



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 336 453**

51 Int. Cl.:
C23C 14/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04800055 .8**

96 Fecha de presentación : **06.11.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1761655**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.03.2007**

54 Título: **Procedimiento para fabricar un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, y producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila.**

30 Prioridad: **06.04.2004 KR 10-2004-0023446**

73 Titular/es: **LG Electronics, Inc.**
20, Yoido-dong, Yongdungpo-ku
Seoul 150-010, KR

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2010

72 Inventor/es: **Jeong, Young-Man;**
Oh, Jung-Geun;
Jun, Hyun-Woo;
Lee, Su-Won y
Youn, Deok-Hyun

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2010

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 336 453 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para fabricar un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, y producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila.

Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, y a un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila.

Antecedentes de la técnica

En todos los campos industriales, se han utilizado con eficacia materiales metálicos que presentan unas capas superficiales hidrófilas sobre sus superficies, tales como los intercambiadores de calor descritos en la presente memoria a título de ejemplo.

Los intercambiadores de calor que intercambian calor haciendo que dos fluidos que presentan diferentes temperaturas entren en contacto uno con el otro, ya sea directamente o bien indirectamente, se han utilizado ampliamente en diversos campos industriales, especialmente en procedimientos de calefacción, aire acondicionado, generación de energía, recuperación de calor residual y en procedimientos químicos.

Los intercambiadores de calor de los aparatos de aire acondicionado adoptan, por el lado del aire, la forma de una aleta que es una superficie ampliada para mejorar la transmisión del calor. Cuando el aire que contiene humedad pasa a través de la aleta en la operación de intercambio de calor, la transmisión de calor se produce gracias a unos refrigerantes de baja temperatura suministrados por un tubo. Cuando la temperatura de la superficie de la aleta es igual o menor a la temperatura del punto de rocío del aire que contiene humedad, se forman unas gotitas sobre la superficie del intercambiador de calor para interceptar el flujo del aire, hecho que incrementa el descenso de presión que es la diferencia de presión entre la entrada y la salida del intercambiador de calor. En consecuencia, la potencia del ventilador debe incrementarse para suministrar el mismo flujo, hecho que da como resultado un mayor consumo de energía.

Para resolver el problema anterior, tal como se expone en la solicitud de patente japonesa abierta al público nº 61-8598, el flujo de agua condensada formada sobre la superficie de la aleta de un intercambiador de calor aumenta si se aplica un procedimiento anticorrosivo a la lámina de aluminio de la aleta utilizando Cr^{+6} para aumentar la resistencia a la corrosión, y aplicando a esta un procedimiento de revestimiento con minerales del grupo de los silicatos para conferirle propiedades hidrófilas, obteniéndose lo que se denomina un material prerrevestido (PCM).

Los PCM necesitan básicamente Cr^{+6} para adquirir resistencia a la corrosión. No obstante, debido a los problemas ambientales que conlleva el Cr^{+6} , a partir de 2006 será prohibido utilizar este ión. Existe pues una creciente demanda de materiales sustitutos del Cr^{+6} . Las propuestas hechas hasta ahora comprenden el Cr^{+3} o los materiales tipo resina. En la preparación del PCM, el tetracloroetano (TCE) utilizado ineludiblemente para lavar el aluminio también provoca contaminación ambiental. Además, el PCM, que en una etapa inicial presenta excelentes características hidrófilas, pierde gradualmente dichas características, es decir, experimenta un proceso de envejecimiento. Recientemente, se están utilizando de una manera muy común productos químicos como materiales para papel pintado. Sin embargo, el material de silicato para conferir hidrofiliidad se volatiliza y acopla químicamente con el papel pintado, provocando la decoloración del papel pintado. Además, los materiales volatilizados resultan desagradables para las personas.

Se han realizado numerosos intentos de satisfacer diversas demandas formando una capa superficial funcional (por ejemplo, para conferir hidrofiliidad o hidrofobicidad) sobre el material existente. Los ejemplos de procedimientos para formar la capa superficial funcional comprenden 1) la aplicación de la capa superficial funcional sobre el material existente y 2) la provisión de nuevas propiedades físicas y químicas perfeccionando la película superficial del material existente.

Sin embargo, con el transcurso del tiempo, las propiedades superficiales de la capa superficial funcional cambian y vuelven a ser como las iniciales. Por ejemplo, en caso de que un metal como el aluminio se procese de conformidad con un procedimiento de reacción asistida por haz de iones, la hidrofiliidad de la superficie del metal aumentará. Esto es debido a que la película de óxido natural situada sobre la superficie del aluminio es atacada, formándose encima de esta la película funcional. A medida que pasa el tiempo, va creándose de forma natural una película de óxido sobre la superficie del aluminio. Por consiguiente, los efectos del aumento de la hidrofiliidad obtenidos por el ataque de la película de óxido natural se deterioran. La película funcional formada sobre la superficie de aluminio es una capa sumamente delgada (del orden de muy pocos nm) que presenta una resistencia mecánica muy baja a las variaciones ambientales (agua, temperatura, etc.) a lo largo del tiempo. En consecuencia, las propiedades hidrófilas se reducen y vuelven a ser iguales a las propiedades superficiales originales.

Para resolver el problema anterior, se han dedicado continuos esfuerzos a la formación, sobre un material metálico, de una capa superficial funcional hidrófila o hidrófoba que pueda mantener un estado química y físicamente estable.

Por ejemplo, como se propone en la solicitud de patente japonesa abierta al público nº 2001-280879, en un montaje de intercambiador de calor una aleta fabricada en un material metálico conductor sobre un tubo metálico que es un conducto refrigerante, se suministra un vapor compuesto que contiene titanio que es un gas crudo para que fluya paralelamente a la superficie de la aleta del intercambiador de calor en el lado del aire. Por consiguiente, el intercambiador de calor que deposita la película delgada de dióxido de titanio sobre la superficie de la aleta se fabrica según una tecnología CVD asistida por plasma. En esta solicitud de patente, se indica que el intercambiador de calor puede obtener excelentes propiedades hidrófilas, antibacterianas y desodorizantes.

El documento CN 1 420 207 da a conocer un procedimiento para depositar una película hidrófila de polímeros superiores que aporta protección contra la corrosión en ambos lados de una lámina de aluminio mediante CVD asistida por plasma. La lámina de aluminio puede utilizarse como aleta en un intercambiador de calor.

No obstante, en caso de que la aleta esté montada sobre el tubo para componer el intercambiador de calor, la película delgada de dióxido de titanio se deposita sobre la aleta del intercambiador de calor. De esta manera, la película delgada de dióxido de titanio no puede depositarse uniformemente sobre toda la superficie de la aleta, hecho que provoca el deterioro de las propiedades hidrófilas y de envejecimiento. Además, sus características de productividad no permiten la aplicación directa a la producción industrial.

