido de revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la cantidad de solución de hidrolizado fue de 85,00 g, la cantidad de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) fue de 13,30 g y la cantidad de solución de complejo de quelato de aluminio fue de 1,70 g. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 64,2 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,6 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,33 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 0,84 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcóxsilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 2 partes en masa.

50 <Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo 2, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo 2, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

55 (Ejemplo 3)

<Preparación del líquido de revestimiento>

Se preparó un líquido de revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la cantidad de solución de hidrolizado fue de 85,00 g, la cantidad de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) fue de 12,45 g y la cantidad de solución de complejo de quelato de aluminio fue de 2,55 g. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 63,9 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,4 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,50 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del

componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 1,26 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 3 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo 3, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo 3, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(Ejemplo 4)

<Preparación del líquido de revestimiento>

Se preparó un líquido de revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la cantidad de solución de hidrolizado fue de 85,00 g, la cantidad de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) fue de 10,75 g y la cantidad de solución de complejo de quelato de aluminio fue de 4,25 g. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 63,1 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,0 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,82 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 2,07 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 5 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo 4, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo 4, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(Ejemplo 5)

<Preparación del líquido de revestimiento>

En el Ejemplo 5, como solución de complejo de quelato de aluminio se utilizó una solución preparada disolviendo diisopropóxido de (etilacetoacetato)aluminio (fabricado por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) en 1-metoxi-2-propanol (disolvente) hasta una concentración del 10 % en masa. Una cantidad de 85,00 g de la solución de hidrolizado, 13,30 g de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) y 1,700 g de la solución de complejo de quelato de aluminio se mezclaron con agitación. Excepto por esto, un líquido de revestimiento se preparó de la misma manera que en el Ejemplo 1. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 64,2 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,5 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,37 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 0,93 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 2 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo 5, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo 5, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(Ejemplo Comparativo 1)

<Preparación del líquido de revestimiento>

Una solución acuosa de cloruro de aluminio (una solución que tiene una concentración de AlCl_3 del 47,6 % en peso, que se preparó disolviendo hexahidrato de cloruro de aluminio de calidad para reactivo fabricado por Sigma-Aldrich Co., LLC. en agua desionizada) se utilizó en lugar de cualquier solución de complejo de quelato de aluminio. Una cantidad de 85,00 g de la solución de hidrolizado, 12,99 g de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) y 2,01 g de la solución acuosa de cloruro de aluminio se mezclaron con agitación. Excepto por esto, un líquido de revestimiento se preparó de la misma manera que en el Ejemplo 1. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas

finas de sílice fue del 61,9 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 33,3 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 4,7 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido de cualquier componente orgánico fue del 0 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como cloruro de aluminio fue de 6,5 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo Comparativo 1, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo Comparativo 1, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Cabe señalar que en el ensayo para evaluar la resistencia a la abrasión después de la inmersión en agua, el tiempo de inmersión del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en agua se acortó a 20 horas. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplo Comparativo 2)

<Preparación del líquido de revestimiento>

En el Ejemplo Comparativo 2, se preparó un líquido de revestimiento que no contenía compuesto de aluminio. Específicamente, se preparó un líquido de revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que se mezclaron solo 85,00 g de la solución de hidrolizado y 15,00 g de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) agitando sin añadir la solución de complejo de quelato de aluminio. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 65,0 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 35,0 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido de cualquier compuesto de aluminio fue del 0 % en masa, y el contenido de cualquier componente orgánico fue del 0 % en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo Comparativo 2, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo Comparativo 2, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplo Comparativo 3)

<Preparación del líquido de revestimiento>

Se preparó un líquido de revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la cantidad de solución de hidrolizado fue de 85,00 g, la cantidad de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) fue de 14,575 g y la cantidad de solución de complejo de quelato de aluminio fue de 0,425 g. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 64,8 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,9 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,084 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 0,21 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 0,5 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo Comparativo 3, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo Comparativo 3, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

(Ejemplo Comparativo 4)

