

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 908 465**

51 Int. Cl.:

C23C 16/54 (2006.01)

C23C 16/40 (2006.01)

C23C 16/26 (2006.01)

C08J 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2016 PCT/JP2016/082783**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2017 WO17078133**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2016 E 16804917 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.01.2022 EP 3371339**

54 Título: **Película laminada**

30 Prioridad:

04.11.2015 JP 2015217014

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

29.04.2022

73 Titular/es:

**TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE S.A.
(50.0%)**

**70, Avenue Général-Guisan
1009 Pully, CH y
KEIO UNIVERSITY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SUZUKI, TETSUYA;
FUTAGAMI, YUYA;
SHIRAKURA, AKIRA y
ONO, KAZUYA**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 908 465 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

Película laminada

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un cuerpo laminado en el que se forma una película delgada sobre la superficie de un material de base que comprende un material de plástico y a un método para la producción del mismo y a un aparato para la producción del mismo. A fin de ser más específicos, la presente invención se refiere a un material de envasado en el que se lamina una película delgada que tiene excelentes propiedades de barrera contra los gases sobre la superficie de un material de base de plástico.

Antecedentes de la técnica

15 Las películas de plástico se usan a menudo para el envasado de productos alimenticios y productos farmacéuticos debido a su alta procesabilidad y propiedades de sellado y, en los últimos años, también se ha centrado la atención en los materiales de envasado para dispositivos electrónicos que son susceptibles a los efectos del oxígeno y la humedad.

20 Con el fin de mejorar las propiedades en términos del almacenamiento de contenidos, se usan diversas técnicas con el fin de mejorar las propiedades de barrera contra los gases de las películas de plástico. Por ejemplo, se hace uso convencionalmente de una técnica, tal como la deposición en fase de vapor de aluminio o la laminación, o una técnica de recubrimiento o laminación de un material de polímero que tiene altas propiedades de barrera contra los gases, pero baja procesabilidad, tal como la resina de cloruro de vinilideno o el copolímero de alcohol etilvinílico, sobre un material que no tiene altas propiedades de barrera contra los gases, pero que generalmente se usa como material de película de envasado, tal como el polipropileno (PP), el tereftalato de polietileno (PET en inglés) o la poliamida (PA).

30 Sin embargo, los materiales de polímero que tienen altas propiedades de barrera son costosos y existe el riesgo de una caída en el rendimiento a altas temperaturas y alta humedad. Además, los materiales metálicos, tales como el aluminio, no son transparentes y las propiedades de barrera de los mismos se ven reducidas por los daños durante el procesamiento y también existen problemas en términos del reciclado como material de envasado. En los últimos años, se ha desarrollado una técnica en la que una película delgada inorgánica que comprende un óxido de metal, tal como el óxido de silicio o el óxido de aluminio, se recubre sobre una superficie de película de plástico para formar una película de plástico que tiene propiedades de barrera contra los gases, lo que se ha generalizado más como material de envasado para productos alimenticios y productos farmacéuticos (véase el Documento de patente 1, por ejemplo). Las técnicas que pueden dotar a los materiales de envasado de resistencia a la deformación y el esfuerzo durante la impresión, el procesamiento, el llenado y el sellado también se están desarrollando para las películas delgadas de óxido de metal. Además, también se está desarrollando una técnica para el recubrimiento de una superficie de película de plástico con una película delgada de carbono amorfo (carbono de tipo diamante (DLC en inglés), etc.) en lugar de un óxido de metal (véase el Documento de patente 2, por ejemplo).

45 Estas películas delgadas se forman convencionalmente mediante la formación de una película usando un método de deposición física en fase de vapor, tal como la pulverización catódica al vacío, la sedimentación iónica o la deposición al vacío, o usando la CVD por plasma en la que una especie química se activa por medio de plasma excitado mediante una alta frecuencia o mediante microondas con el fin de producir una deposición reactiva. En cualquier caso, la formación de película tiene lugar en una región de temperatura normal que la película de plástico puede soportar, por lo que la película se debe formar en una región de baja presión desde un vacío alto hasta un vacío medio (véase el Documento no de patente 1, por ejemplo). Por esta razón, el aparato de formación de película requiere un equipo costoso, tal como una cámara para el mantenimiento de un vacío y una bomba de vacío, y existen problemas en cuanto a que aumentan los costes de funcionamiento y existen problemas en la dificultad de gestión del equipo. Con el fin de solucionar los problemas causados por estos procesos de vacío, también se ha propuesto un método de CVD por plasma a presión atmosférica en el que se forma una película delgada a presión atmosférica (véanse el Documento de patente 3 o el Documento de patente 4, por ejemplo).

55 Lista de citas**Bibliografía de patentes**

60 [PTL 1] Documento JP 11-348171 A
 [PTL 2] Documento JP 9-272567 A
 [PTL 3] Documento JP 2010-208277 A
 [PTL 4] Documento JP 2014-65281 A
 [PTL 5] Documento JP H11-245327 A
 [PTL 6] Documento JP 2008-094447 A
 65 [PTL 7] Documento US 2004/161534 A1

Bibliografía no de patentes

[NPL 1] INAGAKI, TASAKA y HIRAMATU, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 71, 2091-2100 (1999)

5 Sumario de la invención**Problema técnico**

10 Sin embargo, una película delgada que se forma por medio de CVD por plasma a presión atmosférica (una película delgada, tal como DLC u óxido de silicio) tiene una densidad más baja que una película formada mediante un método de vacío y existe un deterioro en las propiedades de barrera contra los gases para el mismo espesor de película y, por lo tanto, resulta necesario formar una película más espesa que en el caso de un método de vacío, el tiempo necesario para formar la película se hace más largo y existen problemas en cuanto a que se produce el agrietamiento y las propiedades de barrera se deterioran debido al esfuerzo de flexión, etc. durante el procesamiento, entre otras cosas.

15 Además, la descarga de plasma se mantiene a presión atmosférica en un método de CVD por plasma a presión atmosférica, por lo que resulta necesario aplicar una tensión de impulso de alta frecuencia entre los electrodos que tienen una separación de aproximadamente varios milímetros entre los mismos, y un compuesto en forma de partículas en el que se vuelve a unir la especie activa derivada del gas de material de partida se produce y se deposita sobre los contraelectrodos que se orientan hacia el material de base de película, por lo que resulta difícil producir continuamente una película de recubrimiento estable.

20

El objetivo de la presente invención consiste en solucionar el problema mencionado anteriormente mediante la provisión económica de una película laminada de película delgada que tenga excelentes propiedades de barrera. Un objetivo adicional de la presente invención consiste en proporcionar un método para la producción de una película laminada de película delgada en la que una pluralidad de películas delgadas se recubran sobre una película de plástico por medio de CVD por plasma a presión atmosférica que tenga bajos costes de equipo y costes de funcionamiento y también en proporcionar un aparato de producción de película laminada de película delgada que pueda operar de manera continua durante un largo período de tiempo y pueda producir un recubrimiento a alta velocidad.

25

30 La solicitud japonesa publicada n.º JPH11245327 se refiere a una película de barrera contra los gases, en donde una película de plástico se recubre, en primer lugar, con una capa de óxido de silicio formada mediante un método de pulverización catódica reactiva de RF y de deposición física en fase de vapor (PVD en inglés) y se recubre en una segunda operación separada por medio de un método de deposición química en fase de vapor (CVD en inglés) potenciada por plasma.

35

La solicitud japonesa publicada n.º JP2008094447A se refiere al recubrimiento de superficies de recipientes de plástico, para el envasado de bebidas, por medio de la CVD potenciada por plasma (PECVD en inglés), realizada en condiciones de vacío.

40

La solicitud de patente publicada estadounidense n.º US2004/0161534A1 se refiere al recubrimiento de CVD por plasma atmosférico de recubrimientos de película delgada, en particular, recubrimientos de DLC de una capa individual.

45

Solución al problema

Un método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con la presente invención se divulga en las reivindicaciones 1-6 e incluye una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida basado en carbono que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte y un gas de hidrocarburo, mediante la que el gas de material de partida basado en carbono forma un plasma de descarga, y el gas de material de partida basado en carbono formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie sobre la que se va a formar una película, y se forma una película delgada basada en carbono amorfo sobre dicha superficie y una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida de óxido de metal que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte, un compuesto de metal orgánico que contiene silicio vaporizado y gas de oxígeno, mediante la que el gas de material de partida de óxido de metal forma un plasma de descarga, y el gas de material de partida de óxido de metal formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie sobre la que se va a formar una película, y se forma una película delgada basada en óxido de silicio sobre dicha superficie. Además, el método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con la presente invención incluye una etapa en la que se prepara una película de plástico, una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida basado en carbono que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte y un gas de hidrocarburo mediante la que el gas de material de partida basado en carbono forma un plasma de descarga y el gas de material de partida basado en carbono formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie de la película de plástico para formar una primera película delgada basada en carbono amorfo, una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida de óxido de metal que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte, un compuesto de metal orgánico que contiene silicio vaporizado y gas de oxígeno, mediante

50

55

60

65

la que el gas de material de partida de óxido de metal forma un plasma de descarga y el gas de material de partida de óxido de metal formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie de la primera película delgada basada en carbono amorfo para formar una primera película delgada basada en óxido de silicio y una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida basado en carbono que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte y un gas de hidrocarburo, mediante la que el gas de material de partida basado en carbono forma un plasma de descarga y el gas de material de partida basado en carbono formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie de la primera película delgada basada en óxido de silicio para formar una segunda película delgada basada en carbono amorfo.

En el método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con la presente invención, el compuesto de metal orgánico es preferentemente al menos uno seleccionado del grupo que consiste en: trimetilsilano (TrMS), tetraetoxisilano (TEOS), tetrametoxisilano (TMOS) y hexametildisiloxano (HMDSO). Esto hace posible la formación de manera estable de la película delgada basada en óxido de silicio.

Un aparato para la producción de una película laminada de película delgada puede ser un aparato en el que se laminan al menos dos películas delgadas por medio de CVD por plasma a presión atmosférica sobre al menos una superficie de una película de plástico en forma de tira que constituye un material de base, dicho aparato puede comprender al menos dos cámaras dispuestas en línea y una fuente de alimentación de impulso de alta frecuencia; cada una de dichas cámaras comprende una entrada/salida a través de la que la película de plástico en forma de tira pasa de un lado a otro dentro de las cámaras; un primer grupo de electrodos de rollo que comprende una pluralidad de electrodos de rollo que entran en contacto con una superficie de no formación de película de la película de plástico en forma de tira en su trayectoria de ida y transportan la película de plástico en forma de tira mediante la rotación alrededor del eje de la misma y un segundo grupo de electrodos de rollo que comprende una pluralidad de electrodos de rollo que entran en contacto con una superficie de no formación de película de la película de plástico en forma de tira en su trayectoria de vuelta y transportan la película de plástico en forma de tira mediante la rotación alrededor del eje de la misma se disponen dentro de un espacio interno de cada cámara, en posiciones de tal manera que la superficie de formación de película de la película de plástico en forma de tira en su trayectoria de ida y la superficie de formación de película de la película de plástico en forma de tira en su trayectoria de vuelta son paralelas con una separación entre las mismas, y una boquilla de gas de material de partida para el soplado de un gas de material de partida para la formación de una capa de la película delgada también se dispone en el mismo; la pluralidad de electrodos de rollo en el primer grupo de electrodos de rollo no entran en contacto entre sí y comprenden una capa dieléctrica sobre la circunferencia externa de un rollo; la pluralidad de electrodos de rollo en el segundo grupo de electrodos de rollo no entran en contacto entre sí y comprenden una capa dieléctrica sobre la circunferencia externa de un rollo; uno cualquiera del primer grupo de electrodos de rollo o el segundo grupo de electrodos de rollo tiene una tensión de impulso de alta frecuencia aplicada al mismo a partir de la fuente de alimentación de impulso de alta frecuencia, al tiempo que el otro está conectado a tierra, y un espacio entre el primer grupo de electrodos de rollo y el segundo grupo de electrodos de rollo forma un espacio de descarga como resultado de la aplicación de la tensión de impulso de alta frecuencia; la boquilla de gas de material de partida sopla el gas de material de partida hacia el espacio de descarga; y las boquillas de gas de material de partida en las cámaras adyacentes proporcionan un flujo de diferentes gases de material de partida.