Exposición de la invención

La presente invención se ha concebido para resolver los problemas anteriores. Uno de los objetivos de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para fabricar un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila dotado de excelentes propiedades hidrófilas y de envejecimiento, y un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila.

Otro de los objetivos de la presente invención consiste en producir con facilidad una película delgada ultrahidrófila a escala industrial, formando la película delgada ultrahidrófila sobre un sustrato metálico en forma de lámina y procesando mecánicamente el sustrato metálico hasta obtener la forma deseada.

Otro de los objetivos de la presente invención consiste en formar uniformemente una película delgada ultrahidrófila en ambas superficies de un sustrato metálico en forma de lámina.

Para alcanzar los objetivos descritos de la presente invención, se provee un procedimiento para fabricar un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, en el que se utiliza plasma para aplicar de forma continuada una película delgada ultrahidrófila compuesta de titanio a ambas superficies de un sustrato metálico en forma de lámina, que se suministra de forma continuada a una cámara de vacío, y se procesa mecánicamente la lámina revestida con la película delgada hasta obtener la forma deseada. En este caso, la película delgada es una película delgada compuesta por elementos del grupo Ti-O. Preferentemente, la película delgada es una película delgada compuesta por elementos del grupo Ti-O que contiene un porcentaje atómico de Ti comprendido entre 15 y 22 y un porcentaje atómico de O comprendido entre 45 y 65. Además, la película delgada contiene también un porcentaje atómico comprendido entre 20 y 25 de C. Preferentemente, la película delgada contiene además un porcentaje atómico de H igual a 20. En este caso, la película delgada tiene un espesor comprendido entre 1 y 100 nm.

El sustrato metálico puede ser un sustrato de aluminio, y el producto metálico puede ser una aleta para un intercambiador de calor.

El procedimiento de revestimiento se realiza inyectando un gas reactivo, un precursor de titanio en fase gaseosa y un gas portador en la cámara de vacío. Preferentemente, la inyección de gas se realiza de conformidad con las relaciones gas portador:gas reactivo = 1:3 y precursor de titanio en fase gaseosa:gas portador = 3:1.

Preferentemente, el gas reactivo es aire u O₂, el gas portador se selecciona de entre el grupo constituido por He, N₂ y Ar, y el precursor de titanio en fase gaseosa se prepara haciendo pasar tetraisopropóxido de titanio en fase líquida a través de un burbujeador. Además, la cantidad inyectada de precursor de titanio en fase gaseosa en la cámara de vacío se controla ajustando la cantidad de tetraisopropóxido de titanio en fase líquida suministrada al burbujeador. El gas portador se inyecta antes de que el tetraisopropóxido de titanio en fase líquida se inyecte en el burbujeador, para transferir el tetraisopropóxido de titanio en fase líquida al burbujeador.

También, se proporciona un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, que se reviste utilizando plasma con una película delgada ultrahidrófila compuesta por elementos del grupo Ti-O, que contiene un porcentaje atómico de Ti comprendido entre 15 y 22, un porcentaje atómico de O comprendido entre 45 y 65 y un porcentaje atómico de C comprendido entre 20 y 25, y un espesor de 1 a 100 nm. Preferentemente, la película delgada contiene además un porcentaje atómico de H igual a 20. La película delgada presenta una estructura amorfa y la lámina metálica es una lámina de aluminio. La lámina de aluminio revestida con una película delgada es una lámina metálica que puede procesarse mecánicamente hasta adquirir la forma de una aleta para un intercambiador de calor.

Breve descripción de los dibujos

Para facilitar la comprensión de la presente invención, la misma se describe haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que no pretenden ser limitativos sino simplemente ilustrativos de la presente invención, en los que:

la figura 1 es una vista conceptual que ilustra un dispositivo para aplicar de forma continuada un revestimiento formado por una película delgada ultrahidrófila compuesta de titanio a un sustrato metálico en forma de lámina utilizando plasma según la presente invención;

la figura 2 es un gráfico que representa unos datos de espectroscopia XPS para analizar la composición de la superficie de la lámina metálica revestida con una película delgada hidrófila y anticorrosiva según la presente invención;

la figura 3 es un gráfico que representa los datos de espectroscopia AES para analizar el espesor de la lámina metálica aplicada según la presente invención;

la figura 4 es una fotografía SEM (microscopio electrónico de barrido) que muestra la microestructura de la película delgada compuesta de titanio aplicada según la presente invención;

las figuras 5a y 5b son unas fotografías que muestran, respectivamente, la dispersión de las gotitas cuando la superficie es hidrófila (figura 5a) y cuando la superficie es hidrófoba (figura 5b) en una prueba de hidrofiliicidad/hidrofobicidad superficial según la presente invención;

la figura 6 es un gráfico que representa las propiedades de envejecimiento de la lámina de aluminio sin revestimiento, la lámina de PCM convencional y la lámina revestida con una película delgada compuesta de titanio según la presente invención;

la figura 7 es un gráfico que representa las propiedades de envejecimiento de la lámina revestida con una película delgada compuesta de titanio según la presente invención y la lámina de PCM convencional; y

la figura 8 es un gráfico que representa resultados de pruebas variables de revestimientos con película delgada compuesta de titanio según la presente invención.

Mejor modo de poner en práctica la invención

A continuación, se describe en detalle haciendo referencia a los dibujos adjuntos un procedimiento para fabricar un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, y un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila según la presente invención.

La figura 1 es una vista conceptual que ilustra un dispositivo de polimerización por plasma para revestir, con una película delgada ultrahidrófila compuesta por elementos del grupo Ti-O-C, un sustrato metálico en forma de lámina según la presente invención. El dispositivo de polimerización comprende una cámara de revestimiento mantenida al vacío, un plasma que se crea dentro de la cámara de revestimiento, unos medios de inyección de gas reactivo para inyectar gas reactivo en la cámara de revestimiento, unos medios de inyección de precursor en fase gaseosa para inyectar un precursor en fase gaseosa en la cámara de revestimiento y unos medios de inyección de gas portador para inyectar un gas portador que permite transferir el precursor en fase gaseosa a la cámara de revestimiento.

