

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 996 862**

51 Int. Cl.:

C09D 183/14 (2006.01)

C08G 77/50 (2006.01)

C08J 7/04 (2010.01)

C08J 5/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2018 PCT/KR2018/006220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2018 WO18221980**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2018 E 18809179 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024 EP 3636719**

54 Título: **Composición de resina para revestimiento y película de revestimiento que comprende un producto curado de la misma como capa de revestimiento**

30 Prioridad:

31.05.2017 KR 20170067763

30.05.2018 KR 20180061628

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.02.2025

73 Titular/es:

**KOLON INDUSTRIES, INC. (100.00%)
110, Magokdong-ro Gangseo-gu
Seoul 07793, KR**

72 Inventor/es:

**AHN, SANG HYUN;
LEE, DONG HEE;
YANG, PIL RYE;
BAEK, SEONG HOON;
KIM, HANG GEUN y
AN, BYUNG JOON**

74 Agente/Representante:

ANGOLOTI BENAVIDES, Joaquín

ES 2 996 862 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

Composición de resina para revestimiento y película de revestimiento que comprende un producto curado de la misma como capa de revestimiento

[Campo técnico]

La presente divulgación se refiere a una composición de resina para revestimiento y a una película de revestimiento que incluye un producto curado de la misma como capa de revestimiento.

[Antecedentes de la técnica]

Las películas poliméricas transparentes se utilizan ampliamente como materiales de núcleo en el campo de las pantallas ópticas, transparentes y flexibles, y están empezando a sustituir al vidrio en la industria de las pantallas, en particular debido a su peso ligero, su facilidad de procesamiento y su flexibilidad. Sin embargo, como las películas poliméricas transparentes tienen las desventajas de la baja dureza superficial y resistencia a la abrasión en comparación con el vidrio, las técnicas de revestimiento para mejorar la resistencia a la abrasión de las películas poliméricas se han convertido en una cuestión importante.

Los materiales utilizados para las películas poliméricas incluyen en general materiales orgánicos, materiales inorgánicos y materiales híbridos orgánicos-inorgánicos. Entre ellos, los materiales orgánicos tienen las ventajas de flexibilidad y moldeabilidad debido a las propiedades inherentes de las sustancias orgánicas, pero la desventaja de una baja dureza superficial, mientras que los materiales inorgánicos tienen las ventajas de una alta dureza superficial y transparencia, pero las desventajas de una baja flexibilidad y moldeabilidad. Por esta razón, los materiales híbridos orgánicos-inorgánicos, que presentan las ventajas de ambos materiales, son objeto de atención en la actualidad, y se está investigando activamente sobre ellos. Sin embargo, en la actualidad no es posible obtener las ventajas de ambos tipos de materiales.

Además, para que las películas poliméricas con revestimiento superficial sean apropiadas para su uso en aplicaciones ópticas, los requisitos más importantes son que los agentes de revestimiento tengan una excelente adhesividad a las películas y que no se produzcan los fenómenos de rizado y arco iris. Por lo tanto, encontrar materiales de revestimiento que sean capaces de exhibir todas estas ventajas se ha convertido en una cuestión fundamental para el desarrollo de la tecnología.

Existen varios documentos de patente que divulgan composiciones de revestimiento relacionadas con películas poliméricas. Por ejemplo, la publicación de patente coreana n.º 2010-0041992 divulga una composición de película de revestimiento duro de alta dureza que contiene un oligómero de acrilato de poliuretano curable por rayos ultravioleta, y la publicación de patente coreana n.º 2011-0013891 divulga una composición híbrida de oligosiloxano de vinilo que contiene un catalizador metálico. El primer caso permite minimizar el fenómeno de rizado y evitar el fenómeno de arco iris, atribuible a la interferencia óptica. El segundo caso da cuenta de una baja tasa de contracción y excelentes propiedades ópticas y resistencia al calor de una composición que tiene una estructura de red inorgánica.

Por su parte, la publicación de patente internacional n.º WO 2014-129768 divulga una composición de resina de siloxano de alta dureza que contiene un grupo epoxi cíclico, un método de preparación de la misma y una película óptica que incluye un producto curado de la misma. Esta patente indica que el nivel técnico en revestimientos duros ha mejorado de tal manera que es posible implementar una alta dureza de 9H.