<Preparación del líquido de revestimiento>

En el Ejemplo Comparativo 4, como solución de complejo de quelato de aluminio se utilizó una solución preparada disolviendo tris(acetilacetato) de aluminio (fabricado por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) en 1-metoxi-2-propanol (disolvente) hasta una concentración del 10 % en masa. Una cantidad de 85,00 g de la solución de hidrolizado, 13,30 g de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) y 1,70 g de la solución de complejo de quelato de aluminio se mezclaron con agitación. Excepto por esto, un líquido de revestimiento se preparó de la misma manera que en el Ejemplo 1. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 63,6 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue

del 34,3 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,31 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 1,80 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 2 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

- 10 En el Ejemplo Comparativo 4, el complejo de quelato de aluminio no se disolvió en el líquido de revestimiento y fue imposible la formación de una película usando el líquido de revestimiento.

(Ejemplo Comparativo 5)

- 15 <Preparación del líquido de revestimiento>

En el Ejemplo Comparativo 5, como solución de complejo de quelato de aluminio se preparó disolviendo tris(acetoacetato de etilo) de aluminio (fabricado por Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) en 1-metoxi-2-propanol (disolvente) hasta una concentración del 10 % en masa. Una cantidad de 85,00 g de la solución de hidrolizado, 13,30 g de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) y 1,70 g de la solución de complejo de quelato de aluminio se mezclaron con agitación. Excepto por esto, un líquido de revestimiento se preparó de la misma manera que en el Ejemplo 1. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 63,7 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,3 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,24 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 1,83 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 2 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

En el Ejemplo Comparativo 5, el complejo de quelato de aluminio no se disolvió en el líquido de revestimiento y fue imposible la formación de una película usando el líquido de revestimiento.

(Ejemplo Comparativo 6)

<Preparación del líquido de revestimiento>

- 40 En el Ejemplo Comparativo 6, una solución preparada disolviendo tri-sec-butóxido de aluminio (fabricado por Tokyo Chemical Industry Co., Ltd.) en 1-metoxi-2-propanol (disolvente) a una concentración del 10 % en masa se utilizó en lugar de cualquier solución de complejo de quelato de aluminio. Una cantidad de 85,00 g de la solución de hidrolizado, 13,30 g de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) y 1,70 g de la solución de tri-sec-butóxido de aluminio se mezclaron con agitación. Excepto por esto, un líquido de revestimiento se preparó de la misma manera que en el
- 45 Ejemplo 1. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 64,7 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 34,9 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del compuesto de aluminio fue del 0,41 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido de cualquier componente orgánico fue del 0 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxisilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como tri-sec-butóxido de aluminio fue de 2 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

- 55 En el Ejemplo Comparativo 6, el tri-sec-butóxido de aluminio no se disolvió en el líquido de revestimiento, y fue imposible la formación de película utilizando el líquido de revestimiento.

(Ejemplo Comparativo 7)

- 60 <Preparación del líquido de revestimiento>

Se preparó un líquido de revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que la cantidad de solución de hidrolizado fue de 85,00 g, la cantidad de 1-metoxi-2-propanol (disolvente) fue de 6,50 g y la cantidad de solución de complejo de quelato de aluminio fue de 8,5 g. En los sólidos de este líquido de revestimiento, el contenido de partículas finas de sílice fue del 61,3 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el contenido del componente de óxido de silicio contenido en el aglutinante fue del 33,0 % en masa calculado en términos de SiO_2 , el

5 contenido del compuesto de aluminio fue del 1,59 % en masa calculado en términos de Al_2O_3 , y el contenido del componente orgánico (componente orgánico derivado de un ligando del complejo de quelato de aluminio) fue del 4,03 % en masa. Para este líquido de revestimiento, cuando la cantidad de un óxido de silicio (derivado de las partículas finas de sílice y tetraalcoxilano) calculada en términos de SiO_2 se definió como 100 partes en masa, la cantidad del compuesto de aluminio como complejo de quelato de aluminio fue de 10 partes en masa.

