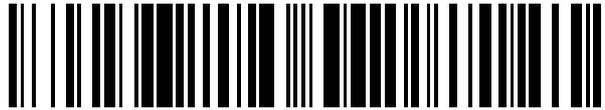


19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: &* * &-' -

21 Número de solicitud: 201731113

51 Int. Cl.:

H01J 37/32 (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

% '\$- "8\$%+

43 Fecha de publicación de la solicitud:

% '\$("8\$%

71 Solicitantes:

7 CBGCF7=D9F 5 7 CBGHFI 77-é ž
9EI =D5 A9BH=9LD@CH57-é '89 @6 CF5 HCF=
89 '@@ A '89 G-B7 FCHF é 'f) \$'i Ł
7 UffYhfU6D'% % 'XY7 YfXUmc`UXY`JU`Yg`U
GUbh7i [UhiXY`JU`Ygž? a "" ž
\$, &- \$79F85 BMC @ '89 @J5 @@ G'f6 UfW'cbUŁ9 G'm
-6 GG; FCI D'-B7 "f) \$'i Ł

72 Inventor/es:

D9 @@; F-Bž9fjWm
; CBNá @N7I L5 FHžA UfW

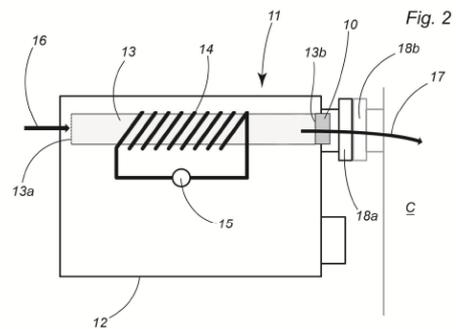
74 Agente/Representante:

7 C75 'HCFf9BGžA Ubi YU

54 Título: 8 -GDCG-HJC '89 '89DCG7-é B'EI ã-7 5 '89 'J5 DCF 'F9ACH5 '5 G-GH8 5 'DCF 'D@ GA 5 'M
AvHC8 C'D5 F5 'DFC8I 7 F @

57 Resumen:

Dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma y método para producirlo, el cual (11) comprende un tubo (13) rodeado por una bobina (14) de corriente eléctrica de radiofrecuencia para transformar un gas o gases (16) de suministro que pasan a través de dicho tubo (13) en plasma (17), incluyendo el tubo (13) un extremo de entrada (13a) para la entrada del gas o gases (16) de suministro. El tubo (13) está hecho de Al 2O3, un extremo (13b) de salida del tubo (13) tiene el mismo tamaño que el área de sección transversal del tubo (13), y un elemento (10) de conexión de acero inoxidable está dispuesto en el extremo (13b) de salida del tubo (13), conectando dicho elemento (10) de conexión de acero inoxidable el tubo (13) a medios (18a) de unión del dispositivo (11) para unir de forma amovible el extremo (13b) de salida del tubo (13) a una cámara externa (C) en la que tiene lugar la deposición química de vapor remota asistida por plasma.



9G&* * &-' - .5%

DESCRIPCIÓN

5 **Dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma y método para producirlo**

Objeto de la invención.

La presente invención se refiere a un dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma y a un método para producir dicho dispositivo.

Antecedentes de la invención.

10 La deposición química de vapor asistida por plasma (plasma-enhanced chemical vapor deposition (PE-CVD) en inglés) es un método de deposición química de vapor en el que un gas de suministro o gases de suministro se transforman en plasma para permitir el proceso de deposición de películas delgadas de material de un estado de plasma a un estado sólido en un sustrato. La PE-CVD permite obtener mejores tasas
15 de deposición de películas delgadas, conjuntamente con temperaturas del sustrato más bajas, en comparación con procesos de deposición química de vapor (chemical vapor deposition (CVD) en inglés) convencionales.

Se conocen dispositivos comerciales para llevar a cabo PE-CVD. Estos dispositivos
20 se basan en sistemas de PE-CVD de uso independiente de gran tamaño diseñados para la producción de capas de gran tamaño, p. ej. , en obleas de Si que tienen un diámetro de varias pulgadas. Estos sistemas comerciales de uso independiente y grandes son inherentemente incompatibles con los requisitos típicos de las cámaras de alto vacío o de ultra-alto vacío (ultra-high vacuum (UHV) en inglés) de sistemas
25 diseñados para proyectos centrados en la investigación. Un ejemplo de estos dispositivos es el dispositivo PlasmaPro 80 PECVD, fabricado por Oxford Instruments.