No obstante, los materiales de revestimiento siguen teniendo limitaciones en la medida en que los inconvenientes en términos de dureza y permeabilidad son inevitables cuando se hace hincapié en las ventajas de los materiales orgánicos, y el inconveniente asociado con la flexibilidad no puede superarse por completo cuando se hace hincapié en las ventajas de los materiales inorgánicos. En particular, los materiales orgánicos son adecuados para el revestimiento superficial de películas poliméricas debido a la ventaja de su flexibilidad. Sin embargo, cuando se mejora la dureza superficial de la capa de revestimiento mediante la formación de una red densa entre las moléculas, el aumento de la contracción puede dar lugar a la formación de rizos y grietas, lo que provoca el desprendimiento de la capa de revestimiento debido al deterioro de la adhesividad. Por lo tanto, para un uso más amplio de películas poliméricas, existe una necesidad urgente de técnicas capaces de evitar el deterioro de la flexibilidad de las películas debido al revestimiento, aumentando al mismo tiempo la dureza superficial de las mismas.

El documento EP 3 674 374 A1 se refiere a una composición de resina de revestimiento que comprende una resina de siloxano unida químicamente por compuestos que incluyen un alcoxisilano que contiene epoxi o acrílico en su estructura química; un dialcoxisilano de una estructura D de silano; o un trialcoxisilano de una estructura T de silano, y a una película de revestimiento que comprende un artículo curado de la composición de resina como capa de revestimiento.

El documento EP 3 683 047 A1 se refiere a una película de revestimiento duro con una estructura multicapa y, específicamente, a una película de revestimiento duro con una estructura multicapa, que tiene un valor bajo de dureza Vickers (Hv) y, al mismo tiempo, una excelente resistencia al rayado junto con flexibilidad.

El documento EP 0 982 349 A2 se refiere a composiciones de organosilicio que son productos de reacción de un alcohol polihídrico y un silano en donde el átomo de silicio está unido al menos a un grupo organofuncional y al menos a dos grupos hidrolizables. El documento US 6.248.854 B1 se refiere a un condensado de epoxisiloxano que se modifica mediante una reacción *in situ* con un compuesto orgánico, opcionalmente difuncional o multifuncional.

El documento EP 0 523 242 A1 se refiere a una composición de resina curable que comprende un compuesto de silicio modificado con glicol y una resina que tiene una media de al menos dos grupos hidroxilo en la molécula, y a un método de curado de la composición mediante su aplicación a un sustrato seguido de calentamiento.

El documento US 5.973.044 B1 se refiere a composiciones de organosilicio útiles como promotores de adhesión para organopolisiloxanos curables, formándose dichas composiciones de organosilicio haciendo reaccionar (A) un alcohol polihídrico, (B) un organosiloxano que contiene al menos un grupo organofuncional y un grupo hidroxilo o hidrolizable por molécula y (C) un silano que contiene al menos tres grupos hidrolizables por molécula.

[Divulgación]

[Problema técnico]

Por consiguiente, la presente invención se ha desarrollado teniendo en cuenta los problemas anteriores, y es un objeto de la presente divulgación proporcionar una composición de resina para revestimiento que tenga una dureza superficial de al menos 3H, así como una excelente flexibilidad y resistencia a la abrasión. Es otro objeto de la presente divulgación proporcionar una película de revestimiento que incluya un producto curado de la composición de resina como capa de revestimiento.

[Solución técnica]

Los problemas técnicos se resuelven mediante las reivindicaciones adjuntas.

[Efectos ventajosos]

La presente divulgación permite maximizar la flexibilidad durante el curado mediante la incorporación de una estructura de diol lineal en una estructura de unión polimérica, al tiempo que asegura la dureza superficial y la resistencia al rayado mediante la reticulación densa de la red de siloxano derivada de las moléculas de siloxano.

[Mejor modo]

En un aspecto, la presente divulgación se refiere a una película de revestimiento que comprende una composición de resina curada que incluye una resina de siloxano unida químicamente por un compuesto silano representado por la siguiente Fórmula 1 y un compuesto diol representado por la siguiente Fórmula 2:



en donde R^1 es un grupo alquileo C1-C3 lineal, ramificado o cíclico, sustituido con epoxi o acrilo, R^2 es un grupo alquilo C1-C8 lineal, ramificado o cíclico, y n es un número entero de 1 a 3,



en donde n es un número entero de 1 a 10.

El compuesto silano representado por la Fórmula 1 puede incluir al menos uno seleccionado entre 3-glicidoxipropil trimetoxisilano, 3-glicidoxipropil trietoxisilano, 3-glicidoxipropil tripropoxisilano, 3-metacriloxipropil trimetoxisilano, 3-metacriloxipropil trietoxisilano, 3-acriloxipropil trimetoxisilano, 3-acriloxipropil trietoxisilano, 3-acriloxipropil tripropoxisilano, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etiltrimetoxisilano, 2-(3,4-epoxiciclohexil)etiltriethoxisilano y 2-(3,4-epoxiciclohexil)etiltriethoxisilano, pero no se limita a los mismos.