<Formación de película de baja reflexión>

10 En el Ejemplo Comparativo 7, se formó una película de baja reflexión de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el uso del líquido de revestimiento anterior del Ejemplo Comparativo 7, y se evaluaron las diversas propiedades descritas anteriormente. Cabe señalar que en el ensayo para evaluar la resistencia a la abrasión después de la inmersión en agua, el tiempo de inmersión del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en agua se acortó a 30 horas. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

[Tabla 1]

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5
Película de baja reflexión					
Partículas finas de sílice	64,6	64,2	63,9	63,1	64,2
% en masa					
Aglutinante	34,8	34,6	34,4	34,0	34,5
Sílice					
% en masa					
Compuesto de aluminio	0,17	0,33	0,50	0,82	0,37
% en masa ^(*)					
Componente orgánico	0,42	0,84	1,26	2,07	0,93
% en masa					
Esesor de la película de baja reflexión	140	140	140	140	140
nm					
Componente de sílice	65	65	65	65	65
Relación en masa					
Aglutinante	35	35	35	35	35
Relación en masa					
Compuesto de aluminio	Al(EAA) (OBu) ₂	Al(EAA) (OBu) ₂	Al(EAA) (OBu) ₂	Al(EAA) (OBu) ₂	Al(EAA) (OiPr) ₂
Tipo ^(*)					
Partes en masa ^(*)	1	2	3	5	2
Propiedades					
Propiedades ópticas					
Ganancia de transmitancia (%)	2,55	2,67	2,72	2,71	2,71
Efecto reductor de la reflectancia (%)	3,10	3,27	3,22	3,11	3,20
Resistencia a la abrasión					
70 ciclos (%)	2,45	2,53	2,50	2,40	2,45
250 ciclos (%)	1,28	1,27	1,30	1,35	1,43
Resistencia a la abrasión después de la inmersión en agua (%)	0,51	0,22	0,12	0,25	0,31
(*)1) % en masa de compuesto de aluminio calculado en términos de Al₂O₃ (*)2) AAE: acetoacetato de etilo, OB: grupo butoxi, OiPr: grupo isopropoxi (*)3) Partes en masa con respecto a 100 partes en masa del componente de sílice					

[Tabla 2]

		Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo Comparativo 3	Ejemplo Comparativo 4	Ejemplo Comparativo 5	Ejemplo Comparativo 6	Ejemplo Comparativo 7		
Película de baja reflexión	Partículas finas de sílice	% en masa	61,9	65,0	64,8	63,6	63,7	64,7	61,3	
	Aglutinante	Sílice	% en masa	33,3	35,0	34,9	34,3	34,9	33,0	
		Compuesto de aluminio	% en masa ^(*)	4,7	0	0,084	0,31	0,24	0,41	1,59
	Componente orgánico	% en masa	0	0	0,21	1,80	1,83	0	4,03	
Líquido de revestimiento	Esesor de la película de baja reflexión	nm	140	140	-	-	-	-	140	
	Componente de sílice	Partículas finas	Relación en masa	65	65	65	65	65	65	
	Aglutinante	Relación en masa	35	35	35	35	35	35	35	
	Compuesto de aluminio	Tipo ^{(*)2}	AlCl ₃	-	A(EAA) (OBu) ₂	Al(acac) ₃	Al(EAA) ₃	Al(OBu) ₃	Al(EAA) (OBu) ₂	
Propiedades ópticas	Partes en masa ^{(*)3}	6,5	0	0,5	2	2	2	2	10	
	Ganancia de transmitancia (%)	2,65	2,68	2,55	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	2,70	
	Efecto reductor de la reflectancia (%)	3,18	3,25	3,09	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	3,25	
	Resistencia a la abrasión	70 ciclos (%)	2,12	2,55	2,43	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	1,95	
Resistencia a la abrasión después de la inmersión en agua (%)	250 ciclos (%)	1,56	1,44	1,30	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	1,81	
		(3,06/20 h)	2,42	2,16	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	La formación de película fue imposible (el complejo de Al no se disolvió)	(2,7/30 h)	
(*1) % en masa de compuesto de aluminio calculado en términos de Al ₂ O ₃ (*2) AAE: acetato de etilo, OB: grupo butoxi, acac: acetilacetato (*3) Partes en masa con respecto a 100 partes en masa del componente de sílice										