Efectos ventajosos de la invención

La película laminada de película delgada de acuerdo con la presente invención tiene altas propiedades de barrera contra los gases que es poco probable que se deterioren debido a la flexión durante el procesamiento como material de envasado o debido al esfuerzo de la impresión, etc. Además, se usa la CVD a presión atmosférica y, por lo tanto, resulta posible reducir los costes del aparato y los costes de funcionamiento en comparación con un proceso de vacío convencional. La velocidad de formación de película también es mayor que la de un proceso de vacío y los costes de producción se pueden reducir considerablemente.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un aparato para la producción de una película laminada de película delgada donde (A) es una vista general y (B) es una ampliación de un electrodo de rollo 51;

[Fig. 2] la Fig. 2 es un diagrama esquemático del Ejemplo variante 1 de un aparato para la producción de una película laminada de película delgada;

[Fig. 3] la Fig. 3 es un diagrama esquemático del Ejemplo variante 2 de un aparato para la producción de una película laminada de película delgada;

[Fig. 4] la Fig. 4 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 1, sin recubrimiento;

[Fig. 5] la Fig. 5 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 3, con un recubrimiento de una película de SiOx de 50 nm;

[Fig. 6] la Fig. 6 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 5, con un recubrimiento de una película de SiOx de 100 nm;

[Fig. 7] la Fig. 7 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 7, con un recubrimiento de una película de DLC de 50 nm;

[Fig. 8] la Fig. 8 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 9, con un recubrimiento de una película de DLC de 100 nm;

[Fig. 9] la Fig. 9 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 15, con un recubrimiento de una película laminada de DLC de 100 nm/SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm;

[Fig. 10] la Fig. 10 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 19, con un recubrimiento de una película laminada de DLC de 100 nm/SiOx de 100 nm/DLC de 100 nm; y

5 [Fig. 11] la Fig. 11 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 33, con un recubrimiento de una película laminada de SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm.

Descripción de realizaciones

10 A continuación, se describirá con detalle un modo de realización de la presente invención con referencia a los dibujos. Se debe señalar que la presente invención no se limita al modo de realización que se describe a continuación. Las realizaciones de ejemplo son simplemente ilustrativas y se pueden implementar diversas modificaciones o mejoras de conformidad con el conocimiento de una persona experta en la materia. Se debe señalar que los elementos constitutivos que tienen los mismos símbolos de referencia en la memoria descriptiva y los dibujos indican los mismos componentes.

(Película laminada de película delgada)

15 La película laminada de película delgada tiene una estructura en la que una capa cada una o un total de tres o más capas alternas de una película delgada basada en óxido de silicio que comprende óxido de silicio como componente principal y una película delgada basada en carbono amorfo se laminan sobre al menos una superficie de una película de plástico que constituye un material de base, comprendiendo dicha película laminada de película delgada al menos una unidad de laminación formada mediante un conjunto en el que la película delgada basada en carbono amorfo se forma sobre la película delgada basada en óxido de silicio y la película delgada basada en óxido de silicio tiene poros con un diámetro en el intervalo de 10-200 nm. En este caso, la película laminada de película delgada de acuerdo con este modo de realización incluye un modo en el que la película delgada basada en carbono amorfo formada sobre la película delgada basada en óxido de silicio encaja en los poros de la película delgada basada en óxido de silicio.

20 La película delgada basada en carbono amorfo formada por medio de CVD a presión atmosférica no tiene un gran efecto en términos de la mejora de las propiedades de barrera contra los gases porque dicha película es de tipo polímero, pero dicha película es flexible y mejora la adhesión con el material de base y, por lo tanto, tiene una fuerte resistencia a la flexión. En cambio, de acuerdo con la observación de SEM, la película delgada basada en óxido de silicio se forma con un gran número de poros que tienen un diámetro de 0,01-0,2 micrómetros. Sin embargo, la película delgada basada en óxido de silicio está más cerca de ser una película inorgánica que la película delgada basada en carbono amorfo y tiene propiedades de barrera contra los gases más altas, excluyendo los poros. Sin embargo, la película delgada basada en óxido de silicio es densa y, por lo tanto, tiene una adhesión deficiente y una resistencia débil al proceso de flexión. Cuando la película delgada basada en carbono amorfo se recubre sobre la película delgada basada en óxido de silicio, la deposición tiene lugar de tal manera que el carbono amorfo llena los poros en la película delgada basada en óxido de silicio y existe una mejora drástica en las propiedades de barrera contra los gases, al tiempo que se reduce el daño del procesamiento porque la película delgada basada en carbono amorfo se amortigua.

25 La película de plástico que constituye el material de base es preferentemente una película de poliéster o una película de nailon. Las películas de poliéster incluyen: resina de tereftalato de polietileno (PET), resina de copoliéster de tereftalato de polietileno (p. ej., un copolímero que emplea ciclohexanodimetanol en lugar de etilenglicol en el componente de alcohol de poliéster), resina de tereftalato de polibutileno y resina de naftalato de polietileno. Las películas de nailon incluyen poliamidas alifáticas que incluyen nailon 6, nailon 66 y nailon 12 y las películas de poliamida en las que un ácido dicarboxílico aromático de poliamida y, p. ej., metaxililendiamina se han mezclado con una poliamida alifática. El espesor de la película es de 12-50 micrómetros, por ejemplo, y más preferentemente de 12 a 20 micrómetros. La superficie de formación de película de la película laminada es una o ambas superficies de la película de plástico. Cuando se forma una película sobre únicamente sola superficie de la película laminada, resulta posible laminar una película de plástico o papel o cartón diferente sobre la superficie sobre la que no se lamina una película delgada.

30 La película delgada basada en óxido de silicio que comprende óxido de silicio como componente principal no se limita a una película de SiO₂ y también incluye una película de SiOx que es una película indicada como SiO:CH o similar, en la que C y H derivados de un compuesto orgánico de silicio se unen a la cadena principal. En este caso, la película delgada basada en óxido de silicio no se forma con poros cuando se usa un método de vacío de formación de película a una presión más baja que la presión atmosférica para el método de CVD por plasma (véase la Fig. 8 del Documento no de patente 1, por ejemplo). Sin embargo, cuando se usa un método de presión atmosférica para formar la película a presión atmosférica, se forman los poros mencionados anteriormente. La película laminada de película delgada de acuerdo con este modo de realización soluciona, por lo tanto, el problema de los poros que se producen cuando se usa un método de presión atmosférica. El espesor de la película delgada basada en óxido de silicio es preferentemente de 5 a 100 nm por capa en una localización donde no hay poros y más preferentemente de 10 a 50 nm. Si el espesor de la película es menor de 5 nm, puede que no resulte posible lograr propiedades de barrera contra los gases. Además, si el espesor de la película supera los 100 nm, es probable que se formen grietas.

35 La película delgada basada en carbono amorfo incluye una película de hidrocarburo amorfo (a-C:H) que comprende

un máximo del 50 % at. de átomos de hidrógeno, que se forma de DLC mediante un método de presión atmosférica. El espesor laminado de la película delgada basada en carbono amorfo es preferentemente de 10 a 150 nm por capa en una localización donde no hay poros en la película delgada basada en óxido de silicio y más preferentemente de 50 a 100 nm. Si el espesor de la película es menor de 10 nm, puede que no resulte posible lograr propiedades de barrera contra los gases. Además, si el espesor de la película supera los 150 nm, es probable que se formen grietas. Además, cuando tiene lugar la laminación, el espesor de la película delgada basada en carbono amorfo es preferentemente mayor que el espesor de la película delgada basada en óxido de silicio. Esto hace posible que se presente un mayor efecto de limitación de la formación de grietas en la película delgada basada en óxido de silicio.

A continuación, se describirá la forma de laminación de la película delgada basada en óxido de silicio y la película delgada basada en carbono amorfo. La película laminada de película delgada de acuerdo con este modo de realización comprende al menos un conjunto de laminación en el que la película delgada basada en carbono amorfo se forma sobre la película delgada basada en óxido de silicio. Cuando se lamina una capa en cada una de la película delgada basada en óxido de silicio y la película delgada basada en carbono amorfo, la película delgada basada en óxido de silicio se forma sobre la película de plástico y la película delgada basada en carbono amorfo se forma sobre la misma. Cuando se laminan un total de tres capas alternas, la película delgada basada en óxido de silicio se forma sobre la película de plástico, la película delgada basada en carbono amorfo se forma sobre la misma y la película delgada basada en óxido de silicio se forma sobre la parte superior de la misma y, cuando se laminan capas adicionales, esas películas delgadas se laminan de manera alterna. Además, de acuerdo con una forma diferente, la película delgada basada en carbono amorfo se forma sobre la película de plástico, la película delgada basada en óxido de silicio se forma sobre la misma y la película delgada basada en carbono amorfo se forma sobre la parte superior de la misma y, cuando se laminan capas adicionales, esas películas delgadas se laminan de manera alterna. En cualquier forma, se incluye al menos una unidad de laminación.

Preferentemente, la película laminada de película delgada de acuerdo con este modo de realización se forma sobre la superficie de la película de plástico y se laminan, de manera alterna, un total de tres o más capas de películas delgadas, estando formadas sucesivamente la película delgada basada en óxido de silicio y la película delgada basada en carbono amorfo sobre la película delgada basada en carbono amorfo. Mediante la formación de la película delgada basada en carbono amorfo sobre la superficie de la película de plástico, resulta posible lograr una excelente adhesión. Además, mediante la laminación de uno o más conjuntos de unidades de laminación en las que los poros en la película delgada basada en óxido de silicio se cubren mediante la película delgada basada en carbono amorfo, resulta posible lograr altas propiedades de barrera contra los gases. El límite superior para el número de capas laminadas es preferentemente un total de 10 capas que comprenden capas de película delgada basada en óxido de silicio y capas de película delgada basada en carbono amorfo. Si hay más de 10 capas, el espesor de la película aumenta y existe el riesgo de que se formen grietas en las películas delgadas laminadas, al tiempo que el proceso de laminación también se vuelve complejo, se necesita más tiempo y existen inconvenientes económicos en términos de la aplicación práctica. El número de capas laminadas es preferentemente entre tres y cinco capas.

(Método para la producción de la película laminada de película delgada)

A continuación, se describirá el método para la producción de la película laminada de película delgada. La forma de laminación de la película laminada de película delgada es la descrita anteriormente. Cada una de las siguientes etapas se realiza con el fin de formar la película delgada basada en carbono amorfo o la película delgada basada en óxido de silicio.