Sin embargo, cuando la resina de siloxano se sintetiza utilizando solo el compuesto silano, puede asegurarse una alta dureza superficial, pero existen limitaciones en asegurar la flexibilidad, ya que la estructura de unión se forma solo a través de la reticulación densa de siloxano. Por consiguiente, al polimerizar una resina de siloxano utilizando un compuesto silano que contiene un alcoxi silano representado por la Fórmula 1 junto con un compuesto diol representado por la Fórmula 2, la presente divulgación es capaz de incorporar la estructura de diol lineal en la cadena polimérica de la resina de siloxano y, de este modo, impartir una excelente flexibilidad al producto curado de la composición de resina para revestimiento que incluye la resina de siloxano.

Más específicamente, el compuesto diol representado por la Fórmula 2 según la presente divulgación tiene una estructura lineal. La razón de esto es que, cuando el compuesto diol lineal tiene una estructura lineal, la flexibilidad puede maximizarse debido a la rotación libre en la molécula.

En el compuesto diol representado por la Fórmula 2, n es un número entero de 1 a 10, preferiblemente un número entero de 2 a 6. Cuando n se encuentra dentro del intervalo definido anteriormente, la disminución de la dureza puede minimizarse.

- 5 El compuesto diol representado por la Fórmula 2 tiene una relación molar de 1:0,1 a 1:1,5, preferiblemente de 1:0,1 a 1:1,5, y más preferiblemente de 1:0,1 a 1:0,5, con respecto al compuesto silano representado por la Fórmula 1.

Si la relación molar del compuesto diol representado por la Fórmula 2 es inferior a 0,1, existen limitaciones en impartir capacidad de flexión debido a que el aumento de la flexibilidad es insuficiente, y si la relación molar supera 1,5, el tiempo de reacción se hace difícil de determinar debido a la disminución de la viscosidad causada por el diol residual, y pueden producirse problemas en el proceso de preparación de la resina de siloxano.

10 La resina de siloxano puede incluir, además, un compuesto silano representado por la siguiente Fórmula 3, unido químicamente junto con el compuesto silano representado por la Fórmula 1 y el compuesto diol representado por la Fórmula 2.



en donde R⁴ es un grupo alquilo C1-C4 lineal o ramificado.

20 El compuesto silano representado por la Fórmula 3 forma una estructura Q de silano que no tiene ningún grupo funcional alcoxi en Si en la cadena polimérica de la resina de siloxano, de modo que la composición de resina para revestimiento puede curarse para proporcionar así una dureza comparable a la del vidrio.

25 El compuesto silano representado por la Fórmula 3 está contenido preferiblemente en una relación molar de 1:0,01 o más con respecto al compuesto silano representado por la Fórmula 1.

Si la relación molar del compuesto silano representado por la Fórmula 3 es inferior a 0,01, no puede formarse suficientemente en la cadena polimérica de la resina de siloxano una estructura Q de silano sin ningún grupo funcional alcoxi en Si, por lo que la dureza y la resistencia al rayado pueden disminuir.

30 A este respecto, si la relación molar del compuesto silano representado por la Fórmula 3 es de 0,01 o más, puede producirse un producto de polimerización con una estructura Q satisfactoria y, por lo tanto, puede asegurarse la dureza y la resistencia al rayado deseadas de la presente divulgación, y si el compuesto silano representado por la Fórmula 3 está presente en una cantidad excesiva superior a 0,01 o más, los efectos deseados no se mejoran más y, por lo tanto, el aumento del contenido no tiene sentido en términos de mejora de la dureza y la resistencia al rayado.

40 En la presente divulgación, la síntesis de la resina de siloxano puede producirse por reacción de sustitución alcoxi-diol o polimerización por condensación. La reacción puede llevarse a cabo a temperatura ambiente, pero alternativamente puede llevarse a cabo bajo agitación a 50 a 120 °C durante 1 a 120 horas. El catalizador para llevar a cabo la reacción de sustitución de alcoxi con diol (hidrólisis con agua) y la polimerización por condensación puede ser un catalizador ácido tal como ácido clorhídrico, ácido acético, fluoruro de hidrógeno, ácido nítrico, ácido sulfúrico o ácido yódico, un catalizador básico tal como amoníaco, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, hidróxido de bario o imidazol, y una resina de intercambio iónico tal como Amberlite. Estos catalizadores pueden utilizarse solos o combinados. La cantidad del catalizador puede ser de aproximadamente 0,0001 a aproximadamente 10 partes en peso, sobre la base de 100 partes en peso de la resina de siloxano, pero no está particularmente limitada a ello.