Los sustratos transparentes revestidos con película de baja reflexión de los Ejemplos 1 a 5 exhibieron excelentes propiedades ópticas y también tenían una alta durabilidad (alta resistencia a la abrasión y resistencia a la abrasión después de la inmersión en agua). Por el contrario, los sustratos transparentes revestidos con película de baja reflexión de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 y 7 eran inferiores en cuanto a durabilidad, particularmente en la resistencia a la abrasión después de la inmersión en agua, aunque tenían buenas propiedades ópticas. En los Ejemplos Comparativos 4 a 6, el compuesto de aluminio (el complejo de quelato de aluminio o el tri-sec-butóxido de aluminio) no estaba suficientemente disuelto en el disolvente del líquido de revestimiento y era imposible la formación de una película de baja reflexión.

10 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención puede proporcionar un sustrato transparente revestido con película de baja reflexión que tiene excelentes propiedades ópticas y además tiene una excelente durabilidad.

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión que comprende un sustrato transparente y una película de baja reflexión formada sobre al menos una superficie principal del sustrato transparente, en donde

la película de baja reflexión es una película porosa que comprende: partículas finas de sílice que son sólidas y esféricas y que tienen un diámetro promedio de partícula de 80 a 150 nm; y un aglutinante que contiene sílice como componente principal, estando las partículas finas de sílice unidas por el aglutinante,

el aglutinante contiene además un compuesto de aluminio, la película de baja reflexión contiene como componentes:

del 55 al 70 % en masa de las partículas finas de sílice;

del 25 al 40 % en masa de la sílice del aglutinante;

del 0,1 al 1,5 % en masa del compuesto de aluminio en términos de Al_2O_3 ; y

del 0,25 al 3 % de un componente orgánico,

la película de baja reflexión tiene un espesor de 80 a 800 nm,

una ganancia de transmitancia es del 2,5 % o más, la ganancia de transmitancia se define como un aumento de la transmitancia promedio del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 380 a 850 nm con respecto a la transmitancia promedio del sustrato transparente sin revestir con la película de baja reflexión en el intervalo de longitud de onda, y

el componente orgánico comprende al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un β -cetoéster y una β -dicetona, en donde

el compuesto de aluminio es un complejo de quelato de aluminio,

el complejo de quelato de aluminio contiene al menos un ligando polidentado seleccionado del grupo que consiste en un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster y un ligando polidentado que tiene una estructura de β -dicetona, y en donde el complejo de quelato de aluminio contiene además uno o dos grupos alcoxi unidos directamente al átomo de aluminio.

2. El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el o cada grupo alcoxi es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo i-propoxi, un grupo n-butoxi y un grupo sec-butoxi.

3. El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde todos los ligandos polidentados contenidos en el complejo de quelato de aluminio tienen una estructura de β -cetoéster.

4. El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde

en la estructura de β -cetoéster,

el número de átomos de carbono en el ácido carboxílico que constituye el éster es de 4 a 6, y

el número de átomos de carbono en el alcohol que constituye el éster es de 1 a 3.

5. El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde

la sílice del aglutinante se deriva de un compuesto de silicio hidrolizable o un hidrolizado del mismo añadido a un líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión, y

el compuesto de silicio hidrolizable comprende un compuesto representado por la siguiente fórmula (I):



donde X es al menos uno seleccionado de un grupo alcoxi, un grupo acetoxi, un grupo alquenilo, un grupo amino y un átomo de halógeno.