(Etapas para la formación de la película delgada basada en carbono amorfo)

El gas de material de partida que se usa es un gas de material de partida basado en carbono que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte y un gas de hidrocarburo. Se usa un método de plasma a presión atmosférica y, por lo tanto, el gas inerte es preferentemente nitrógeno. El gas de hidrocarburo es una mezcla que contiene carbono, hidrógeno y/u oxígeno y se prefiere uno cualquiera de acetileno, metano, etano o propano o una mezcla de los mismos. La concentración de gas de hidrocarburo en el gas de material de partida basado en carbono es preferentemente del 1-10 % en volumen y más preferentemente del 2-5 % en volumen. Se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica mediante la que el gas de material de partida basado en carbono forma un plasma de descarga y el gas de material de partida basado en carbono formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie sobre la que se va a formar una película y la película delgada basada en carbono amorfo se forma sobre dicha superficie. La frecuencia de repetición de impulso de la tensión de impulso de alta frecuencia es preferentemente de 10 a 50 kHz y más preferentemente de 15 a 30 kHz. La tensión de impulso de alta frecuencia aplicada es preferentemente de 5 a 30 kV en un pico 0 y más preferentemente de 7 a 20 kV. Además, el ancho del pico de impulso es preferentemente de 1 a 10 microsegundos y más preferentemente de 2 a 5 microsegundos. El tiempo de formación de película es preferentemente el tiempo para que se logre el espesor de película requerido, pero es preferentemente 0,5-2 segundos, por ejemplo.

(Etapas para la formación de la película delgada basada en óxido de silicio)

El gas de material de partida que se usa es un gas de material de partida de óxido de metal que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte, un compuesto de metal orgánico que contiene silicio vaporizado y gas de oxígeno. El gas inerte es preferentemente nitrógeno. El compuesto de metal orgánico es preferentemente al menos uno seleccionado del grupo que consiste en: trimetilsilano (TrMS), tetraetoxisilano (TEOS), tetrametoxisilano (TMOS)

y hexametildisiloxano (HMDSO). La concentración del compuesto de metal orgánico en el gas de material de partida de óxido de metal es preferentemente de 10 a 200 ppm (relación en volumen) y más preferentemente de 20 a 100 ppm. La concentración del gas de oxígeno en el gas de material de partida de óxido de metal es preferentemente del 1 al 10 % en volumen y más preferentemente del 2 al 5 % en volumen. El orden de mezclado del gas inerte, el compuesto de metal orgánico y el gas de oxígeno pueden implicar el mezclado de los tres simultáneamente o el mezclado de dos cualesquiera para comenzar y, a continuación, el mezclado adicional del restante. El orden preferido en este modo de realización implica el mezclado del gas inerte y el compuesto de metal orgánico en primer lugar porque el compuesto de metal orgánico se burbujea y, a continuación, el mezclado del gas de oxígeno con los mismos. TrMS es un gas a temperatura y presión atmosférica normales y, por lo tanto, el gas de material de partida se puede obtener mediante el mezclado del gas inerte y el gas de oxígeno en una relación predeterminada de cada uno. Se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica mediante la que el gas de material de partida de óxido de metal forma un plasma de descarga y el gas de material de partida de óxido de metal formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie sobre la que se va a formar una película y la película delgada basada en óxido de silicio se forma sobre dicha superficie. Las condiciones para la aplicación de la tensión de impulso de alta frecuencia son las mismas que las condiciones cuando se forma la película delgada basada en carbono amorfo.

Una cualquiera de las etapas para la formación de la película delgada basada en carbono amorfo o la etapa para la formación de la película delgada basada en óxido de silicio se puede realizar en primer lugar y la otra se puede realizar a continuación, mediante las que se pueden laminar las películas delgadas. Si se requiere, se repiten de manera alterna estas etapas. Cuando se repiten estas etapas, se lleva a cabo la etapa anterior de formación de película delgada, tras la que se lleva a cabo preferentemente la siguiente etapa de formación de película delgada dentro de un tiempo en el intervalo de 0-60 segundos. Cuanto más corto sea el intervalo en la laminación, menor es la adsorción de humedad, etc. en la atmósfera y mejor es la adhesión entre las películas delgadas.

(Aparato para la producción de la película laminada de película delgada)
El aparato para la producción de la película laminada de película delgada emplea la formación de película en la que se laminan al menos dos películas delgadas por medio de CVD por plasma a presión atmosférica sobre al menos una superficie de una película de plástico en forma de tira que constituye un material de base. El aparato de producción realiza una formación de película continua, al tiempo que se transporta la película de plástico en forma de tira, y puede laminar las películas delgadas y tiene una alta capacidad de producción. El aparato para la producción de la película laminada de película delgada se describirá con referencia a la Fig. 1.

La Fig. 1 muestra un aparato 100 para la producción de la película laminada de película delgada donde (A) es una vista general y (B) es una ampliación de un electrodo de rollo 51. El aparato de producción 100 comprende al menos dos cámaras 7 (7A, 7B) dispuestas en línea y fuentes de alimentación de impulso de alta frecuencia 45, 46. En la Fig. 1, la cámara 7A y la cámara 7B se disponen en serie. Estas cámaras también se disponen en serie si el aparato de producción 100 comprende tres o más cámaras 7 (no representadas). El aparato de producción 100 comprende un rollo de formación de película 1 sobre el que se enrolla la película de plástico en forma de tira que constituye el material de base y un rollo 2 para el enrollado de la película de plástico en forma de tira después de la formación de película. La película de plástico en forma de tira que sale del rollo 1 pasa primero a través del interior de la cámara 7A en la que se forma la película delgada de una primera capa y, a continuación, pasa a través del interior de la cámara 7B en la que se forma la película delgada de una segunda capa. Después de salir de la cámara 7B, la película de plástico en forma de tira se retrocede por medio de los rollos de transporte 5, 6 para el retroceso y pasa de nuevo a través del interior de la cámara 7B en la que se forma la película delgada de una tercera capa. La película de plástico en forma de tira pasa de nuevo, a continuación, a través del interior de la cámara 7A en la que se forma la película delgada de una cuarta capa. La película de plástico en forma de tira sale, a continuación, de la cámara 7A, tras lo que se enrolla en el rollo 2. Hasta que llega a los rollos de transporte 5, 6 para el retroceso, la película de plástico en forma de tira es una película de plástico 3 en su trayectoria de ida, tras lo que se convierte en una película de plástico 4 en su trayectoria de vuelta. La ruta de transporte de la película de plástico 3 en su trayectoria de ida se determina mediante los rollos de transporte 21, 22, 23, 24, 25, 26. La ruta de transporte de la película de plástico 4 se determina mediante los rollos de transporte 27, 28, 29, 30, 31, 32. Los rollos de transporte 5, 6 para el retroceso aprietan la película de plástico entre los mismos. Además, todos los rollos de transporte se accionan preferentemente en rotación síncrona de tal manera que la película de plástico se pueda transportar sin problemas.

El aparato de producción 100 es de tal manera que la película delgada de la primera capa y la película delgada de la cuarta capa tienen la misma composición (denominada "composición A") y la película delgada de la segunda capa y la película delgada de la tercera capa tienen la misma composición (denominada "composición B"). Por lo tanto, la película laminada de película delgada resultante tiene una estructura de tres capas que comprende, desde la parte inferior, la composición A/composición B/composición A sobre la película de plástico en forma de tira.

A continuación, se describirá con detalle la cámara 7A. La cámara 7A comprende una entrada/salida 12a, 12b en una división 8 y una entrada/salida 13a, 13b en una división 9 con el fin de que las películas de plástico 3, 4 en forma de tira pasen de un lado a otro a través del interior de la cámara 7A. La distancia entre la película y los extremos de las entradas/salidas es preferentemente de 0,1-0,5 mm desde el punto de vista de que las entradas/salidas no interfieren con las películas de plástico 3, 4 en forma de tira y minimizan la entrada y salida de gas dentro y fuera de la cámara. La entrada y salida de gas dentro y fuera de la cámara se puede evitar mediante la provisión de una cortina similar a

una lámina o tela en la entrada/salida 13a, 13b para entrar en contacto con la película de plástico. Un primer grupo de electrodos de rollo 55 que comprende una pluralidad de electrodos de rollo 53, 54 que entran en contacto con una superficie de no formación de película de la película de plástico 3 en forma de tira en su trayectoria de ida y transportan la película de plástico 3 en forma de tira mediante la rotación alrededor del eje de la misma y un segundo grupo de electrodos de rollo 52 que comprende una pluralidad de electrodos de rollo 50, 51 que entran en contacto con una superficie de no formación de película de la película de plástico 4 en forma de tira en su trayectoria de vuelta y transportan la película de plástico 4 en forma de tira mediante la rotación alrededor del eje de la misma se disponen dentro de un espacio interno de la cámara 7A, en posiciones de tal manera que la superficie de formación de película de la película de plástico 3 en forma de tira en su trayectoria de ida y la superficie de formación de película de la película de plástico 4 en forma de tira en su trayectoria de vuelta son paralelas con una separación entre las mismas. El intervalo formado mediante la separación (la distancia entre la superficie de formación de película de la película de plástico 3 en forma de tira en su trayectoria de ida y la superficie de formación de película de la película de plástico 4 en forma de tira en su trayectoria de vuelta) es preferentemente de 1-5 mm y especial y preferentemente de 1-3 mm. Se debe señalar que el intervalo formado mediante la separación se puede ajustar mediante el mecanismo para el movimiento de los electrodos de rollo. La pluralidad de electrodos de rollo 53, 54 en el primer grupo de electrodos de rollo 55 se proporcionan en un intervalo de tal manera que no entren en contacto entre sí. La Fig. 1 muestra un modo en el que hay dos de la pluralidad de electrodos de rollo en el primer grupo de electrodos de rollo 55, pero puede haber tres o más. La pluralidad de electrodos de rollo 50, 51 en el segundo grupo de electrodos de rollo 52 se proporcionan en un intervalo de tal manera que no entren en contacto entre sí. La Fig. 1 muestra un modo en el que hay dos de la pluralidad de electrodos de rollo en el segundo grupo de electrodos de rollo 52, pero puede haber tres o más. La pluralidad de electrodos de rollo 53, 54 en el primer grupo de electrodos de rollo 55 y la pluralidad de electrodos de rollo 50, 51 en el segundo grupo de electrodos de rollo 52 comprenden una capa dieléctrica sobre la circunferencia externa de un rollo de los mismos. El electrodo de rollo 51 se describirá con referencia a la Fig. 1(B). El electrodo de rollo 51 comprende un cuerpo de electrodo 51a cilíndrico y un árbol rotativo 51b posicionado sobre el eje del cilindro y, además, comprende una capa dieléctrica 51c sobre la circunferencia externa del rollo del cuerpo de electrodo cilíndrico 51a. Los otros electrodos de rollo 50, 53, 54, 56, 57, 59, 60 también son iguales. La capa dieléctrica 51c tiene una forma en la que una cinta de poliimida, una cinta de caucho basado en flúor o una cinta de caucho de silicona se enrolla sobre la circunferencia externa del rollo o una forma en la que una película de óxido aislante, tal como la alúmina, se recubre sobre la circunferencia externa del rollo, por ejemplo. La superficie entera de la circunferencia externa del rollo se cubre preferentemente mediante la capa dieléctrica. En la Fig. 1, el primer grupo de electrodos de rollo 55 se conecta a tierra. Además, el segundo grupo de electrodos de rollo 52 tiene una tensión de impulso de alta frecuencia aplicada a partir de la fuente de alimentación de impulso de alta frecuencia 45. Se debe señalar que la tensión de impulso de alta frecuencia se puede aplicar al primer grupo de electrodos de rollo 55 y el segundo grupo de electrodos de rollo 52 se puede conectar a tierra. La pluralidad de electrodos de rollo 53, 54 en el primer grupo de electrodos de rollo 55 se conectan eléctricamente entre sí mediante un elemento conductor que preferentemente se conecta a tierra. Además, la pluralidad de electrodos de rollo 50, 51 en el segundo grupo de electrodos de rollo 52 se conectan eléctricamente entre sí mediante un elemento conductor al que se aplica preferentemente la tensión de impulso de alta frecuencia. El elemento conductor preferentemente conduce con el árbol rotativo de los electrodos de rollo, por ejemplo. Un espacio 71 entre el primer grupo de electrodos de rollo 55 y el segundo grupo de electrodos de rollo 52 forma un espacio de descarga como resultado de la aplicación de la tensión de impulso de alta frecuencia. Una boquilla de gas de material de partida 41 para el soplado del gas de material de partida para la formación de la primera capa de la película delgada se dispone, además, en el espacio dentro de la cámara 7A. La boquilla de gas de material de partida 41 se dispone preferentemente en una posición frente a donde la película de plástico 3 en su trayectoria de ida y la película de plástico 4 en su trayectoria de vuelta pasan inicialmente a través del espacio 71, tal como se observa a partir de la película de plástico 3 en su trayectoria de ida. La longitud del espacio 71 en la dirección de transporte de la película es de 20-200 mm, por ejemplo. La boquilla de gas de material de partida 41 sopla el gas de material de partida hacia el espacio de descarga (espacio 71). Además, se proporciona un puerto de escape 42 en el espacio interno de la cámara 7A en una posición opuesta a la boquilla de gas de material de partida 41 con el espacio 71 entre los mismos. El gas de material de partida que ha pasado a través del espacio de descarga (espacio 71) se expulsa a través del puerto de escape 42.