50 Cuando se producen la reacción de sustitución y la polimerización por condensación, se forma agua o alcohol como subproducto. Al eliminar esta agua o alcohol, la reacción inversa puede suprimirse y la reacción directa puede realizarse más rápidamente, de modo que es posible el control de la velocidad de reacción a través de este principio. Una vez finalizada la reacción, el subproducto puede eliminarse mediante calentamiento a presión reducida.

55 La resina de siloxano de la presente divulgación sintetizada de esta manera tiene un peso molecular medio en peso de 1.000 a 10.000 y un índice de polidispersión (PDI) de 1,2 a 3,4. El peso molecular (Mw) y el índice de polidispersión (PDI) corresponden al peso molecular medio en peso (Mw) y al peso molecular medio en número (Mn) determinados para un poliestireno mediante cromatografía de permeación en gel (GPC, Waters Alliance, modelo: e2695). El polímero a medir se disolvió a una concentración del 1 % en tetrahidrofurano y se inyectó en una cantidad de 20 µl en la GPC. La fase móvil de la GPC fue tetrahidrofurano y se alimentó a un caudal de 1,0 ml/min, y el análisis se realizó a 30 °C. La columna utilizada se adquirió de Waters Styragel HR3, y se conectaron dos columnas en serie. El detector utilizado fue un detector RI (Waters Alliance, 2414) y la medición se realizó a 40 °C. En este momento, la distribución de peso molecular (PDI) se calculó dividiendo el peso molecular medio en peso por el peso molecular medio en número medidos.

Por otra parte, además de la resina de siloxano, la composición de resina para revestimiento puede incluir también, como otro componente, al menos un aditivo seleccionado del grupo que consiste en un disolvente orgánico, un fotoiniciador, un iniciador térmico, un antioxidante, un agente nivelador y un coadyuvante de revestimiento. En este caso, es posible proporcionar una composición de resina para revestimiento adecuada para diversas aplicaciones controlando el tipo y el contenido del aditivo que se utiliza. En la presente divulgación, se proporciona preferiblemente una composición de resina para revestimiento capaz de mejorar la dureza, la resistencia a la abrasión, la flexibilidad y la resistencia al rizado.

El iniciador según la presente divulgación es, por ejemplo, un iniciador de fotopolimerización tal como una sal organometálica y un iniciador de fotopolimerización tal como amina e imidazol. En este caso, la cantidad del iniciador que se añade es preferiblemente de aproximadamente 0,5 a 5 partes en peso sobre la base de 100 partes en peso de la cantidad total de la resina de siloxano. Si el contenido del iniciador es inferior a 0,5 partes en peso, el tiempo de curado de la capa de revestimiento requerido para obtener una dureza suficiente se alarga y, por lo tanto, se deteriora la eficiencia. Si el contenido del iniciador es superior a 5 partes en peso, el amarilleamiento de la capa de revestimiento puede aumentar, lo que dificulta la obtención de una capa de revestimiento transparente.

Además, el disolvente orgánico puede incluir al menos uno seleccionado del grupo que consiste en cetonas tales como acetona, metiletilcetona, metilbutilcetona y ciclohexanona, cellosolves tales como metilcellosolve y butilcellosolve, éteres tales como éter etílico y dioxano, alcoholes tales como alcohol isobutílico, alcohol isopropílico, butanol y metanol, hidrocarburos halogenados tales como diclorometano, cloroformo y tricloroetileno, e hidrocarburos tales como hexano normal, benceno y tolueno. En particular, dado que la viscosidad de la resina de siloxano puede controlarse controlando la cantidad del disolvente orgánico que se añade, la trabajabilidad puede mejorarse aún más, o puede controlarse el espesor de la película de revestimiento.

En particular, la presente divulgación se refiere a una película de revestimiento que incluye una película de base y una capa de revestimiento laminada sobre al menos una superficie de la película de base y que incluye un producto curado de la composición de resina para revestimiento como capa de revestimiento. La película de revestimiento puede tener una dureza superficial en la dirección en la que se forma la capa de revestimiento, medida de acuerdo con ASTM D3363, de al menos 3H. La película de revestimiento puede tener una distancia (rizo) desde un borde de la película hasta la parte inferior, de 5 mm o menos, sobre la base de un espesor de revestimiento de 10 μm . La película de revestimiento tiene un radio de curvatura, medido utilizando un modo de radio de un comprobador de flexión (JIRBT-620-2), de 2,0 mm o menos, sobre la base de un espesor de revestimiento de 10 μm . Esto significa que la composición de resina tiene dureza, así como características de rizado y flexibilidad considerablemente excelentes.