Conectada a la cámara de revestimiento 2, se halla una bomba de vacío 4 para crear el vacío dentro de la cámara de revestimiento 2, y se suministra de manera continuada una lámina metálica 8 entre los electrodos 6 instalados en las partes superior y derecha o los lados derecho e izquierdo. En la figura 1, los electrodos 6 están instalados en las partes superior e inferior de la lámina metálica 8, y la lámina metálica 8 se suministra en dirección horizontal. Una vez que se han revestido ambas superficies de la lámina metálica 8 con una película delgada ultrahidrófila compuesta de titanio mediante el plasma generado entre los electrodos 6, la lámina metálica 8 se retira de la cámara de revestimiento 2. A continuación, se aplica energía 10 a los electrodos 6.

Preferentemente, un cilindro de gas reactivo 20 que contiene gas reactivo capaz de formar aire u oxígeno inyecta el gas reactivo en la cámara de revestimiento 2 a través de una válvula 22.

Además, se inyecta un precursor de titanio en fase líquida constituido por tetraisopropóxido de titanio en fase líquida $[\text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4]$ y contenido en un recipiente 30 presurizado por un presurizador 32, en un burbujeador 40, a través de un controlador de flujo másico (MFC) en fase líquida 38, gracias a las diferencias de presión. El precursor de titanio en fase gaseosa que el burbujeador 40 ha hecho burbujear se inyecta en el elemento de revestimiento 2. Preferentemente, se inyecta un gas portador que puede generar He, Ar o N_2 a través de un tubo dispuesto entre el MFC de fase líquida 38 y el burbujeador 40, para facilitar la inyección del precursor de titanio en fase gaseosa en la cámara de revestimiento 2. El gas portador está contenido en un cilindro de gas portador 50 y se inyecta en el tubo a través de una válvula 52. Alrededor del burbujeador 40, se enrolla un serpentín de calentamiento 42 para calentar el precursor de titanio en fase líquida y hacer que este burbujee. Como se ha descrito anteriormente, el procedimiento de revestimiento mediante nanoplasma se ejecuta inyectando el gas reactivo que puede formar aire u O_2 , el precursor de titanio en fase gaseosa y el gas portador en la cámara de revestimiento 2. La cantidad de precursor de titanio en

ES 2 336 453 T3

fase gaseosa inyectada en la cámara de revestimiento 2 se controla ajustando la cantidad de precursor en fase líquida suministrada al burbujeador 40, es decir, la cantidad de tetraisopropóxido de titanio en fase líquida.

En este caso, el gas reactivo, el precursor de titanio en fase gaseosa y el gas portador pueden combinarse fuera de la cámara de revestimiento 2 e inyectarse en la cámara de revestimiento 2 a través de un tubo 60, tal como se representa en la figura 1, o pueden inyectarse en la cámara de revestimiento 2 a través de tubos diferentes y combinarse dentro de la cámara de revestimiento 2 a través de un tubo. Todavía con referencia a la figura 1, el tubo de combinación 60 se conecta a través de un orificio lateral provisto en la cámara de revestimiento 2. Preferentemente, la salida del tubo 60 es adyacente a las superficies superior e inferior de la lámina metálica revestida 8 para extraer el gas mezclado que se ha inyectado a través del tubo 60 por arriba o por debajo de la lámina metálica 8.

El precursor de titanio en fase gaseosa se condensa a baja temperatura. Cuando se mantiene el tubo 60 a una temperatura normal, el precursor de titanio en fase gaseosa se condensa en la pared interna del tubo 60. Para impedir la condensación del precursor de titanio en fase gaseosa, se enrolla un hilo caliente 64 alrededor de la pared externa del tubo 60 a través del cual fluye el precursor de titanio en fase gaseosa, para mantener una temperatura predeterminada. El tubo 66 a través del cual fluye el precursor de titanio en fase líquida también se estructura de la misma manera. Es decir, alrededor de la pared externa del tubo 66, se enrolla un hilo caliente 68 para mantener una temperatura predeterminada e impedir de ese modo que el precursor de titanio se condense en la pared interna del tubo 66.

Según la presente invención, la película delgada ultrahidrófila compuesta de titanio se aplica de forma continuada sobre la lámina metálica 8 suministrada de forma continuada a la cámara de revestimiento 2 utilizando el plasma, y la lámina metálica revestida con la película delgada 8 se procesa mecánicamente hasta obtener la forma deseada, por ejemplo, una aleta de intercambiador de calor de un aparato de aire acondicionado.

Tal como se ilustra en la figura 1, la bomba de vacío 4 para crear el vacío dentro de la cámara de revestimiento 2 está conectada a la cámara de revestimiento 2, y la lámina metálica 8 se suministra de manera continuada entre los electrodos 6 instalados en los lados superior e inferior. Una vez que se ha aplicado de manera continuada la película delgada ultrahidrófila compuesta de titanio a ambas superficies de la lámina metálica 8 mediante el plasma generado entre los electrodos 6, la lámina metálica 8 se retira de la cámara de revestimiento 2. Se suministra energía 10 a los electrodos 6.

Preferentemente, el cilindro de gas reactivo 20 que contiene el gas reactivo que puede formar aire u oxígeno inyecta el gas reactivo en la cámara de revestimiento 2 a través de la válvula 22.

Además, el precursor de titanio en fase líquida, constituido por tetraisopropóxido de titanio en fase líquida [$\text{Ti}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4$] y contenido en el recipiente 30 presurizado por el presurizador 32, se inyecta en el burbujeador 40 a través del MFC en fase líquida 38 gracias a las diferencias de presión. El precursor de titanio en fase gaseosa que el burbujeador 40 ha hecho burbujear se inyecta en el elemento de revestimiento 2. Preferentemente, el gas portador que puede formar He o Ar se inyecta a través del tubo dispuesto entre el MFC en fase líquida 38 y el burbujeador 40, para facilitar la inyección del precursor de titanio en fase gaseosa y el precursor de silicio en fase gaseosa en la cámara de revestimiento 2. El gas portador está contenido en el cilindro de gas portador 50 y se inyecta en el tubo a través de la válvula 52. El serpentín de calentamiento 42 está enrollado alrededor del burbujeador 40 para calentar el precursor de titanio en fase líquida y hacer que este burbujee.

En este caso, el gas reactivo, el precursor de titanio o de silicio en fase gaseosa pueden combinarse fuera de la cámara de revestimiento 2 e inyectarse en la cámara de revestimiento 2 a través de un tubo 60 como el representado en la figura 1, o pueden inyectarse en la cámara de revestimiento 2 a través de tubos diferentes y combinarse dentro de la cámara de revestimiento 2 a través de un tubo. Todavía haciendo referencia a la figura 1, el tubo de combinación 60 está conectado a través de un orificio lateral de la cámara de revestimiento 2. Preferentemente, el gas mezclado inyectado a través del tubo 60 se extrae por arriba o por debajo de la lámina metálica revestida 8. Es decir, el gas mezclado se suministra por arriba o por debajo de la lámina metálica 8, para generar el plasma entre los electrodos superior e inferior 6 y formar de ese modo la película delgada compuesta de titanio en ambas superficies de la lámina metálica 8.