A continuación, se describirá con detalle la cámara 7B. La cámara 7B comprende una entrada/salida 14a, 14b en una división 10 y una entrada/salida 16a, 16b en una división 11 con el fin de que las películas de plástico 3, 4 en forma de tira pasen de un lado a otro a través del interior de la cámara 7B. La distancia entre la película y los extremos de las entradas/salidas es preferentemente de 0,1-0,5 mm desde el punto de vista de que las entradas/salidas no interfieren con las películas de plástico 3, 4 en forma de tira y minimizan la entrada y salida de gas dentro y fuera de la cámara. La entrada y salida de gas dentro y fuera de la cámara se puede evitar mediante la provisión de una cortina similar a una lámina o tela en la entrada/salida 14a, 14b para entrar en contacto con la película de plástico. Un primer grupo de electrodos de rollo 61 que comprende una pluralidad de electrodos de rollo 59, 60 que entran en contacto con una superficie de no formación de película de la película de plástico 3 en forma de tira en su trayectoria de ida y transportan la película de plástico 3 en forma de tira mediante la rotación alrededor del eje de la misma y un segundo grupo de electrodos de rollo 58 que comprende una pluralidad de electrodos de rollo 56, 57 que entran en contacto con una superficie de no formación de película de la película de plástico 4 en forma de tira en su trayectoria de vuelta y transportan la película de plástico 4 en forma de tira mediante la rotación alrededor del eje de la misma se disponen dentro de un espacio interno de la cámara 7B, en posiciones de tal manera que la superficie de formación de película de la película de plástico 3 en forma de tira en su trayectoria de ida y la superficie de formación de película de la

película de plástico 4 en forma de tira en su trayectoria de vuelta son paralelas con una separación entre las mismas. El intervalo formado mediante la separación (la distancia entre la superficie de formación de película de la película de plástico 3 en forma de tira en su trayectoria de ida y la superficie de formación de película de la película de plástico 4 en forma de tira en su trayectoria de vuelta) es preferentemente de 1-5 mm y especial y preferentemente de 1-3 mm.

5 Se debe señalar que el intervalo formado mediante la separación se puede ajustar mediante el mecanismo para el movimiento de los electrodos de rollo. La pluralidad de electrodos de rollo 59, 60 en el primer grupo de electrodos de rollo 61 se proporcionan en un intervalo de tal manera que no entren en contacto entre sí. La Fig. 1 muestra un modo en el que hay dos de la pluralidad de electrodos de rollo en el primer grupo de electrodos de rollo 61, pero puede haber tres o más. La pluralidad de electrodos de rollo 56, 57 en el segundo grupo de electrodos de rollo 58 se proporcionan

10 en un intervalo de tal manera que no entren en contacto entre sí. La Fig. 1 muestra un modo en el que hay dos de la pluralidad de electrodos de rollo en el segundo grupo de electrodos de rollo 58, pero puede haber tres o más. La pluralidad de electrodos de rollo 59, 60 en el primer grupo de electrodos de rollo 61 y la pluralidad de electrodos de rollo 56, 57 en el segundo grupo de electrodos de rollo 58 comprenden una capa dieléctrica sobre la circunferencia externa de un rollo de los mismos (esto es lo mismo que la capa dieléctrica 51c del electrodo de rollo 51). La capa dieléctrica tiene una forma en la que una cinta de poliimida, una cinta de caucho basado en flúor o una cinta de caucho de silicona se enrolla sobre la circunferencia externa del rollo o una forma en la que una película de óxido aislante, tal como la alúmina, se recubre sobre la circunferencia externa del rollo, por ejemplo. La superficie entera de la circunferencia externa del rollo se cubre preferentemente mediante la capa dieléctrica. En la Fig. 1, el primer grupo de electrodos de rollo 61 se conecta a tierra. Además, el segundo grupo de electrodos de rollo 58 tiene una tensión de impulso de alta frecuencia aplicada a partir de la fuente de alimentación de impulso de alta frecuencia 46. Se debe señalar que la tensión de impulso de alta frecuencia se puede aplicar al primer grupo de electrodos de rollo 61 y el segundo grupo de electrodos de rollo 58 se puede conectar a tierra. La pluralidad de electrodos de rollo 59, 60 en el primer grupo de electrodos de rollo 61 se conectan eléctricamente entre sí mediante un elemento conductor que preferentemente se conecta a tierra. Además, la pluralidad de electrodos rollo 56, 57 en el segundo grupo de electrodos

20 de rollo 58 se conectan eléctricamente entre sí mediante un elemento conductor al que se aplica preferentemente la tensión de impulso de alta frecuencia. El elemento conductor preferentemente conduce con el árbol rotativo de los electrodos de rollo, por ejemplo. Un espacio 72 entre el primer grupo de electrodos de rollo 61 y el segundo grupo de electrodos de rollo 58 forma un espacio de descarga como resultado de la aplicación de la tensión de impulso de alta frecuencia. Una boquilla de gas de material de partida 43 para el soplado del gas de material de partida para la formación de la primera capa de la película delgada se dispone, además, en el espacio dentro de la cámara 7B. La boquilla de gas de material de partida 43 se dispone preferentemente en una posición frente a donde la película de plástico 3 en su trayectoria de ida y la película de plástico 4 en su trayectoria de vuelta pasan inicialmente a través del espacio 72, tal como se observa a partir de la película de plástico 3 en su trayectoria de ida. La longitud del espacio 72 en la dirección de transporte de la película es de 20-200 mm, por ejemplo. La boquilla de gas de material de partida

30 43 sopla el gas de material de partida hacia el espacio de descarga (espacio 72). Además, se proporciona un puerto de escape 44 en el espacio interno de la cámara 7B en una posición opuesta a la boquilla de gas de material de partida 43 con el espacio 72 entre los mismos. El gas de material de partida que ha pasado a través del espacio de descarga (espacio 72) se expulsa a través del puerto de escape 44.

40 Preferentemente, entre la cámara 7A y la cámara 7B se proporciona un compartimento central 17 delimitado por las divisiones 9, 10. Se proporciona un puerto de escape 15 en el compartimento central 17. El gas que comprende los gases de material de partida de las cámaras 7A, 7B que se ha filtrado al compartimento central 17 desde las entradas/salidas 13a, 13b, 14a, 14b se expulsa del puerto de escape 15. Esto hace posible la restricción del mezclado de los gases en los espacios internos de cada una de las cámaras 7A, 7B.

45 Las boquillas de gas de material de partida 41, 43 en las cámaras adyacentes (7A y 7B) proporcionan un flujo de diferentes tipos de gases de material de partida. En términos de los gases de material de partida, por ejemplo, el gas de material de partida basado en carbono fluye desde la boquilla de gas de material de partida 41 en la cámara 7A, mientras que el gas de material de partida basado en carbono fluye desde la boquilla de gas de material de partida 43 en la cámara 7B y el gas de material de partida de óxido de metal también fluye desde la misma. De este modo, la película laminada de película delgada tiene una estructura de tres capas que comprende, desde la parte inferior, la película delgada basada en carbono amorfo/la película delgada basada en óxido de silicio/la película delgada basada en carbono amorfo sobre la película de plástico en forma de tira. Además, si se invierte la relación de los tipos de gases, la película laminada de película delgada tiene una estructura de tres capas que comprende, desde la parte inferior, la película delgada basada en óxido de silicio/la película delgada basada en carbono amorfo/la película delgada basada en carbono amorfo sobre la película de plástico en forma de tira.

60 A continuación, se describirá un ejemplo variante del aparato de producción 100. Se puede añadir una cámara en la localización donde la cámara 7A, 7B y los rollos de transporte 5, 6 para el retroceso se disponen uno tras otro, de modo que la disposición quede en el siguiente orden: cámara 7A, cámara 7B, cámara (no representada; denominada en lo sucesivo en el presente documento "cámara C"), rollos de transporte 5, 6 para el retroceso. Mediante la disposición de las tres cámaras en serie y la provisión de flujos de diferentes tipos de gases de material de partida desde las boquillas de gas de material de partida y las cámaras adyacentes, resulta posible aumentar el número de películas delgadas laminadas. Por ejemplo, si en la cámara 7A se usa un gas de material de partida A para la formación

65 de una película delgada que tiene la composición A, en la cámara 7B se usa un gas de material de partida B para la formación de una película delgada que tiene la composición B y en la cámara C1 se usa el gas de material de partida

A, la película laminada de película delgada tiene una estructura de cinco capas que comprende, desde la parte inferior, la película delgada de la composición A/la película delgada de la composición B/la película delgada de la composición A/la película delgada de la composición B/la película delgada de la composición A sobre la película de plástico en forma de tira. Además, se pueden añadir una o más cámaras entre la cámara C y los rollos de transporte 5, 6 para el retroceso. Esto hace posible el aumento adicional del número de laminaciones.

A continuación, se describirá un aparato de producción 200 con referencia a la Fig. 2. En lugar de los grupos de electrodos de rollo del aparato de producción 100, el aparato de producción 200 está provisto de un par de electrodos en forma de placa 152, 155. Una fuente de alimentación de impulso de alta frecuencia 145 se conecta a una placa 152a del electrodo en forma de placa 152. Una placa 155a del electrodo en forma de placa 155 se conecta a tierra. Se puede invertir esta relación de conexión. Un rollo de transporte 153 para la introducción sin problemas de las películas de plástico 3, 4 en el espacio formado entre el par de electrodos en forma de placa 152, 155 se dispone preferentemente en la parte delantera y la parte trasera de los electrodos en forma de placa 152, 155 en la dirección de avance de las películas de plástico 3, 4. Las capas dieléctricas 152b, 155b se pueden proporcionar sobre las superficies orientadas de las placas 152a, 155a, respectivamente. Las capas dieléctricas 152b, 155b pueden ser las mismas capas dieléctricas que en el aparato de producción 100. En este caso, las superficies de las capas dieléctricas 152b, 155b tienen preferentemente un bajo coeficiente de fricción con las películas de plástico 3, 4 de modo que dichas películas de plástico 3, 4 hagan un contacto suave con las mismas. Además, se proporcionan un par de electrodos en forma de placa 158, 161 en lugar del grupo de electrodos de rollo en la cámara 7B. El par de electrodos en forma de placa 158, 161 tienen preferentemente la misma configuración que el par de electrodos en forma de placa 152, 155.