En la presente divulgación, cuando se polimeriza la composición de resina para revestimiento, la cantidad de luz adecuada para la fotopolimerización puede ser no inferior a 50 mJ/cm^2 y no superior a 20.000 mJ/cm^2 , y el tratamiento térmico puede realizarse a una temperatura no inferior a 40 °C y no superior a aproximadamente 300 °C a fin de obtener una superficie uniforme antes de la fotopolimerización. Además, una temperatura adecuada para la polimerización térmica no es inferior a 40 °C ni superior a 300 °C, pero no se limita a ello.

[Modo de la invención]

A continuación, la presente divulgación se describirá con más detalle con referencia a los siguientes ejemplos. Los ejemplos se proporcionan únicamente para una mejor comprensión de la presente divulgación y no deben interpretarse como limitantes del alcance de la presente divulgación.

Ejemplo 1

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.; 3-glicidoxipropil trimetoxisilano) y etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) en una proporción de 472,6 g : 186,2 g (200 mmol : 300 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 μm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 937, un peso molecular medio en peso de 1,154 y un índice de polidispersidad (PDI, M_w/M_n) de 1,23.

A continuación, se añadieron 3 partes en peso de IRGACURE 250 (BASF Corporation), que es un fotoiniciador, con respecto a 100 partes en peso de la resina de siloxano, a la resina de siloxano diluida en el disolvente para obtener finalmente una composición de resina para revestimiento.

Esta composición se recubrió sobre la superficie de poliimida utilizando una barra, se secó a 80 °C durante 20 minutos y luego se expuso a una lámpara ultravioleta con una longitud de onda de 315 nm durante 30 segundos para preparar una película de revestimiento de 10 μm .

Ejemplo 2

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 472,6 g : 168 g : 5,4 g (200 mmol : 270 mmol : 30 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.052, un peso molecular medio en peso de 1.653 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,57. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 3

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 472,6 g : 130 g : 16 g (200 mmol : 210 mmol : 90 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 2.022, un peso molecular medio en peso de 3.164 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,56. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 4

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 472,6 g : 93 g : 27 g (200 mmol : 150 mmol : 150 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.804, un peso molecular medio en peso de 2.356 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,31. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 5

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 472,6 g : 56 g : 38 g (200 mmol : 90 mmol : 210 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y después se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 2.701, un peso molecular medio en peso de 4.565 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,69. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 6

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 472,6 g : 19 g : 49 g (200 mmol : 30 mmol : 270 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de

sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 2.801, un peso molecular medio en peso de 7.565 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 2,70. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 7

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), TEOS (Sigma-Aldrich Corporation), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 236 g: 208 g: 152 g: 19 g (100 mmol: 100 mmol: 245 mmol: 105 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 8 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 2.949, un peso molecular medio en peso de 9.791 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 3,32.

A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 8

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), TEOS (Sigma-Aldrich Corporation), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 330 g: 125 g: 143 g: 18 g (140 mmol: 60 mmol: 231 mmol: 99 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 2.036, un peso molecular medio en peso de 3.400 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,67. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 9

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), TEOS (Sigma-Aldrich Corporation), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 425 g: 42 g: 135 g: 17 g (180 mmol: 20 mmol: 217 mmol: 93 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 10 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y después se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.653, un peso molecular medio en peso de 2.512 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,52. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 10

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), TEOS (Sigma-Aldrich Corporation), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 449 g: 21 g: 133 g: 17 g (190 mmol: 10 mmol: 214 mmol: 92 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 6 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y después se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.610, un peso molecular medio en peso de 2.271 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,41. A continuación, se preparó

una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 11

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), TEOS (Sigma-Aldrich Corporation), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 489 g: 4,2 g: 131 g: 16 g (198 mmol: 2 mmol: 211 mmol: 90 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 6 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y después se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.610, un peso molecular medio en peso de 2.271 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,41. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 12

Se mezclaron KBM-503 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.; 3-metacriloxipropil trimetoxisilano), TEOS (Sigma-Aldrich Corporation), etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 447 g: 42 g: 135 g: 17 g (180 mmol: 20 mmol: 217 mmol: 93 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 90 °C durante 6 horas utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y después se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 µm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.672, un peso molecular medio en peso de 2.951 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,76. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que se utilizó IRGACURE 127 (BASF Corporation) en lugar de IRGACURE 250 (BASF Corporation), y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 13