El precursor de titanio o silicio en fase gaseosa se condensa a baja temperatura. Cuando el tubo 60 se mantiene a una temperatura normal, el precursor de titanio en fase gaseosa se condensa en la pared interna del tubo 60. Para evitar la condensación del precursor de titanio en fase gaseosa, el hilo caliente 64 se enrolla alrededor de la pared externa del tubo 60 a través del cual fluye el precursor de titanio en fase gaseosa, para mantener una temperatura predeterminada. El tubo 66 a través del cual fluye el precursor de titanio en fase gaseosa también se estructura de la misma manera. Es decir, el hilo caliente 68 se enrolla alrededor de la pared externa del tubo 66, para mantener una temperatura predeterminada e impedir de ese modo que el precursor de titanio o silicio se condensen en la pared interna del tubo 66.

Los números de referencia 34 y 36 denotan una válvula del presurizador 32 y una válvula del recipiente 30, respectivamente.

Según la presente invención, la película delgada ultrahidrófila compuesta por elementos del grupo Ti-O-C se aplica de forma continuada sobre la lámina metálica 8 que se suministra de forma continuada a la cámara de revestimiento

ES 2 336 453 T3

2 utilizando plasma, y la lámina metálica revestida con la capa delgada 8 se procesa mecánicamente hasta obtener la forma deseada, por ejemplo, la aleta del intercambiador de calor de un aparato de aire acondicionado.

5 La lámina metálica ultrahidrófila puede fabricarse utilizando el dispositivo de polimerización por plasma. Como se ha indicado anteriormente, la lámina metálica ultrahidrófila se procesa mecánicamente hasta formar la aleta del intercambiador de calor, y a continuación se miden las características físicas y superficiales de ésta, que se describen en los ejemplos siguientes. Debe tenerse en cuenta que el alcance de la presente invención no es limitado por los ejemplos siguientes sino por las reivindicaciones adjuntas.

10 Ejemplos

Preparación de la película de revestimiento por plasma

15 Una vez que se crea un vacío de 0,133 Pa (10^{-3} Torr) en la cámara de revestimiento 2 utilizando la bomba de vacío 4, la lámina metálica 8 se conecta a un ánodo y se mantiene a una distancia predeterminada (de 30 a 150 nm) de los electrodos 6, y el serpentín de calentamiento 42 del burbujeador 40 se calienta eléctricamente (hasta una temperatura de 80 a 120°C) para hacer burbujear el precursor en fase líquida. Los hilos calientes 64 y 68 enrollados alrededor de las paredes externas de los tubos 60 y 66 se calientan eléctricamente (hasta una temperatura de 80 a 120°C) para impedir que el precursor de titanio se condense en las paredes internas de los tubos 60 y 66. El gas del precursor en fase gaseosa, el gas portador y el gas reactivo se inyectan en la cámara de revestimiento 2 a través del tubo, y se extrae por arriba o por debajo de la lámina metálica 8.

25 Preferentemente, el gas del precursor en fase gaseosa y el gas portador se inyectan en la cámara de revestimiento 2 en una proporción 3:1, y el gas portador y el gas reactivo se inyectan en la cámara de revestimiento 2 en una proporción 1:3.

30 Cuando se obtiene el grado de vacío de funcionamiento deseado mediante el gas inyectado, se conecta la energía, la lámina metálica 8 se transfiere con respecto al tubo 60 y se crea un plasma de manera continuada entre los electrodos 6 mediante el gas mezclado. En consecuencia, la película delgada ultrahidrófila compuesta por los elementos del grupo Ti-O-C se aplica a ambas superficies de la lámina metálica 6.

35 En el tratamiento del plasma, la corriente es de 1,2 A, 900 V, el flujo del gas portador constituido por gas de He o de Ar es de 800 sccm, el flujo del gas reactivo constituido por oxígeno u aire es de 1.500 sccm, el flujo del gas del precursor en fase gaseosa es de 1.000 sccm y el grado de vacío dentro de la cámara 2 está comprendido entre 26,66 y 46,66 Pa (0,2 a 0,35 Torr).

Análisis de la composición y el espesor de la película delgada de revestimiento

40 La composición de la muestra de película delgada procesada se analiza según el procedimiento de espectroscopia de fotoelectrones de rayos X (XPS) para analizar la composición superficial midiendo las longitudes de onda de absorción y emisión molecular específica mediante rayos X, y el espesor de la película se analiza según el procedimiento de espectrometría de emisión atómica (AES) para analizar la composición en profundidad realizando una pulverización catódica a una velocidad fija. Las figuras 2 y 3 muestran los resultados de los análisis.

45 La figura 2 es un gráfico que representa datos XPS cuando se forma una película delgada compuesta de titanio después de una película delgada anticorrosiva de HMDSO. Las cantidades analizadas corresponden a un porcentaje atómico de C de 19,4, un porcentaje atómico de O de 58,3 y un porcentaje atómico de Ti de 19,8. Es decir, la película delgada compuesta es una película delgada compuesta por elementos del grupo Ti-O-C.

50 Aunque no se ilustra, cuando solo se aplica la película delgada ultrahidrófila compuesta, la película preparada es una película delgada compuesta por elementos del grupo Ti-O-C.

55 Según los resultados de los análisis, que varían ligeramente en función de las condiciones, la película delgada compuesta de titanio comúnmente contiene un porcentaje atómico de Ti comprendido entre 15 y 22, un porcentaje atómico de O comprendido entre 45 y 65 y un porcentaje atómico de C comprendido entre 20 y 25, y opcionalmente un porcentaje atómico de H igual a 20.

60 La figura 3 es un gráfico que muestra datos AES representativos. Tal como se ha indicado anteriormente, la AES, que analiza la composición en profundidad realizando pulverización catódica a una velocidad fija, puede analizar el espesor de la película delgada. En los datos AES de la figura 3, el espesor de la película delgada es de 23,3 nm (233 Å). El espesor de la película delgada compuesta por elementos del grupo Ti-O-C-(H) se restringe a los valores comprendidos entre 10 nm y 150 nm (100 Å y 1500 Å). Por consiguiente, el espesor preferido de la película delgada compuesta por unos elementos del grupo Ti-O-C-(H) está comprendido entre 1 y 100 nm.

65 La figura 4 es una fotografía SEM que representa la película delgada compuesta por elementos del grupo Ti-O-C según la presente invención. Como se representa en la figura 4, se obtiene una película delgada compacta de estructura amorfa.