A continuación, se describirá un aparato de producción 300 con referencia a la Fig. 3. En lugar de los grupos de electrodos de rollo del aparato de producción 100, el aparato de producción 300 está provisto de un grupo de electrodos en forma de correa 252 en el que una correa conductora 270 se enrolla en los rodillos de transmisión por correa 250, 251. Dicho aparato de producción está provisto, además, de un grupo de electrodos en forma de correa 255 en el que una correa conductora 271 se enrolla en los rodillos de transmisión por correa 253, 254. El grupo de electrodos en forma de correa 252 y el grupo de electrodos en forma de correa 255 forman un par y el grupo de electrodos en forma de correa 252 y el grupo de electrodos en forma de correa 255 se disponen de tal manera que las superficies orientadas de las correas 270 y 271 son paralelas. El rodillo de transmisión por correa 251 se puede rotar por medio de un árbol rotativo 251a y el otro rodillo de transmisión de la correa también tiene un árbol rotativo de igual manera. Los rodillos de transmisión por correa 250, 251, 253, 254 preferentemente tienen un mecanismo para hacer girar las correas 270 y 271 sincronizadamente con el transporte de las películas de plástico 3, 4. El material de las correas 270, 271 es preferentemente un metal, tal como el oro, la plata, el platino, el acero inoxidable, el cobre o el hierro, y las superficies orientadas de las correas 270, 271 se cubren preferentemente mediante las capas dieléctricas 270a, 271a. Las capas dieléctricas 270a, 271a son preferentemente láminas dieléctricas, tales como caucho de silicona o plástico resistente al calor. La superficie de la correa 270 opuesta a la superficie sobre la que se proporciona la capa dieléctrica 270a, es decir, la superficie interior de la correa 270, es una superficie metálica expuesta que entra en contacto con un contacto de tipo rodante 274. Una fuente de alimentación de impulso de alta frecuencia 245 se conecta a un árbol rotativo del contacto de tipo rodante 274. La superficie de la correa 271 opuesta a la superficie sobre la que se proporciona la capa dieléctrica 271a, es decir, la superficie interior de la correa 271, es una superficie metálica expuesta que entra en contacto con un contacto de tipo rodante 275. Un árbol rotativo del contacto de tipo rodante 275 se conecta a tierra. Se debe señalar que se puede invertir la relación entre la entrada de alimentación y la conexión a tierra. Además, se proporcionan un par de grupos de electrodos en forma de correa 258, 261 en lugar de los grupos de electrodos de rollo en la cámara 7B. El par de grupos de electrodos en forma de correa 258, 261 tienen preferentemente la misma configuración que el par de grupos de electrodos en forma de correa 252, 255.

La velocidad a la que se forman las películas delgadas en las cámaras se ajusta a través de la cantidad de suministro de gas de material de partida, la concentración de gas de material de partida y las condiciones de formación por plasma de gas de material de partida, etc., de tal manera que el espesor de película requerido se logre a una velocidad de transporte de película predeterminedada. Además, durante una operación experimental para determinar las condiciones de formación de película, dicha operación se lleva a cabo en condiciones de tal manera que la velocidad a la que se forman las películas delgadas en las cámaras es constante (p. ej., la velocidad de formación de película de DLC es de 50 nm/segundo y la velocidad de formación de película de SiOx es de 10 nm/segundo) y se puede formar una película de tal manera que alcance el espesor de película requerido mediante el ajuste de la velocidad de transporte de la película. En este caso, la velocidad de transporte de la película se puede ajustar mediante la activación o desactivación de la formación de película en las cámaras en tiempos adecuados en lugar de que la formación de película se active de manera permanente.

Ejemplo

A continuación, se describirá con más detalle la presente invención a través de realizaciones de ejemplo, pero la presente invención no se limita de ninguna manera a estas realizaciones de ejemplo.

Se proporcionará una descripción de un ejemplo en el que se produce una película laminada de película delgada usando un aparato del tipo en el que se disponen tres cámaras (la cámara 7A, la cámara 7B y la cámara C que no se representa en la Fig. 1) en serie, tal como se indica en el ejemplo variante del aparato de producción 100. La cámara

7A está sobre el lado del rollo de formación de película 1, mientras que la cámara C está sobre el lado de los rollos de transporte 5, 6.

(Material de base)

5 Una película de nailon (producida por Kohjin Co., Ltd.; Bonyl RX, con un espesor de 15 micrómetros) se usó como material de base y se le dio una forma de rollo que tenía una anchura de 100 mm y una longitud de 10 m. Además, se usó una película de tereftalato de polietileno (producida por Toray Industries, Inc.; Lumirror S10, con un espesor de 23 micrómetros) y se le dio una forma de rollo que tenía una anchura de 100 mm y una longitud de 10 m.

10 Las condiciones experimentales de los ejemplos experimentales se muestran en la Tabla 1a, Tabla 1b, Tabla 1c y Tabla 1d. Se debe señalar que la separación formada por los espacios de descarga (espacios 71, 72) fue de 2 mm en todas las cámaras. El plasma de descarga se formó en condiciones de presión normal a 95 kPa (0,095 MPa) y las presiones dentro de las cámaras (incluyendo la presión en los espacios de descarga (espacios 71, 72)) también se mantuvieron igual. La tensión de alta frecuencia se aplicó en condiciones de una tensión de pico negativa de 18 kV y
 15 con una anchura de pico a 20 kHz de 10 microsegundos. Además, las condiciones de presión normal se establecieron dentro de las cámaras mediante la sustitución con gas de nitrógeno a una presión de 95 kPa. Los electrodos de rollo se prepararon de cobre y la capa dieléctrica enrollada en la circunferencia externa del rollo fue una cinta de caucho de silicona. El intervalo en el espacio donde se generó el plasma mediante los electrodos de rollo orientados fue de
 20 20 mm en la dirección de avance de la película.

El gas de material de partida de óxido de metal en la cámara B se preparó de la siguiente manera.

(Uso de TrMS)

25 Un gas de material de partida obtenido mediante el mezclado de un gas diluyente que comprendía gas de nitrógeno, TrMS y gas de oxígeno se introdujo en la boquilla de gas de material de partida 43.

(Uso de HMDSO)

30 Un gas de material de partida, obtenido mediante el mezclado de un gas diluyente que comprendía gas de nitrógeno y HMDSO en un generador de vapor (evaporador) para formar una mezcla precursora en forma de un vapor que se mezcló, a continuación, con gas de oxígeno, se introdujo en la boquilla de gas de material de partida 43.

La boquilla de gas de material de partida comprendía una parte de introducción de gas en forma de hendidura y la anchura fue la misma que la de los espacios de descarga (espacios 71, 72). El puerto de escape comprendía un puerto de succión en forma de hendidura y la anchura fue la misma que la de los espacios de descarga (espacios 71, 72).
 35

La velocidad de transporte de la película se ajustó cada vez con el fin de lograr un espesor de película predeterminado para cada capa laminada. La velocidad de formación de película de la película delgada basada en carbono amorfo (indicada como película delgada de DLC) en las condiciones de estos experimentos fue de 50 nm/segundo y la velocidad de formación de película de la película delgada basada en óxido de silicio (indicada como película delgada de SiO_x) fue de 10 nm/segundo y, por lo tanto, el tiempo de movimiento en la distancia de 20 mm en el espacio de generación de plasma se ajustó de acuerdo con el tiempo de transporte con el fin de controlar el espesor de cada capa. Además, tal como se ha mencionado anteriormente, resulta posible controlar el espesor de cada capa mediante el cambio de la distancia del espacio de generación de plasma cuando la velocidad de transporte es constante en el aparato real usado.
 45

Las películas se formaron de la siguiente manera en los Ejemplos experimentales 33 y 34. Es decir, no se formó una película en la cámara 7A, más bien se formó una película mediante el paso a través de la cámara 7B y se formó, además, una película mediante el paso a través de la cámara 7C, tras lo que la trayectoria de vuelta implicó el enrollado sin que se formara una película ni en la cámara 7B ni en la cámara 7A.
 50

(OTR)

El coeficiente de transmisión de oxígeno (velocidad de transmisión de oxígeno: OTR en inglés) se midió usando un aparato de medición de velocidad de transmisión de oxígeno (producido por Mocon, Inc.; modelo OX-TRAN 2/20).

(Espesor de película)

55 El espesor de película se midió usando un perfilómetro de superficie de estilo (Dektak 3030, producido por Veeco Instruments, Inc., EE. UU.).

[Tabla 1a]

Ejemplo experimental	Película de material de base	Cámara 7A			Cámara 7B			Cámara C			Configuración de capa de película delgada	Humedad relativa (% de HR)	OTR (cm ³ /m ² /24 h/atm)
		Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs))	Gas de material de partida/caudal	Caudal de gas de oxígeno (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs))	Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)			
1	Ejemplo de referencia PA/15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Película de material de base (sin película/control)	50	39
2	Ejemplo de referencia PA/15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	135
3	Ejemplo comparativo PA/15	-	-	-	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	SiO ₂ /50	50	15,5
4	Ejemplo comparativo PA/15	-	-	-	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	-	90	66
5	Ejemplo comparativo PA/15	-	-	-	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	SiO ₂ /100	50	5,2
6	Ejemplo comparativo PA/15	-	-	-	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	-	90	36
7	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	-	-	-	-	-	-	-	-	DLC50	50	40
8	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	-	-	-	-	-	-	-	90	135
9	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	-	-	-	-	-	-	DLC100	50	38
10	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	-	-	-	-	-	-	-	90	130

[Tabla 1b]

Ejemplo experimental	Película de material de base	Cámara 7A			Cámara 7B			Cámara C			Configuración de capa de película delgada	Humedad relativa (% de HR)	OTR (cm ³ /m ² /24 h/atm)
		Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV)/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs)	Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de oxígeno (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV)/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs)	Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)			
11	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	-	-	-	-	-	95	DLC150	50	38
12	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	-	-	-	-	-	95		90	130
13	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	-	-	-	-	-	95	DLC200	50	38
14	Ejemplo comparativo PA/15	Acetileno/1	5	13/20/10	-	-	-	-	-	95		90	127
15	Realización de ejemplo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	95	DLC100/SiOx50/DLC100	50	3
16	Realización de ejemplo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	95		90	16
17	Realización de ejemplo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	Acetileno/1	95	DLC100/SiOx50/DLC100/SiOx50/DLC100	50	2
18	Realización de ejemplo PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	Acetileno/1	95		90	12

[Tabla 1c]

Ejemplo experimental	Película de material de base	Cámara 7A			Cámara 7B			Cámara C			Configuración de capa de película delgada	Humedad relativa (% de HR)	OTR (cm ³ /m ² /24 h/atm)	
		Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV)/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs)	Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de oxígeno (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV)/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs)	Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)				Presión de síntesis (kPa)
19	PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	95	DLC100/SiOx100/DLC100	50	5
20	PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	95		90	18
21	PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	95		50	1
22	PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	-	-	95	DLC150/SiOx50/DLC150	90	4
23	PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	Acetileno/1	5	18/20/10	DLC150/SiOx50/DLC150/SiOx50/DLC150	50	1
24	PA/15	Acetileno/1	5	18/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	Acetileno/1	5	18/20/10		90	1
25	PA/15	Metano/0,5	5	14/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	14/20/10	-	-	95		50	15
26	PA/15	Metano/0,5	5	14/20/10	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	14/20/10	-	-	95	DLC50/SiOx50/DLC50	90	48

[Tabla 1d]