Se obtuvo una resina por polimerización de la misma manera que en el Ejemplo 9, excepto que se utilizó propilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation) en lugar de etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation), y se comprobó que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.072, un peso molecular medio en peso de 1.634 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,52. Se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 14

Se obtuvo una resina por polimerización de la misma manera que en el Ejemplo 9, excepto que se utilizó butanodiol (Sigma-Aldrich Corporation) en lugar de etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation), y se comprobó que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.021, un peso molecular medio en peso de 1.419 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,39. Se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 15

Se obtuvo una resina por polimerización de la misma manera que en el Ejemplo 9, excepto que se utilizó pentanodiol (Sigma-Aldrich Corporation) en lugar de etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation), y se comprobó que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.352, un peso molecular medio en peso de 1.795 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,33. Se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 µm.

Ejemplo 16

Se obtuvo una resina por polimerización de la misma manera que en el Ejemplo 9, excepto que se utilizó hexanodiol (Sigma-Aldrich Corporation) en lugar de etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation), y se comprobó que la resina tenía un peso molecular medio en número de 749, un peso molecular medio en peso de 1.213 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,62. Se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma

manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 μm .

Ejemplo comparativo 1

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) y agua destilada en una proporción de 473 g : 54 g (200 mmol : 300 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 80 °C durante 1 hora utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y después se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 μm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.872, un peso molecular medio en peso de 5.862 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 3,13.

A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 μm .

Ejemplo comparativo 2

Se mezclaron KBM-403 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), TEOS (Sigma-Aldrich Corporation) y agua destilada en una proporción de 425 g : 42 g : 56 g (180 mmol : 20 mmol : 310 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 80 °C durante 1 hora utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y luego se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 μm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 2.003, un peso molecular medio en peso de 7.053 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 3,52. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 μm .

Ejemplo comparativo 3

Se mezclaron KBM-503 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) y agua destilada en una proporción de 497 g : 54 g (200 mmol : 300 mmol), la mezcla resultante se inyectó en un reactor de doble camisa de 1000 ml y se disolvieron 0,1 g de hidróxido de sodio en 1 ml de agua destilada en un vial de 10 ml utilizando un agitador magnético. A continuación, se añadió una solución acuosa de hidróxido de sodio como catalizador y la mezcla se agitó a 200 RPM con un agitador mecánico a 80 °C durante 1 hora utilizando un termostato. A continuación, la mezcla resultante se diluyó con 2-butanona hasta un contenido de sólidos del 50 % en peso y después se filtró a través de un filtro de teflón de 0,45 μm para obtener una resina de siloxano. El peso molecular de la resina se midió mediante GPC, y el resultado mostró que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.765, un peso molecular medio en peso de 2.862 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,62. A continuación, se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 11 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 μm .

Ejemplo comparativo 4

Se obtuvo una resina por polimerización de la misma manera que en el Ejemplo 6, excepto que se utilizó hidroquinona (Sigma-Aldrich Corporation) en lugar de etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation), y se comprobó que la resina tenía un peso molecular medio en número de 1.120, un peso molecular medio en peso de 1.503 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,34. Se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 μm .

Ejemplo comparativo 5

Se obtuvo una resina por polimerización de la misma manera que en el Ejemplo 9, excepto que se utilizó 1,12-dodecanodiol (Sigma-Aldrich Corporation) en lugar de etilenglicol (Sigma-Aldrich Corporation), y se comprobó que la resina tenía un peso molecular medio en número de 712, un peso molecular medio en peso de 893 y un índice de polidispersidad (PDI, Mw/Mn) de 1,25. Se preparó una composición de resina para revestimiento de la misma manera que en el Ejemplo 1 y se recubrió sobre una película de poliimida para preparar una película de revestimiento de 10 μm .

<Ejemplo de medición>

Las propiedades físicas de las películas de revestimiento preparadas de los Ejemplos y Ejemplos comparativos se evaluaron de acuerdo con los siguientes métodos, y los resultados se muestran en la Tabla 1 a continuación.