Propiedades hidrófilas y de envejecimiento de la película delgada

La comprobación de las propiedades hidrófilas se ejecuta depositando una cantidad fija de gotitas (0,1 cc) desde una altura de 10 mm y midiendo el tamaño de las gotitas en la superficie de la muestra. Cuando la superficie de la película es hidrófila, el tamaño de las gotitas se incrementa debido a la alta dispersión, y cuando la superficie de la película es hidrófoba, el tamaño de las gotitas se reduce debido a la baja dispersión. En la figura 5a, se representa una gotita formada sobre la superficie hidrófila. El tamaño de la gotita varía entre 9 y 11 mm. En la figura 5b, se representa una gotita formada sobre la superficie hidrófoba. El tamaño de la gotita varía entre 2 y 3 mm.

Para evaluar las propiedades de envejecimiento hidrófilo, las muestras se colocan cíclicamente dentro de agua destilada durante 10 minutos y a continuación se secan durante 10 minutos. Las características hidrófilas de las muestras iniciales se comparan con las de las muestras obtenidas después de 300 ciclos.

La figura 6 es un gráfico que representa los resultados de las pruebas. Las propiedades hidrófilas de la película delgada de la presente invención procesada mediante el plasma no cambian después de 300 aceleraciones de ciclo. Por otra parte, el PCM convencional presenta excelentes características hidrófilas iniciales. Cuando se disuelve en agua un agente tensoactivo constituido por un agente hidrófilo, las características hidrófilas del PCM convencional se deterioran. Es decir, el PCM convencional experimenta envejecimiento. El aluminio no revestido presenta propiedades hidrófobas en la etapa inicial. Tras las aceleraciones, se forma una capa de Al_2O_3 sobre la superficie del aluminio, incrementándose de ese modo ligeramente las características hidrófilas.

La figura 7 es un gráfico que representa los resultados de una prueba de envejecimiento de 1000 ciclos de la película delgada compuesta de titanio según la presente invención y la película delgada de PCM convencional. La película delgada de la presente invención conserva las propiedades hidrófilas (por lo menos 9 mm de gotitas). Por otro lado, las características hidrófilas de la película delgada de PCM convencional se deterioran bruscamente de conformidad con el incremento de los ciclos.

Características hidrófilas según la composición fabricada

La figura 8 es un gráfico que representa los resultados de las comprobaciones de las características hidrófilas de una muestra de lámina de Al cuando se varía la temperatura del burbujeador, el gas reactivo, el gas portador y el tiempo de deposición. Es decir, la figura 8 representa las variaciones del tamaño de las gotitas en función de las variaciones de cada elemento.

La temperatura de calentamiento del burbujeador 40 para el burbujeo del precursor en fase líquida se establece en 60°C, 100°C y 120°C. El precursor en fase líquida calentado y sometido a burbujeo a 100°C es el que presenta las características hidrófilas más elevadas (8,7 mm).

El gas reactivo se cambia por O_2 , N_2 y aire. La muestra en la que se utiliza aire como gas reactivo es la que manifiesta características hidrófilas más acentuadas (9,3 mm).

El gas portador se cambia por He y Ar. La muestra en la que el gas portador es He es la que manifiesta características hidrófilas más acentuadas (9,9 mm).

El tiempo de deposición del gas precursor se cambia por valores del intervalo comprendido entre 30 s y 120 s. La muestra sometida a un revestimiento de 90 s manifiesta unas características hidrófilas similares a las de la muestra sometida a un revestimiento de 120 s (9,9 mm). En consecuencia, el procedimiento de revestimiento se realiza durante un intervalo de 90 s, para mantener las características hidrófilas y reducir el tiempo de producción.

En este caso, la corriente de los electrodos 6 instalados en ambas superficies de la muestra para generar el plasma es de 0,13 A, y el vacío creado dentro de la cámara de revestimiento 2 que contiene la muestra se mantiene a 39,99 Pa (0,3 Torr).

Para fabricar con eficacia el producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, el precursor en fase líquida se calienta y hace burbujear a 100°C en el burbujeador 40, se utiliza aire como gas reactivo, se utiliza He como gas portador y el procedimiento de revestimiento se ejecuta en la cámara 2 durante 90 s.

En la prueba anterior, el procedimiento de revestimiento se ejecuta en la muestra adecuada. En la producción en serie de los productos, la temperatura de calentamiento del burbujeador, el gas reactivo, el gas portador y el tiempo de deposición pueden variarse dentro de límites aproximados de conformidad con los entornos de producción y factores variables dependientes de la producción en serie continua.

Efectos ventajosos

Tal como se ha indicado anteriormente, según la presente invención, se dispone de un procedimiento sencillo para producir a escala industrial el material metálico para aparatos de aire acondicionado revestido con una película delgada dotada de excelentes propiedades hidrófilas y de envejecimiento.

ES 2 336 453 T3

Además, la película delgada ultrahidrófila puede formarse uniformemente en ambas superficies del sustrato metálico en forma de lámina.

5 Aunque se han descrito las formas de realización preferidas de la presente invención, se comprende que la presente invención no debería limitarse a dichas formas de realización preferidas.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar un producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, que reviste de forma continuada una película delgada ultrahidrófila compuesta de Ti-O-C(H), que contiene un porcentaje atómico de Ti comprendido entre 15 y 22, un porcentaje atómico de O comprendido entre 45 y 65 y un porcentaje atómico de C comprendido entre 20 y 25, a ambas superficies de un sustrato metálico en forma de lámina que se suministra de forma continuada a una cámara de vacío, utilizando plasma, y se procesa mecánicamente la lámina revestida con la película delgada hasta obtener la forma deseada.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la película delgada contiene además H.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la película delgada contiene un porcentaje atómico de H igual a 20.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la película delgada tiene un espesor comprendido entre 1 y 100 nm.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sustrato metálico es un sustrato de aluminio.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el producto metálico es una aleta para un intercambiador de calor.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el procedimiento de revestimiento se realiza inyectando un gas reactivo, un precursor de titanio en fase gaseosa y un gas portador en la cámara de vacío.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que la inyección de gases se realiza de conformidad con la relación gas portador:gas reactivo = 1:3.

9. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que la inyección de gases se realiza de conformidad con la relación precursor de titanio en fase gaseosa:gas portador = 3:1.

10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el gas reactivo es aire u O₂.

11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el gas portador se selecciona de entre el grupo constituido por He, N₂ y Ar.

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el precursor de titanio en fase gaseosa se prepara haciendo pasar tetraisopropóxido de titanio en fase líquida a través de un burbujeador.