Ejemplo experimental	Película de material de base	Cámara 7A			Cámara 7B			Cámara C			Configuración de capa de película delgada	Humedad relativa (% de HR)	OTR (cm ³ /m ² /24 h/atm)
		Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV)/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs)	Gas de material de partida/caudal	Caudal de gas de oxígeno (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)	Tensión de impulso de alta frecuencia (kV)/frecuencia (kHz)/anchura de pico (µs)	Gas de material de partida/caudal (l/minuto)	Caudal de gas de nitrógeno (l/minuto)			
27	Realización de ejemplo PA/15	Acetileno/1	5	14/20/10	TrMS/0,02 g/minutos	0,5	20	14/20/10	-	-	-	50	12
28	Realización de ejemplo PA/15	Acetileno/1	5	14/20/10	TrMS/0,02 g/minutos	0,5	20	14/20/10	-	-	-	90	38
29	Ejemplo de referencia PET/23	Acetileno/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50
30	Ejemplo de referencia PET/23	Acetileno/1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	52
31	Realización de ejemplo PET/23	Acetileno/1	5	14/20/10	TrMS/0,02 g/minutos	0,5	20	14/20/10	-	-	-	50	20
32	Realización de ejemplo PET/23	Acetileno/1	5	14/20/10	TrMS/0,02 g/minutos	0,5	20	14/20/10	-	-	-	90	21
33	Realización de ejemplo PA/15	-	-	-	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	Acetileno/1	5	18/20/10	50	6
34	Realización de ejemplo PA/15	-	-	-	TrMS/0,5 ml/minutos	0,5	20	18/20/10	Acetileno/1	5	18/20/10	90	29

PA: Kohjin, Bonyl RX, espesor de 15 micrómetros

TrMS: trimetilsilano

HMDSO: hexametildisiloxano

5 PET: Toray, Lumirror S10, espesor de 23 micrómetros

(Nota 1) No se formó una película en la cámara 7A; se formó una película mediante el paso a través de la cámara 7B y se formó, además, una película mediante el paso a través de la cámara 7C, tras lo que la trayectoria de vuelta implicó el enrollado sin que se formara una película ni en la cámara 7B ni en la cámara 7A.

10 Las condiciones experimentales, la configuración de la capa de película delgada resultante y los resultados de la medición de OTR se cotejaron para los Ejemplos experimentales 1-34. Además, las Fig. 4-Fig. 11 muestran imágenes de la observación de superficie por medio de un microscopio electrónico de barrido. La Fig. 4 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 1 donde no se recubrió el material de base. La Fig. 5 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 3, con un recubrimiento de una película de SiOx de 50 nm. La Fig. 6 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 5, con un recubrimiento de una película de SiOx de 100 nm. La Fig. 7 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 7, con un recubrimiento de una película de DLC de 50 nm. La Fig. 8 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 9, con un recubrimiento de una película de DLC de 100 nm. La Fig. 9 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 15, con un recubrimiento de una película laminada de DLC de 100 nm/SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm. La Fig. 10 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 19, con un recubrimiento de una película laminada de DLC de 100 nm/SiOx de 100 nm/DLC de 100 nm. La Fig. 11 es una imagen de SEM de acuerdo con el Ejemplo experimental 33, con un recubrimiento de una película laminada de SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm.

25 Con referencia a la Fig. 5 y la Fig. 6, se produjo un gran número de poros que tenían un diámetro de 10-200 nm en la película de SiOx formada sobre el material de base. En contraste con esto, con referencia a la Fig. 7 y la Fig. 8, la formación de poros no resultó evidente en la película de DLC formada sobre el material de base y la superficie era lisa. Además, con referencia a la Fig. 9 y la Fig. 10, se observaron cuerpos de tipo puntos blancos en la película delgada que tenía una estructura de tres capas que comprendía DLC/SiOx/DLC formada sobre el material de base. Además, con referencia a la Fig. 11, se observaron los mismos cuerpos de tipo puntos blancos que en la estructura de tres capas en la película delgada que tenía una estructura de dos capas que comprendía SiOx/DLC formada sobre el material de base.

35 Las regiones de tipo puntos blancos en la Fig. 9 y la Fig. 10 se pudieron confirmar como trazas de los poros formados en la película delgada de SiOx formada sobre la película delgada de DLC que se llena mediante la película delgada de DLC formada sobre la parte superior. La película delgada de DLC también se formó en las regiones de la película delgada de SiOx donde no había poros. También se pudo confirmar que la película delgada de DLC formada sobre la película delgada de SiOx encajaba en los poros de la película delgada de SiOx. Se pudo confirmar, a partir de la Fig. 11, que los poros en la película delgada de SiOx se llenaron incluso cuando únicamente se formó la película delgada de DLC sobre la película delgada de SiOx.

40 Se comparó la tasa de mejora de la velocidad de transmisión de oxígeno (OTR) para determinar las propiedades de barrera contra los gases. Por ejemplo, cuando una película de poliamida que tenía un espesor de 15 micrómetros ($39 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 50 % de HR, $135 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 90 % de HR) se usó como material de base, la OTR fue de $15,5 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 50 % de HR, $66 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 90 % de HR, en el caso de un recubrimiento de SiOx formado por medio de CVD a presión atmosférica que tenía un espesor de película de 50 nm (Ejemplos experimentales 3 y 4). En el caso de un recubrimiento de DLC formado por medio de CVD a presión atmosférica que tenía un espesor de película de 100 nm (Ejemplos experimentales 9 y 10), los valores fueron de $38 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 50 % de HR, $130 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 90 % de HR. Sin embargo, cuando la configuración de laminación comprendía tres capas, en concreto, DLC de 100 nm/SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm (Ejemplos experimentales 15 y 16), los valores disminuyeron hasta $6 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 50 % de HR, $18 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 90 % de HR. Además, cuando la configuración era de DLC de 100 nm/SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm/SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm (Ejemplos experimentales 17 y 18), los valores disminuyeron hasta $2,5 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 50 % de HR, $12 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 90 % de HR. Además, los valores siguieron cayendo hasta $6 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 50 % de HR, $29 \text{ cm}^3/\text{día}/\text{m}^2/\text{atm}$, al 90 % de HR, en el caso de una estructura de dos capas, tal como SiOx de 50 nm/DLC de 100 nm (Ejemplos experimentales 33 y 34). Además, cuando las condiciones de humedad se cambiaron del 50 % de HR al 90 % de HR, hubo un marcado aumento en la OTR en una película de poliamida, pero un efecto de reducción del aumento de la OTR resultó evidente en las películas laminadas que comprendían dos capas, tres capas o cinco capas.

60 La razón de esto es que una capa de DLC formada por medio de CVD a presión atmosférica no tiene un gran efecto en términos de la mejora de las propiedades de barrera contra los gases porque dicha película es de tipo polímero, sino que dicha película es flexible y mejora la adhesión con el material de base y, por lo tanto, tiene una fuerte resistencia a la flexión; en cambio, de acuerdo con la observación de SEM, la película de SiOx se forma con un gran número de poros de 10-200 nm, pero dicha película está más cerca de ser una película inorgánica que la película delgada de DLC y tiene propiedades de barrera contra los gases más altas, excluyendo los poros (a partir de una comparación de los Ejemplos experimentales 3 y 7). Sin embargo, la película de SiOx es densa y, por lo tanto, tiene una adhesión deficiente y una resistencia al procesamiento de flexión débil. Cuando la película de DLC se recubre

sobre la película de SiOx, se cree que la deposición tiene lugar de tal manera que el DLC llena los poros de la película de SiOx y existe una mejora drástica en las propiedades de barrera contra los gases, al tiempo que se reduce el daño del procesamiento porque la película de DLC se amortigua. Además, la película de DLC se recubre primero sobre el material de base y, por lo tanto, dicha película de DLC proporciona un amortiguador a la deformación producida en el material de base como resultado de la absorción de humedad y el esfuerzo y, dado que también tiene una buena adhesión con la película de SiOx, se cree que esto es eficaz para la prevención del fenómeno del agrietamiento cuando la película de SiOx se somete a deformación.

Lista de números de referencia

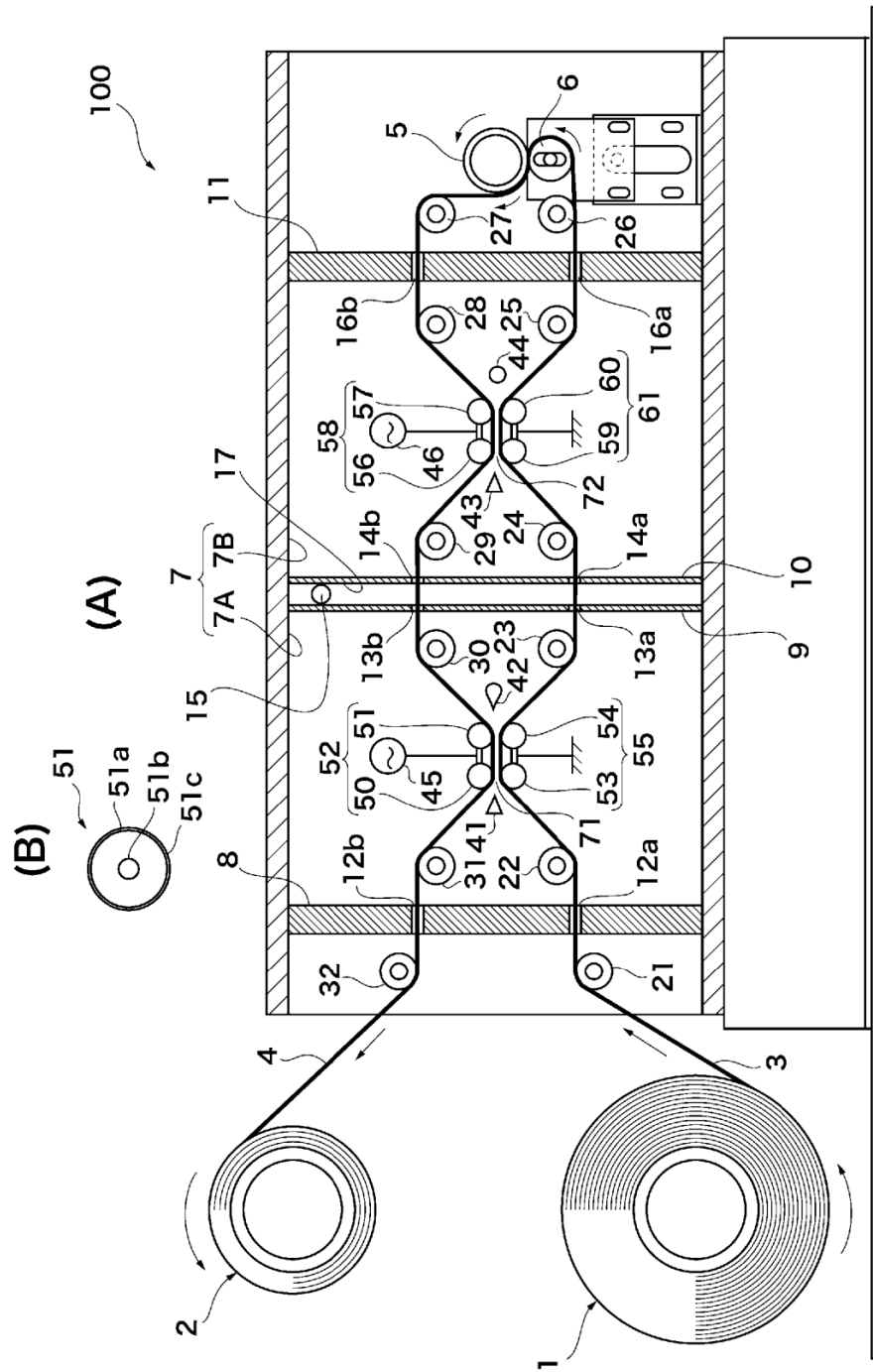
- 10 100, 200, 300... Aparato para la producción de película laminada de película delgada
- 1... Rollo de formación de película en el que se enrolla una película de plástico en forma de tira antes de la formación de película
- 2... Rollo para el enrollado de la película de plástico en forma de tira después de la formación de película
- 15 3... Película de plástico en la trayectoria de ida
- 4... Película de plástico en la trayectoria de vuelta
- 5, 6... Rollo de transporte para el retroceso
- 7 (7A, 7B)... Cámara
- 8, 9, 10, 11... División
- 20 12a, 12b, 13a, 13b, 14a, 14b, 16a, 16b... Entrada/salida
- 17... Compartimento central
- 15, 42, 44... Puerto de escape
- 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 153, 154... Rollo de transporte
- 41, 43... Boquilla de gas de material de partida
- 25 45, 46, 145, 146, 245, 246... Fuente de alimentación de impulso de alta frecuencia
- 50, 51, 53, 54, 56, 57, 59, 60... Electrodo de rollo
- 51a... Cuerpo de electrodo cilíndrico
- 51b, 251a... Árbol rotativo
- 51c... Capa dieléctrica
- 30 55, 61... Primer grupo de electrodos de rollo
- 52, 58... Segundo grupo de electrodos de rollo
- 71, 72... Espacio de descarga (espacio)
- 152, 155, 158, 161... Electrodo en forma de placa
- 152a, 155a, 158a, 161a... Placa
- 35 152b, 155b, 158b, 161b... Capa dieléctrica
- 250, 251, 253, 254, 256, 257, 259, 260... Rodillo de transmisión por correa
- 252, 255, 258, 261... Grupo de electrodos en forma de correa
- 270, 271, 272, 273... Correa
- 270a, 271a, 272a, 273a... Capa dieléctrica
- 40 274, 275, 276, 277... Contacto de tipo rodante