También se conoce el uso de dispositivos de PE-CVD no comerciales en laboratorios científicos, incluyendo dichos dispositivos disposiciones hechas a medida

individuales. Estas disposiciones o configuraciones hechas a medida hacen imposible usar dichos dispositivos en combinación con cámaras UHV de sistemas diferentes al sistema para el que fueron diseñadas y, por lo tanto, no pueden constituir una alternativa viable comercialmente.

5

Las mejoras en el método de PE-CVD incluyen el denominado método de deposición química de vapor remota asistida por plasma (remote plasma-enhanced chemical vapor deposition, en inglés). En un método PE-CVD convencional, el sustrato en el que se deposita la película delgada de material está situado directamente en la región de descarga del plasma. En un método de deposición química de vapor remota asistida por plasma, el sustrato está dispuesto en un espacio situado corriente abajo con respecto a la región de descarga de plasma (es decir, en la zona subsiguiente a la creación del plasma o en la zona situada corriente abajo). La deposición química de vapor remota asistida por plasma permite obtener películas delgadas más uniformes y exentas de defectos.

10
15

Los dispositivos conocidos en la actualidad usados para la deposición química de vapor remota asistida por plasma también son de tipo individual y hechos a medida. De forma más específica, los dispositivos de deposición química de vapor remota asistida por plasma conocidos consisten en un tubo de cuarzo largo con un extremo de entrada y un extremo de salida. El extremo de entrada del tubo está conectado a una fuente de gas o gases de suministro y el extremo de salida del tubo está conectado a una estación de bombeo. El tubo pasa a través de una bobina de corriente eléctrica de radiofrecuencia RF que rodea una parte del tubo próxima a su extremo de entrada y a través de un horno que también rodea el tubo corriente abajo con respecto a la bobina y corriente arriba con respecto al extremo de salida. Un sustrato para depositar en el mismo películas delgadas de material mediante un proceso de deposición química de vapor remota asistida por plasma se dispone en el interior del tubo, en la parte del tubo rodeada por el horno. El gas o gases de suministro introducidos en el tubo pasan a través de un campo magnético AC (corriente alterna) creado por la bobina y se transforman en plasma. A continuación, el plasma circula hacia la parte del tubo en la que está situado el sustrato y el material en estado de plasma se deposita en el sustrato en estado sólido. El calor producido por el horno mejora el proceso de deposición. El gas restante es evacuado

20
25
30

a través de la salida del tubo mediante la estación de bombeo.

Este tipo de dispositivos también es de tipo de uso independiente y, por lo tanto, no puede usarse con cámaras separadas o independientes de alto vacío o de ultra-alto vacío (UHV) de sistemas diseñados para proyectos centrados en la investigación.

Por otro lado, Ibss Group, Inc. produce un dispositivo de limpieza por plasma para eliminar contaminación de carbono de superficies, denominado GV10x. El GV10x es una fuente de plasma pequeña y portátil que puede conectarse a una amplia variedad de cámaras de sistemas (por ejemplo, un sistema UHV de un microscopio electrónico de barrido (SEM) o de un microscopio electrónico de transmisión (TEM)) para eliminar residuos de carbono presentes en dichas cámaras mediante el plasma creado en el dispositivo. El plasma se crea introduciendo en el interior de un tubo de cuarzo un gas de suministro (por ejemplo, aire) y aplicando un campo magnético AC basado en corriente eléctrica de radiofrecuencia en el mismo para transformar el gas en plasma. Dicho plasma (que comprende, por ejemplo, oxígeno atómico) entra en la cámara del sistema en la que está situada la superficie a limpiar y reacciona con los contaminantes orgánicos para formar hidrocarburos gaseosos de bajo peso molecular o CO₂, que son fáciles de evacuar y retirar de la superficie limpiada.

Tal como se ha mencionado anteriormente, todos los tubos de producción de plasma de los dispositivos descritos están hechos de cuarzo. El cuarzo puede ser dañado por los componentes más agresivos presentes en el plasma que pasa a través de los tubos. Por ejemplo, los radicales de hidrógeno podrían dañar el cuarzo, provocando fallos del dispositivo o haciendo necesario sustituir el tubo.

A partir de todo lo anteriormente descrito, resultaría deseable obtener un dispositivo capaz de llevar a cabo procesos de deposición química de vapor remota asistida por plasma que es muy fiable y duradero y que es compatible/puede unirse a una amplia variedad de cámaras/sistemas de vacío en cuyo interior tendrá lugar el proceso de deposición, haciendo posible por lo tanto sacar provecho de dichas cámaras/sistemas de vacío para llevar a cabo dichos procesos de deposición química de vapor remota asistida por plasma. También es deseable que el dispositivo tenga un tamaño reducido, sea barato y fácil de producir.