13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la cantidad de inyección del precursor de titanio en fase gaseosa en la cámara de vacío se controla ajustando la cantidad de tetraisopropóxido de titanio en fase líquida suministrada al burbujeador.

14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el gas portador se inyecta antes de que el tetraisopropóxido de titanio en fase líquida se inyecte en el burbujeador, para transferir el tetraisopropóxido de titanio en fase líquida al burbujeador.

15. Producto metálico revestido con una película delgada ultrahidrófila, que se reviste con una película delgada ultrahidrófila compuesta de Ti-O-C(H), que contiene un porcentaje atómico de Ti comprendido entre 15 y 22, un porcentaje atómico de O comprendido entre 45 y 65 y un porcentaje atómico de C comprendido entre 20 y 25 y presenta un espesor de 1 a 100 nm, utilizando plasma.

16. Producto metálico según la reivindicación 15, en el que la película delgada contiene además un porcentaje atómico de H igual a 20.

17. Producto metálico según cualquiera de las reivindicaciones 15 ó 16, en el que la película delgada presenta una estructura amorfa.

18. Producto metálico según la reivindicación 17, en el que la lámina metálica es una lámina de aluminio.

19. Producto metálico según la reivindicación 18, en el que la lámina de aluminio revestida con la película delgada se procesa mecánicamente para formar una aleta de intercambiador de calor.