- 5 (1) Dureza superficial: la dureza de lápiz se midió utilizando un durómetro lápiz fabricado por IMOTO (Japón), a una velocidad de 180 mm/min bajo una carga de 1 kgf de acuerdo con ASTM D3363.
- (2) Rizo: cuando se cortó una muestra en un cuadrado con un tamaño de 100 mm × 100 mm y se colocó sobre una superficie plana, se midió la distancia máxima desde la parte inferior hasta el borde.
- 10 (3) Resistencia al rayado: se fijó una película cortada en un rectángulo de 20 cm × 5 cm de tamaño utilizando una cinta adhesiva (3M) de manera que la superficie del revestimiento quedara hacia arriba y se observó si se formaba o no un rayado cuando una varilla envuelta con tela no tejida #0000 (LIBERON) se movió en vaivén sobre la superficie plana 10 veces a 45 rpm bajo una carga de 1,5 kgf. Cuando se forma un arañazo, el caso en el que el tamaño del arañazo es superior a 5 mm (> 5 mm) se denota como "L", y el caso en el que el tamaño del arañazo no es superior a 5 mm (≤ 5 mm) se denota como "S", se determina si hay una diferencia significativa o no, y se indica numéricamente el número de arañazos. El caso en el que no se forma ningún arañazo se determina como "bueno".
- 15 (4) Propiedad de flexión: las películas finales preparadas de acuerdo con los Ejemplos y Ejemplos comparativos se cortaron en rectángulos que tenían un tamaño de 50 mm × 100 mm. Se depositó plata hasta aproximadamente 100 nm sobre la superficie superior de la capa de revestimiento para formar una nanopelícula fina de plata, y se detectó el punto de pérdida de conductividad al monitorizar la conductividad, mientras que el radio de curvatura de las películas finales utilizando un modo de radio de un comprobador de flexión (JIRBT-620-2, Juniltech) se redujo en 0,1R desde 20R, y el punto detectado se determinó como "propiedad de flexión (grieta)".
- 20 (5) Transmitancia y neblina: las películas finales producidas de acuerdo con los Ejemplos y Ejemplos Comparativos se cortaron en cuadrados que tenían un tamaño de 50 mm × 50 mm, y se midieron la transmitancia y la neblina de las mismas cinco veces de acuerdo con ASTM D1003 utilizando un medidor de neblina (modelo: HM-150) fabricado por MURAKAMI Co., y se calculó la media de los cinco valores
- 25

[Tabla 1]

	Dureza superficial	Rizo (mm)	Resistencia al rayado	Propiedad de flexión (R)	Transmitancia (%)	Neblina (%)
Ejemplo 1	4H	0	L2 S7**	<1,0*	91,0	0,8
Ejemplo 2	4H	0	L1 S5**	1,2	91,0	0,8
Ejemplo 3	4H	0	S4	1,2	91,0	0,8
Ejemplo 4	4H	0	S4	1,2	91,0	0,8
Ejemplo 5	4H	0	S5	1,4	91,0	0,8
Ejemplo 6	4H	0	S4	1,8	91,0	0,8
Ejemplo 7	5H	0	Buena	1,8	91,0	0,8
Ejemplo 8	5H	0	Buena	1,4	91,0	0,8
Ejemplo 9	5H	0	Buena	1,2	91,0	0,8
Ejemplo 10	4H	0	Buena	1,2	91,0	0,8
Ejemplo 11	4H	0	Buena	1,2	91,0	0,8
Ejemplo 12	4H	0	Buena	1,8	91,0	0,8
Ejemplo 13	4H	0	Buena	1,4	91,0	0,8
Ejemplo 14	4H	0	Buena	1,4	91,0	0,8
Ejemplo 15	4H	0	Buena	1,2	91,0	0,8
Ejemplo 16	4H	0	Buena	1,2	91,0	0,8
Ejemplo comparativo 1	4H	20	L2 S6**	3,0	91,0	0,8
Ejemplo comparativo 2	5H	30	Buena	3,4	91,0	0,8
Ejemplo comparativo 3	4H	40	L2 SS**	5,0	91,0	0,8

(continuación)

Ejemplo comparativo 4	3H	5	L3 S7**	3,0	90,8	0,9
Ejemplo Comparativo 5	2H	0	L10 S15**	<1,0*	90,9	0,8

Nota) *: "<1,0" significa que la propiedad de flexión es inferior a 1,0, siendo imposible medir valores por debajo de 1,0 debido a las limitaciones del equipo de medición. **: la indicación simultánea de L y S significa que tanto arañazos largos (> 5 mm) como arañazos cortos (≤ 5 mm) se formaron en el mismo ensayo durante la prueba de resistencia al rayado, y que tanto los arañazos largos como los arañazos cortos se formaron debido a la escasa resistencia al rayado.

Como puede verse en la Tabla 1, en los Ejemplos comparativos 1 y 2, en los que no se añadió etilenglicol, el radio de curvatura de 3,0 mm o más indica un deterioro significativo de la flexibilidad y unas características de rizado también deficientes.