Descripción de la invención

El objetivo de la presente invención es solventar los inconvenientes que presentan los dispositivos conocidos en la técnica, proporcionando un dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma que comprende un tubo rodeado por una bobina de corriente eléctrica de radiofrecuencia para transformar un gas o gases de suministro que pasan a través de dicho tubo en plasma, incluyendo el tubo un extremo de entrada para la entrada del gas o gases de suministro, caracterizado por el hecho de que el tubo está hecho de Al_2O_3 , un extremo de salida del tubo tiene un área de sección transversal que tiene el mismo tamaño que el área de sección transversal del tubo, y un elemento de conexión de acero inoxidable está dispuesto en el extremo de salida del tubo, conectando dicho elemento de conexión de acero inoxidable el tubo a medios de unión del dispositivo para unir de forma amovible el extremo de salida del tubo a una cámara externa en la que tiene lugar la deposición química de vapor remota asistida por plasma.

El tubo hecho de Al_2O_3 mejora la resistencia de los tubos de cuarzo de los dispositivos de la técnica anterior a agentes muy reactivos presentes en el plasma, tales como radicales de hidrógeno, que podrían dañar el tubo. El extremo de salida con un tamaño igual al del tubo y el elemento de conexión de acero inoxidable también contribuyen a mejorar la resistencia y resiliencia química y térmica del área de escape del dispositivo al plasma que pasa a través de la misma.

El dispositivo de la invención puede unirse a cualquier cámara de cualquier sistema de alto vacío o UHV para llevar a cabo un proceso de deposición química de vapor remota asistida por plasma en el interior de dicha cámara. Esto mejora la flexibilidad de uso de este dispositivo y, además, permite obtener un tamaño reducido del dispositivo, ya que no es necesario disponer los sustratos en los que tendrá lugar la deposición en el interior del propio dispositivo.

Preferiblemente, los medios de unión comprenden un reborde de conexión de formato DN40CF. Esta conexión estandarizada permite conectar el dispositivo de la invención a la mayor parte de sistemas/cámaras.

También se da a conocer un método para producir el dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma mencionado anteriormente, comprendiendo el método disponer un dispositivo de limpieza por plasma que puede unirse de forma amovible a una cámara externa, comprendiendo dicho dispositivo de
5 limpieza por plasma un tubo hecho de cuarzo rodeado por una bobina de corriente eléctrica de radiofrecuencia para transformar un gas o gases de suministro que pasan a través de dicho tubo en plasma, incluyendo el tubo un extremo de entrada para la entrada del gas o gases de suministro y un extremo de salida para la salida del plasma al interior de dicha cámara externa, comprendiendo dicho extremo de
10 salida un área de sección transversal más pequeña que el área de sección transversal del tubo, caracterizado por el hecho de que el método comprende sustituir el tubo hecho de cuarzo por un tubo hecho de Al_2O_3 , comprendiendo dicho tubo hecho de Al_2O_3 un extremo de salida con un área de sección transversal que tiene el mismo tamaño que el área de sección transversal del tubo, y disponer un
15 elemento de conexión de acero inoxidable en dicho extremo de salida para conectar el tubo a una abertura de escape del dispositivo.

Gracias a este método, es posible obtener el dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma a partir de un dispositivo de limpieza por plasma comercial (limpiador GV10x, Ibss Group, Inc.), con un tamaño reducido y que es
20 barato de producir, ya que solamente es necesario realizar unas pocas modificaciones, aunque significativas, en el dispositivo de limpieza por plasma comercial a efectos de convertirlo en el dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma de la invención.

25 Este dispositivo tiene esencialmente tres elementos diferentes con respecto al limpiador de plasma GV10x, que consisten en un tubo de plasma cerámico de Al_2O_3 (óxido de aluminio o alúmina) (en vez de un tubo de cuarzo en el GV10x), un extremo de salida del tubo de plasma que tiene esencialmente la misma área de sección
30 transversal que la del tubo (en vez de un área de sección transversal más pequeña del extremo de salida del tubo de cuarzo en el GV10x) y un elemento de conexión de acero inoxidable para conectar el tubo de plasma a una abertura de escape del dispositivo (en vez de una conexión directa del tubo a la abertura de escape en el GV10x).