FIG. 1

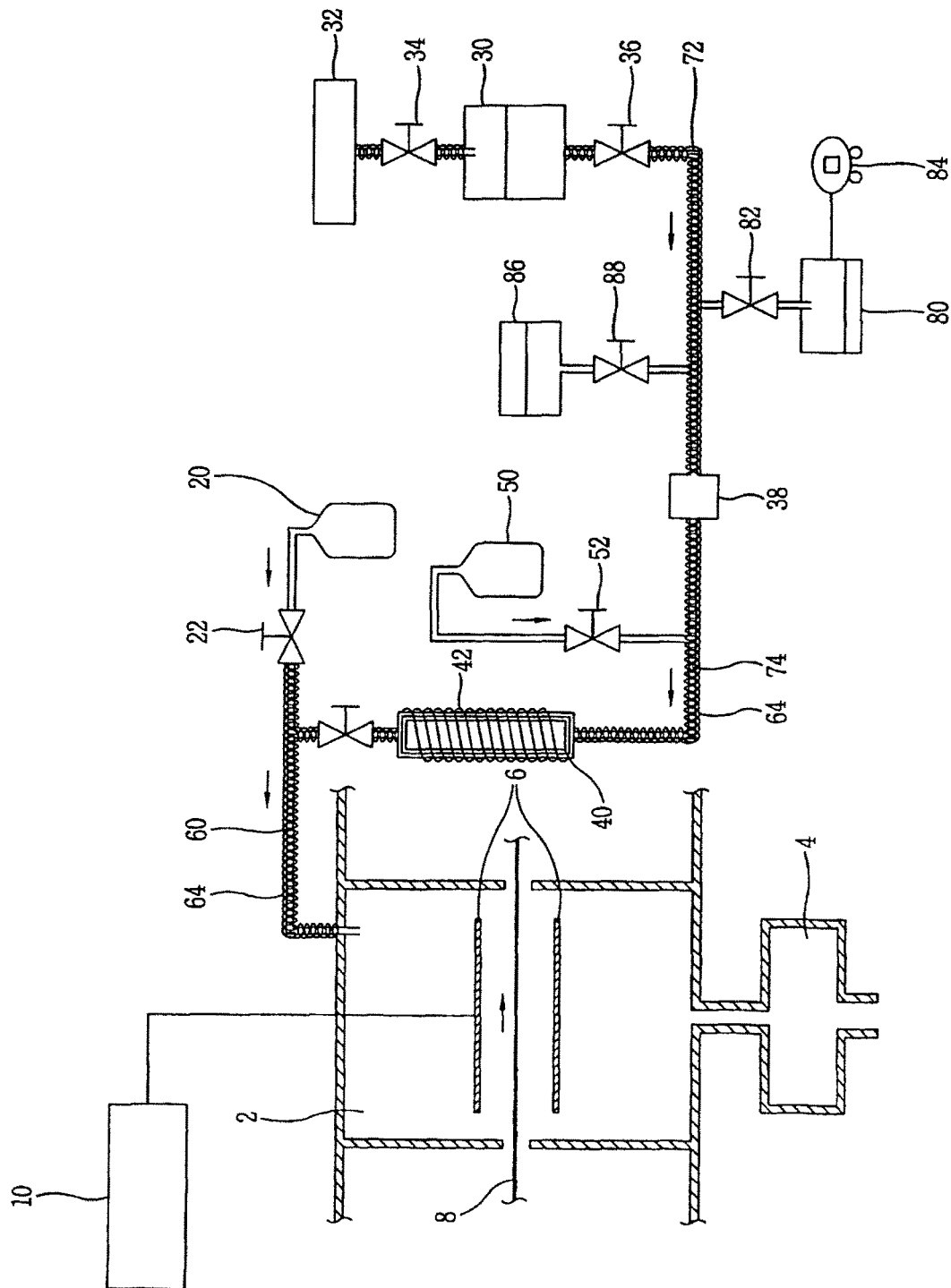


FIG.2

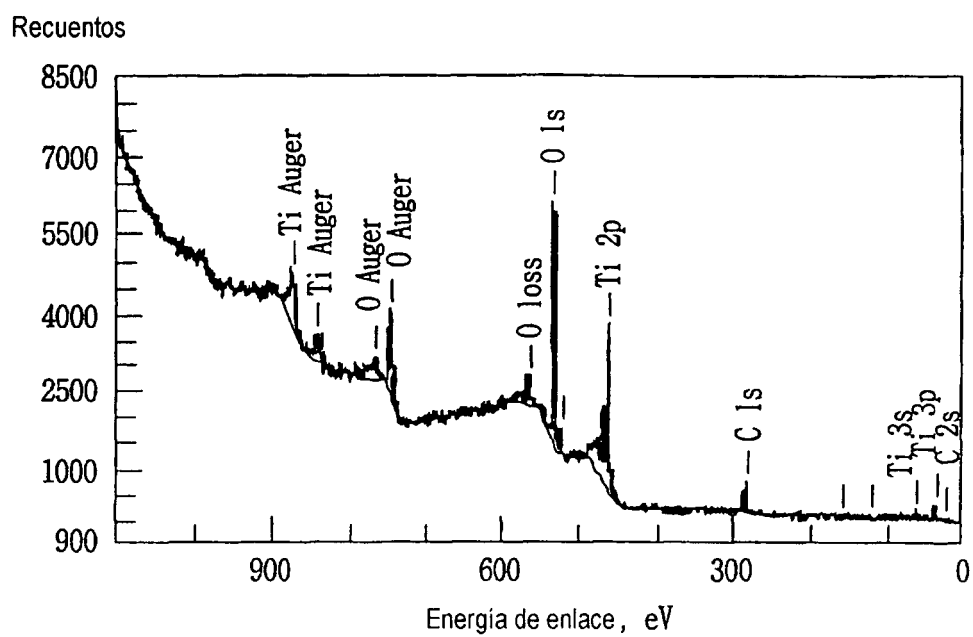


FIG.3

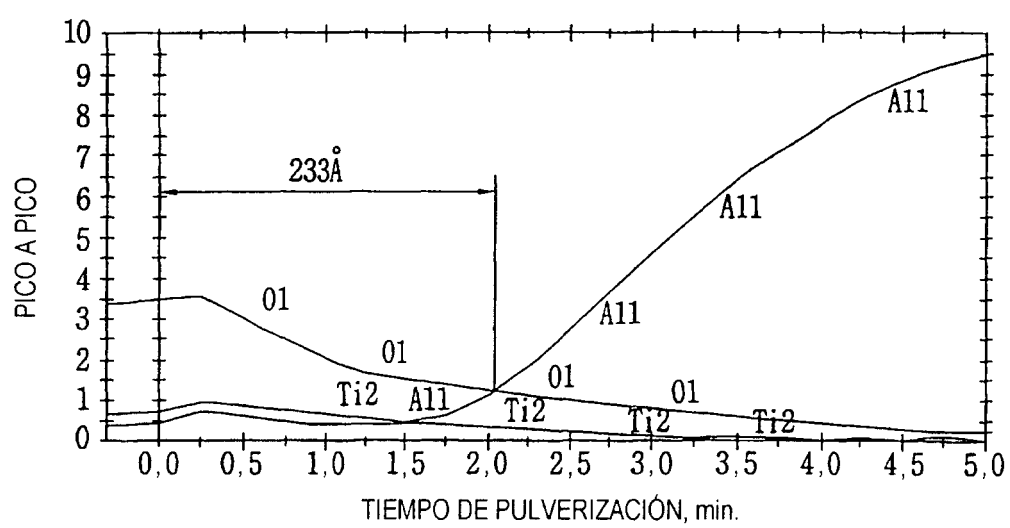


FIG.4

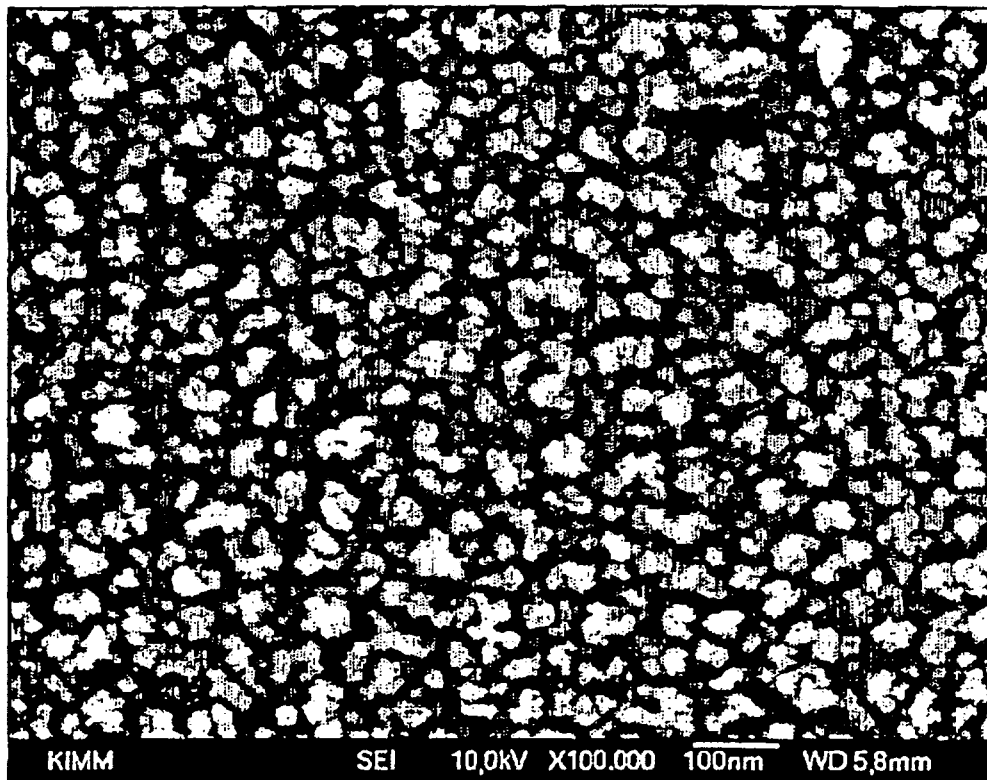


FIG. 5A