REIVINDICACIONES

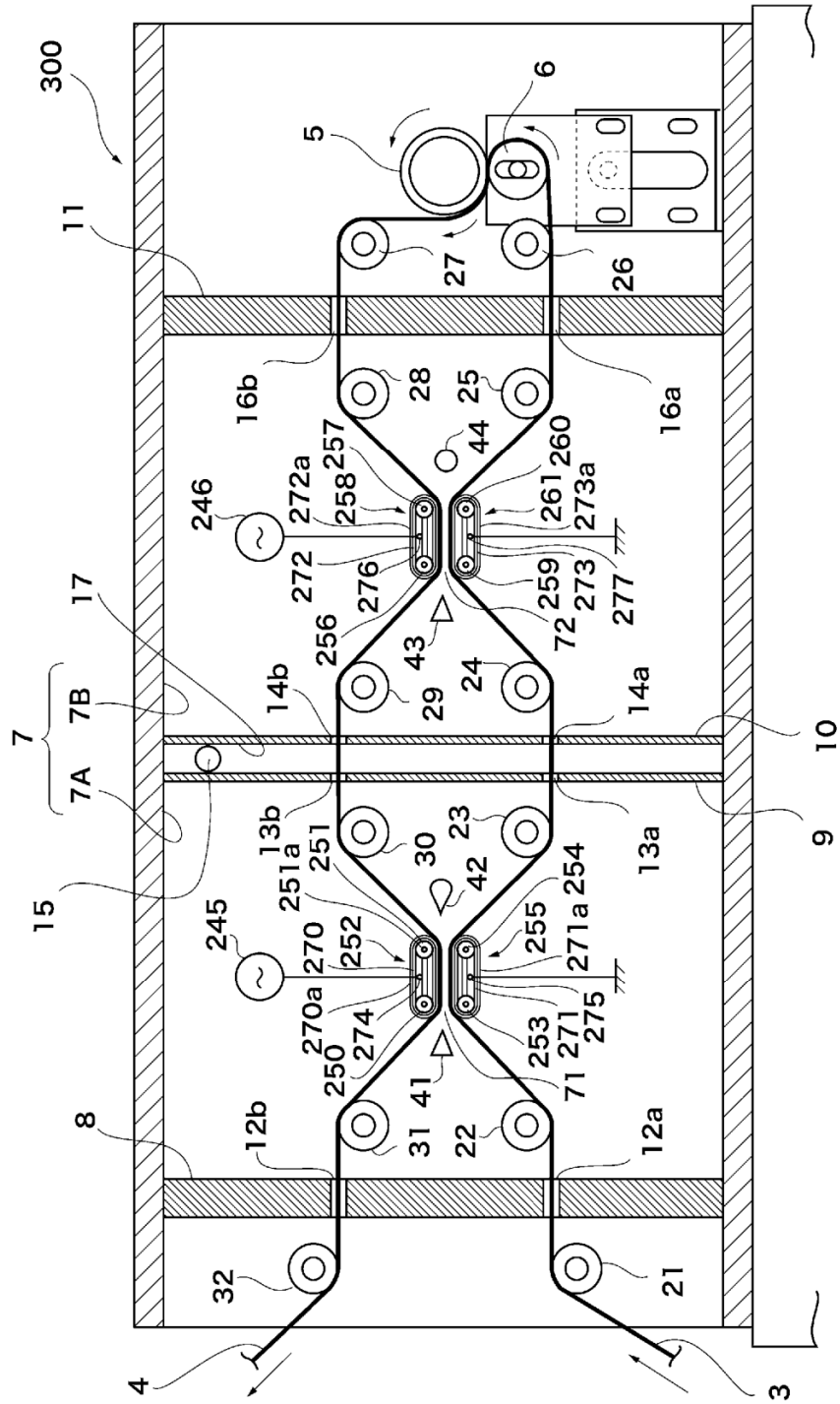
1. Método para la producción de una película laminada de película delgada, que comprende:

- 5 una etapa en la que se prepara una película de plástico;
una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida basado en carbono que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte y un gas de hidrocarburo, mediante la que el gas de material de partida basado en carbono forma un plasma de descarga y el gas de material de partida basado en carbono formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie de la película de plástico para formar una primera película delgada basada en carbono amorfo;
- 10 una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida de óxido de metal que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte, un compuesto de metal orgánico que contiene silicio vaporizado y gas de oxígeno, mediante la que el gas de material de partida de óxido de metal forma un plasma de descarga y el gas de material de partida de óxido de metal formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie de la primera película delgada basada en carbono amorfo para formar una primera película delgada basada en óxido de silicio que tiene poros con un diámetro en el intervalo de 10-200 nm; y
- 15 una etapa en la que se aplica una tensión de impulso de alta frecuencia a presión atmosférica a un gas de material de partida basado en carbono que es una mezcla de un gas diluyente que comprende un gas inerte y un gas de hidrocarburo, mediante la que el gas de material de partida basado en carbono forma un plasma de descarga y el gas de material de partida basado en carbono formado en un plasma de descarga se pone en contacto con una superficie de la primera película delgada basada en óxido de silicio para formar una segunda película delgada basada en carbono amorfo.
- 20
- 25 2. Método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el compuesto de metal orgánico es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en: trimetilsilano (TrMS), tetraetoxisilano (TEOS), tetrametoxisilano (TMOS) y hexametildisiloxano (HMDSO).
- 30 3. Método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la concentración del compuesto de metal orgánico en el gas de material de partida de óxido de metal es de 10-200 ppm (relación en volumen) y la concentración de gas de oxígeno en el gas de material de partida de óxido de metal es del 1-10 % en volumen.
- 35 4. Método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde se lleva a cabo la etapa para formar la primera película delgada basada en óxido de silicio, tras la que se lleva a cabo la etapa para formar la segunda película delgada basada en carbono amorfo en un tiempo en el intervalo de 0-60 segundos.
- 40 5. Método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el espesor de la primera película delgada basada en carbono amorfo es de 10-150 nm en una localización donde no hay ningún poro y el espesor de la primera película delgada basada en óxido de silicio es de 5-100 nm en una localización donde no hay ningún poro.
- 45 6. Método para la producción de una película laminada de película delgada de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la película de plástico es una película basada en poliéster o una película de nailon.

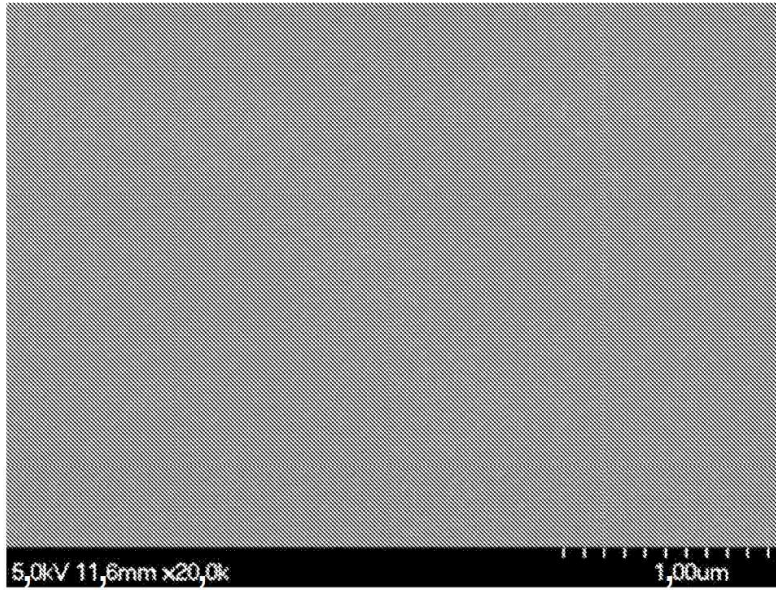
[Fig. 1]



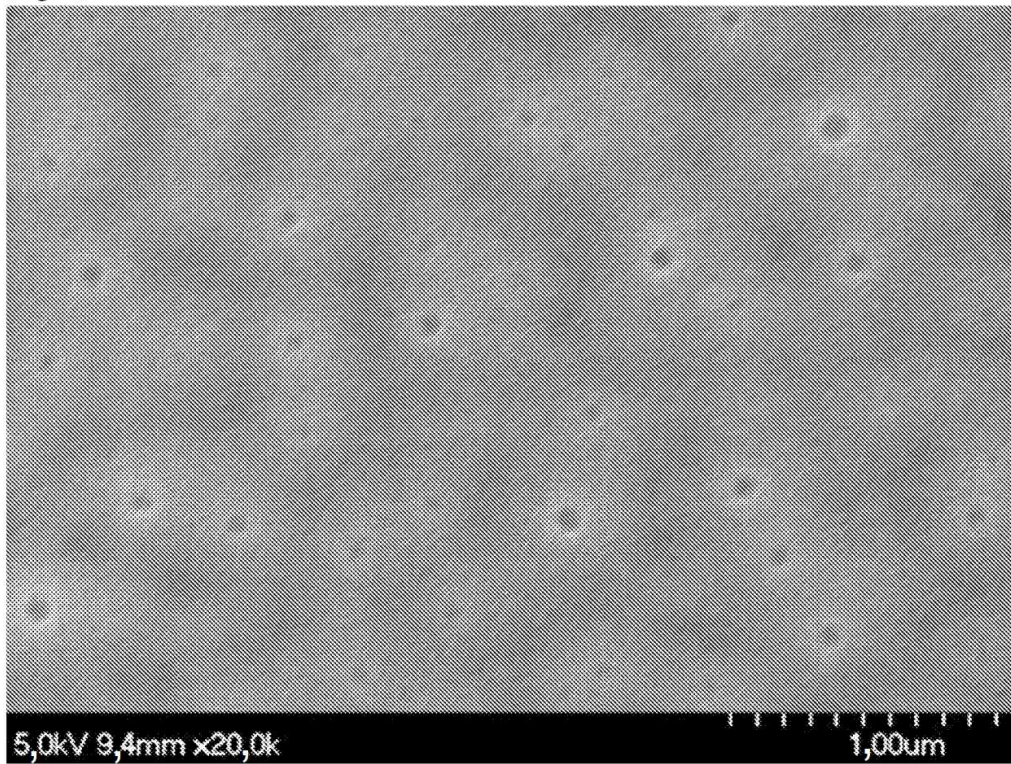
[Fig. 3]