6. El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde

cuando el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión se somete a un ensayo de frotamiento con un paño seco después de la inmersión en agua, en la que el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión se sumerge en agua durante 50 horas y, posteriormente, una superficie formada por la película de baja reflexión se frota con un paño seco,

una diferencia en la reflectancia promedio de la superficie formada por la película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 360 a 740 nm antes y después del ensayo es del 1 % o menos.

7. El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el sustrato transparente es una lámina de vidrio.

8. El sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con la reivindicación 7, en donde se forma una película que comprende una capa conductora transparente sobre una superficie principal del sustrato transparente que es opuesta a la superficie principal sobre la que se forma la película de baja reflexión.

9. Un dispositivo de conversión fotoeléctrica que comprende el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

10. Un líquido de revestimiento para formar una película de baja reflexión de un sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión,

comprendiendo el líquido de revestimiento: partículas finas de sílice que son sólidas y esféricas y que tienen un diámetro promedio de partícula de 80 a 150 nm; un compuesto de silicio hidrolizable; un complejo de quelato de aluminio; un disolvente; y un ácido que tiene una constante de disociación ácida pKa de 2,5 o menos como catalizador de hidrólisis para el compuesto de silicio hidrolizable, en donde

el compuesto de silicio hidrolizable es un tetraalcoxilano en el que el grupo alcoxi es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en un grupo i-propoxi, un grupo n-butoxi y un grupo sec-butoxi,

el complejo de quelato de aluminio contiene: al menos un ligando polidentado seleccionado del grupo que consiste en un ligando polidentado que tiene una estructura de β -cetoéster y un ligando polidentado que tiene una estructura de β -dicetona; y uno o dos grupos alcoxi unidos directamente al átomo de aluminio,

el disolvente comprende un disolvente orgánico miscible con agua y con un punto de ebullición igual o superior a 70 °C e inferior a 180 °C,

una relación entre la masa de las partículas finas de sílice, calculada en términos de SiO₂, y la masa de un componente de óxido de silicio contenido en el compuesto de silicio hidrolizable, calculada en términos de SiO₂ (partículas finas de sílice:compuesto de silicio hidrolizable), es de 57:43 a 74:26,

cuando una suma de la masa de las partículas finas de sílice, calculada en términos de SiO₂, y la masa del componente de óxido de silicio contenido en el compuesto de silicio hidrolizable, calculada en términos de SiO₂, se define como 100 partes en masa, la cantidad del complejo de quelato de aluminio es de 0,6 a 8 partes en masa, y

cuando se forma una película de baja reflexión con un espesor de 80 a 800 nm sobre un sustrato transparente usando el líquido de revestimiento, una ganancia de transmitancia es del 2,5 % o más, definiéndose la ganancia de transmitancia como un aumento de la transmitancia promedio del sustrato transparente revestido con película de baja reflexión en un intervalo de longitud de onda de 380 a 850 nm con respecto a la transmitancia promedio del sustrato transparente sin revestir con la película de baja reflexión en el intervalo de longitud de onda.

11. El líquido de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en donde todos los ligandos polidentados contenidos en el complejo de quelato de aluminio tienen una estructura de β -cetoéster.

12. El líquido de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en donde

en la estructura de β -cetoéster,

el número de átomos de carbono en el ácido carboxílico que constituye el éster es de 4 a 6, y

el número de átomos de carbono en el alcohol que constituye el éster es de 1 a 3.

13. Un método para producir el sustrato transparente revestido con una película de baja reflexión de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,

comprendiendo el método:

una etapa de aplicación en la que se aplica un líquido de revestimiento para formar la película de baja reflexión al sustrato transparente; y

una etapa de calentamiento en la que se calienta el sustrato transparente con el líquido de revestimiento aplicado, en donde

el líquido de revestimiento es el líquido de revestimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, y

en la etapa de calentamiento, una temperatura máxima experimentada por una superficie del sustrato transparente es de 350 °C o menos, y un periodo de tiempo durante el cual la superficie del sustrato transparente tiene una temperatura de 130 °C o más es de 5 minutos o menos.