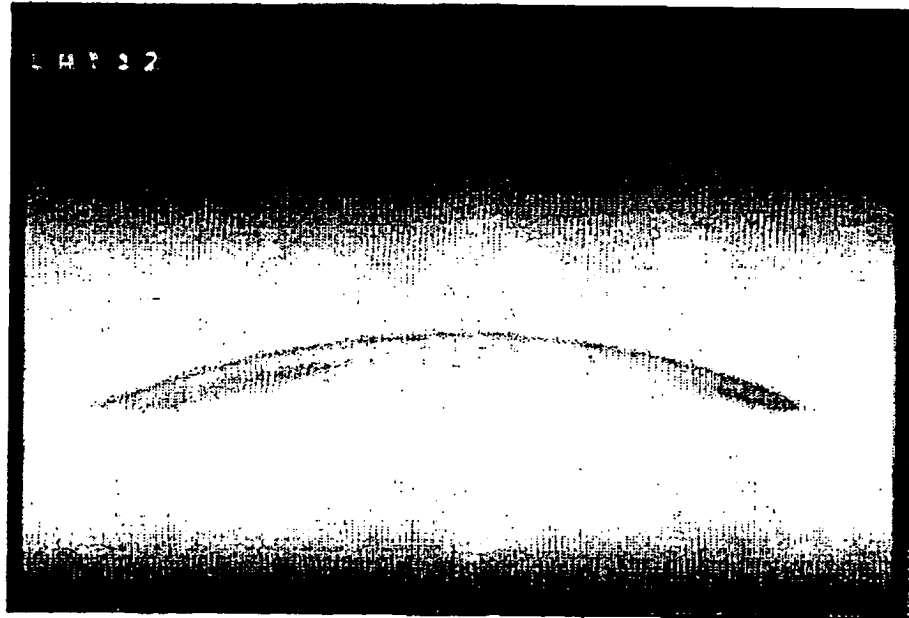


FIG. 5B

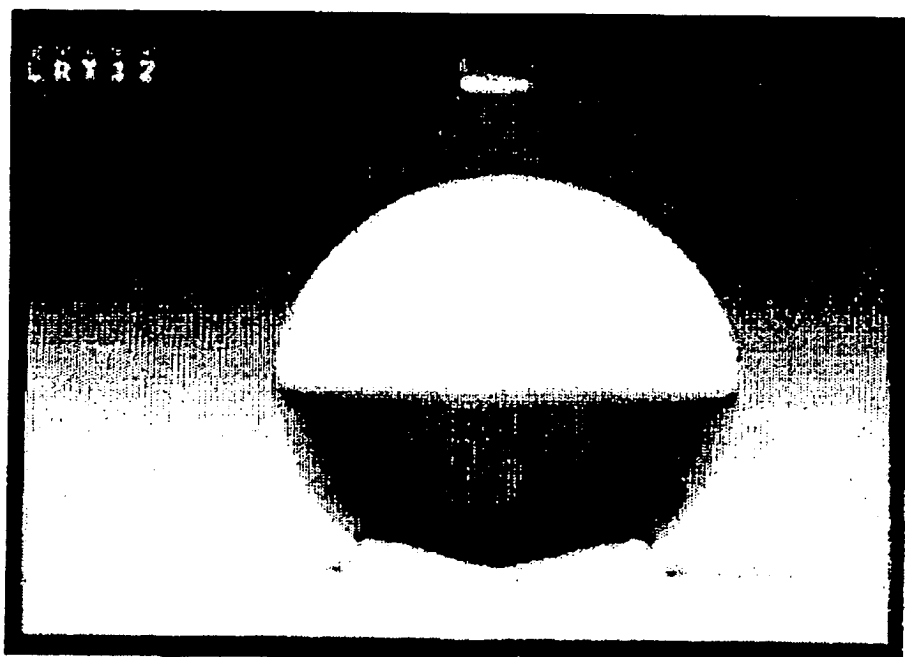


FIG. 6

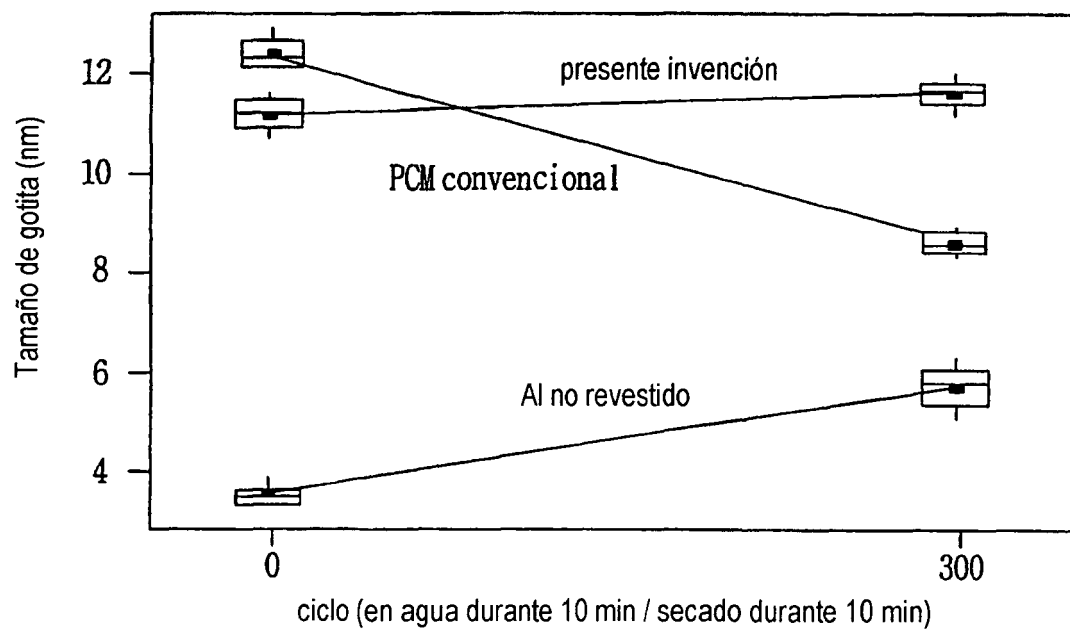


FIG. 7

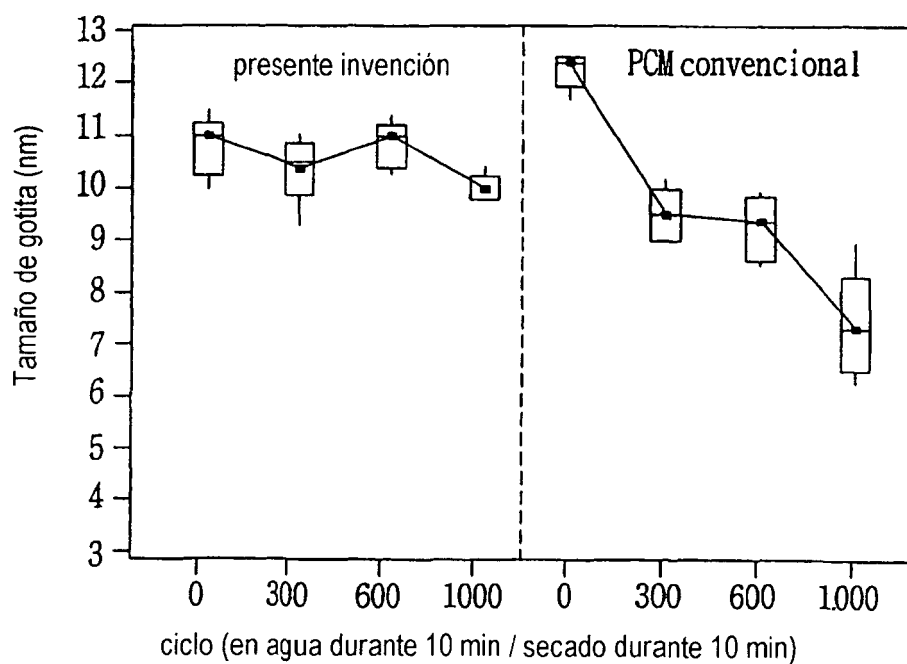


FIG.8