Además, como puede verse en los Ejemplos 7 a 12, la incorporación adicional de un alcoxisilano con una estructura Q de silano puede mejorar la dureza y la resistencia al rayado. Como puede observarse en los Ejemplos 13 a 16, el efecto de mejora de las propiedades de flexión dependiendo de la longitud de la cadena se determinó utilizando dioles, que tienen cadenas más largas, en lugar de etilenglicol. Sin embargo, se comprobó que las propiedades de flexión del diol eran similares a las del etilenglicol.

Asimismo, como puede observarse en el Ejemplo 12 y el Ejemplo comparativo 3, se comprobó que el alcoxisilano, que tiene un grupo funcional acrílico, se ve afectado en mayor medida por las características de rizado y las propiedades de flexión dependiendo de la adición o ausencia de diol, y que cuando no se añade diol, las propiedades de rizado, que se ven afectadas por los grupos funcionales acrílicos, son peores que las del epoxi.

Además, en el Ejemplo comparativo 4, la composición de resina para revestimiento se preparó utilizando hidroquinona en lugar del compuesto diol representado por la Fórmula 2, que tiene una estructura lineal, y se comprobó que la propiedad de flexión del Ejemplo comparativo 4 se redujo notablemente en comparación con los Ejemplos 1 a 16. En el Ejemplo comparativo 5, la composición de resina para revestimiento se preparó utilizando 1,12-dodecanodiol, en donde n era superior a 10 en el compuesto diol representado por la Fórmula 2, y la resistencia al rayado del Ejemplo comparativo 5 se redujo notablemente en comparación con los Ejemplos 1 a 16.

Como puede verse a partir de los ejemplos descritos anteriormente, la composición de resina para revestimiento de la presente divulgación tiene características de rizado mejoradas y una flexibilidad notablemente excelente sin causar un deterioro de la dureza superficial o de la resistencia al rayado a través de la incorporación en su estructura molecular de una densa reticulación de la red de silano, así como de una cadena molecular lineal de diol. Además, la composición de resina para revestimiento puede mejorarse aún más con la adición de un alcoxisilano con una estructura Q. Por consiguiente, la composición de resina para revestimiento de la presente divulgación resulta adecuada como película polimérica, especialmente como película protectora de pantalla flexible.

[Aplicabilidad industrial]

La presente divulgación puede aplicarse a películas poliméricas transparentes capaces de ser ampliamente utilizadas como materiales de núcleo en el campo de las pantallas ópticas, transparentes y flexibles

REIVINDICACIONES

5 1. Película de revestimiento que comprende:

una película de base; y
 una capa de revestimiento laminada sobre al menos una superficie de la película de base y que comprende un
 producto curado de una composición de resina para revestimiento como capa de revestimiento,
 10 en donde la película de revestimiento tiene un radio de curvatura, medido utilizando un modo de radio de un
 comprobador de flexión JIRBT-620-2, de 2,0 mm o menos, sobre la base de un espesor de revestimiento de
 10 μm ,
 en donde la composición de resina para revestimiento comprende una resina de siloxano unida químicamente
 por un compuesto silano representado por la siguiente Fórmula 1 y un compuesto diol representado por la
 15 siguiente Fórmula 2:



en donde R^1 es un grupo alquileo C1-C3 lineal, ramificado o cíclico, sustituido con epoxi o acrilo, R^2 es un
 20 grupo alquilo C1-C8 lineal, ramificado o cíclico, y n es un número entero de 1 a 3,



en donde n es un número entero de 1 a 10,
 25 en donde el compuesto diol representado por la Fórmula 2 está contenido en una relación molar de 1:0,1 a
 1:1,5 con respecto al compuesto silano representado por la Fórmula 1,
 en donde la resina de siloxano tiene un peso molecular medio en peso de 1.000 a 10.000 y una distribución de
 peso molecular de 1,2 a 3,4, y
 30 en donde el peso molecular medio en peso (Mw) y la distribución de peso molecular (PDI) corresponden al
 peso molecular medio en peso (Mw) y al peso molecular medio en número (Mn) determinados para un
 poliestireno mediante cromatografía de permeación en gel (GPC, Waters Alliance, modelo: e2695), y la
 distribución de peso molecular (PDI) se calcula dividiendo el peso molecular medio en peso por el peso
 molecular medio en número medidos.

35 2. Película de revestimiento según la reivindicación 1, en donde la película de revestimiento tiene una dureza
 superficial en una dirección en la que se forma la capa de revestimiento, medida de acuerdo con ASTM D3363, de
 3H o más.

40 3. Película de revestimiento según la reivindicación 1, en donde la película de revestimiento tiene una distancia
 (rizo) desde un borde de la película hasta la parte inferior, de 5 mm o menos, sobre la base de un espesor de
 revestimiento de 10 μm .