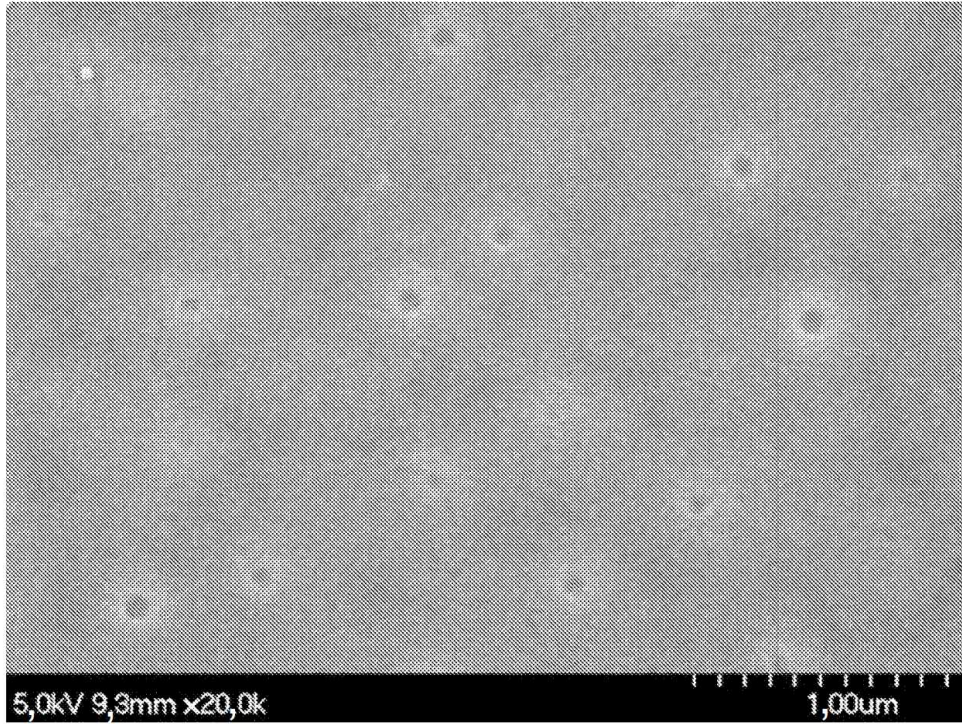
[Fig. 4]



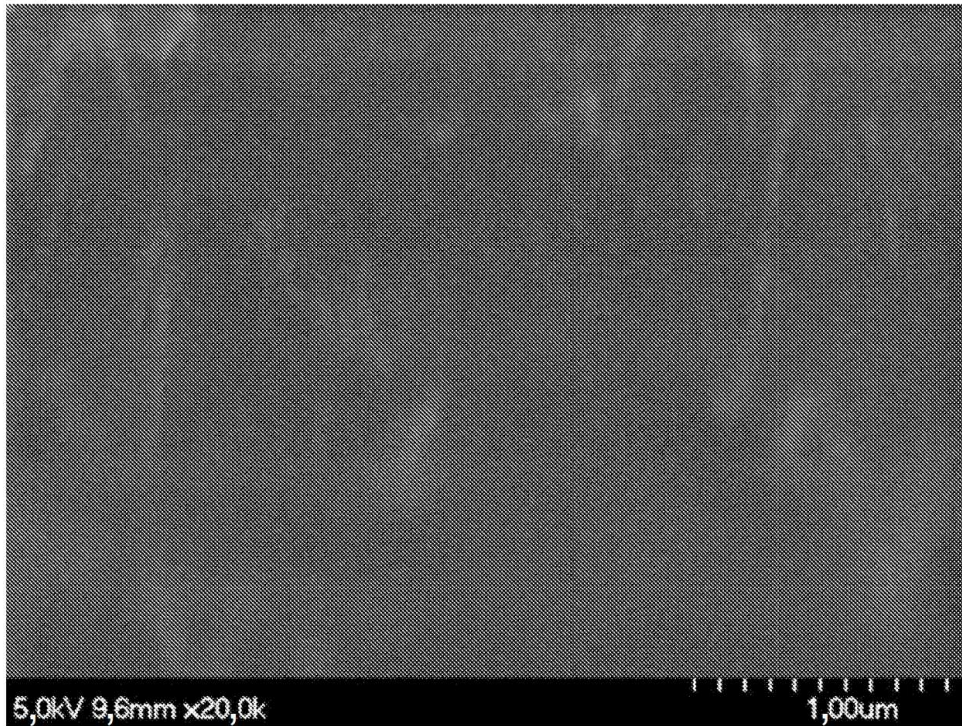
[Fig. 5]



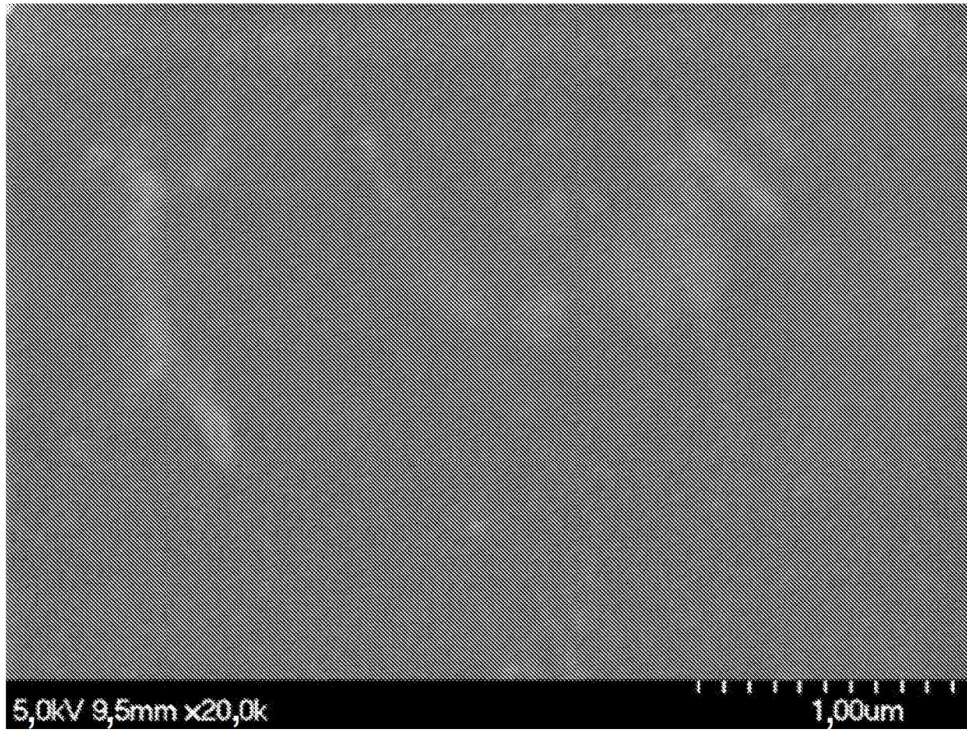
[Fig. 6]



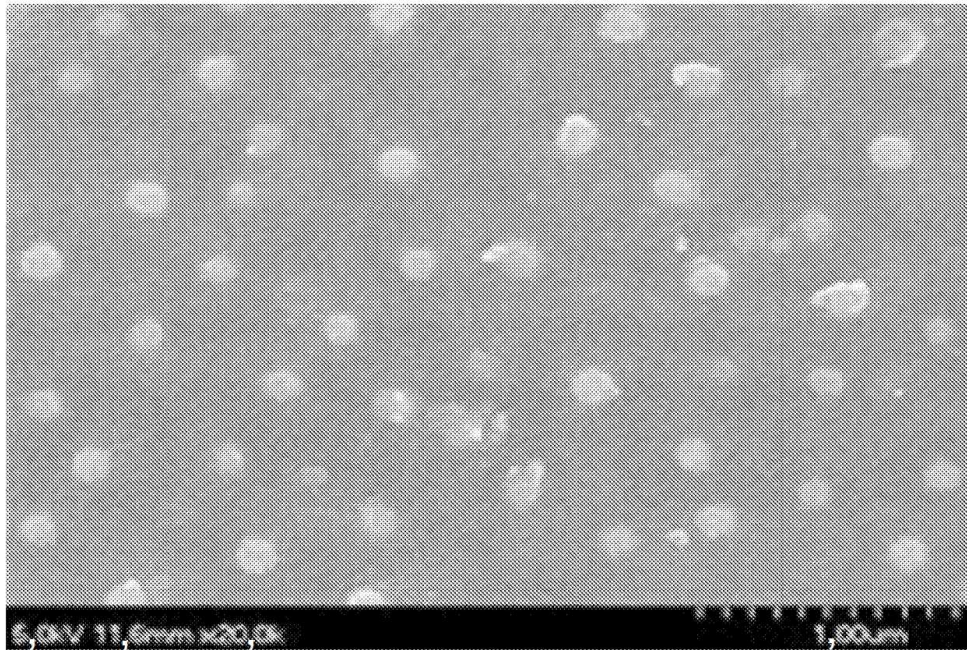
[Fig. 7]



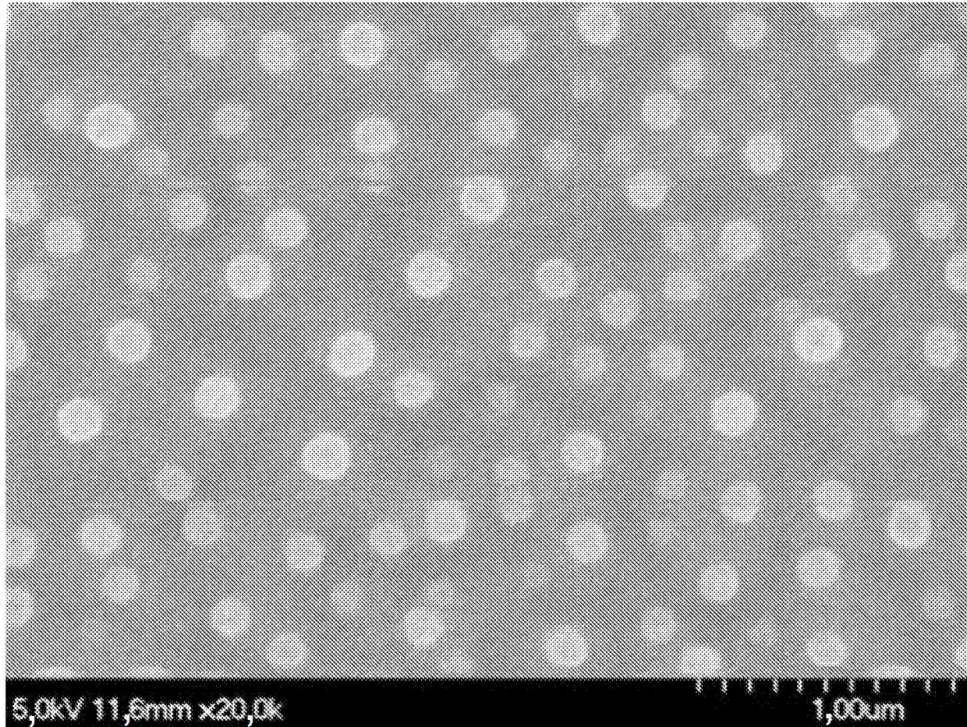
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]