Los cambios o modificaciones descritos permiten que el limpiador de plasma GV10x original funcione como el dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma de la invención, tal como se explicará más adelante.

5

Breve descripción de los dibujos.

La invención se describirá a continuación a título de ejemplo y de manera no limitativa, haciendo referencia a los dibujos esquemáticos que se acompañan, en los cuales:

10

la Fig. 1 es un diagrama de un dispositivo de limpieza por plasma comercial en el que es posible llevar a cabo el método de la presente invención a efectos de obtener el dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma de la presente invención;

15

la Fig. 2 es un diagrama del dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma obtenido según el método de la presente invención.

Descripción de una realización preferida.

20

La Fig. 1 es una vista esquemática de un dispositivo de limpieza por plasma disponible comercialmente en el mercado. De forma más específica, dicho dispositivo de limpieza por plasma es el limpiador de plasma GV10x, fabricado por Ibss Group, Inc.

25

Este dispositivo de limpieza es una fuente de plasma de tamaño reducido que puede conectarse a una amplia variedad de cámaras (por ejemplo, una cámara UHV de un SEM, TEM, o una cámara de vacío que contiene objetos a limpiar) a efectos de llevar a cabo un proceso de limpieza de objetos situados en el interior de dichas cámaras mediante la reacción del plasma con los contaminantes a limpiar.

30

El dispositivo 1 de limpieza por plasma comprende una carcasa 2 y un tubo cilíndrico 3 hecho de material de cuarzo dispuesto en el interior de dicha carcasa 2. El tubo 3 tiene una entrada 3a en un extremo libre y una salida 3b en el extremo opuesto. La

5 entrada 3a tiene un área de sección transversal (diámetro interior) que es esencialmente igual al área de sección transversal o diámetro interior del resto del tubo 3. La salida 3b tiene un área de sección transversal o un diámetro interior que es mucho más pequeño que el área de sección transversal o diámetro interior del resto del tubo 3.

Tal como se ha explicado anteriormente, el dispositivo 1 puede conectarse a cualquier cámara externa C en cuyo interior tiene lugar el proceso de limpieza.

10 El tubo 3 está rodeado en su parte intermedia por una bobina 4 conductora eléctricamente que está conectada a una fuente 5 de corriente eléctrica de radiofrecuencia. La corriente eléctrica generada por la fuente 5 pasa a través de la bobina 4, creando un campo magnético AC a través del tubo 3.

15 Un gas o gases 6 de suministro entran en el tubo 3 a través de la entrada 3a. Dicho gas o gases 6 de suministro pueden ser, por ejemplo, O₂ y Ar (aire). El gas 6 de suministro es ionizado por el campo magnético AC generado por la fuente 5 y por la bobina 4 al pasar a lo largo del interior del tubo 3 hacia la salida 3b. Dicho gas ionizado es plasma 7 de acoplamiento inductivo que, en este ejemplo, comprende
20 radicales neutros de oxígeno, así como especies de plasma cargadas.

El plasma 7 sale del tubo 3 a través de la salida 3b al interior de la cámara C, y el mismo reacciona con contaminantes orgánicos presentes en los objetos a limpiar (no mostrados) dispuestos en el interior de la cámara C para formar compuestos
25 gaseosos de peso molecular inferior que son más fáciles de evacuar y retirar del objeto limpiado. En este ejemplo, los radicales neutros de oxígeno transforman el carbono presente en los objetos a limpiar en CO₂ o CO mediante oxidación del carbono.

30 El tubo 3 está unido por su extremo 3b de salida a un reborde 8a de conexión (por ejemplo, un reborde DN40CF) del dispositivo 1 mediante un anillo de reborde con seis tornillos y una junta de cobre (no mostrados). El reborde 8a puede conectarse a un reborde 8b correspondiente de la cámara C para conectar el dispositivo 1 y la cámara C de manera estanca a vacío.

La presión de vacío en el interior del tubo 3 del dispositivo 1 es del orden de 10^{-1} mbar. La presión en el interior de la cámara C en la que tiene lugar el proceso de limpieza es normalmente del orden de 10^{-3} mbar. Este diferencial de presión entre el interior del tubo 3 y el interior de la cámara C es necesario para generar un chorro de especies de plasma químicamente activas del plasma 7 desde el tubo 3 al interior de la cámara C. El diámetro interior reducido de la salida 3b permite mantener este diferencial de presión, mejorando por lo tanto el caudal de plasma 7 que pasa al interior de la cámara C.

La Fig. 2 es una vista esquemática de un dispositivo 11 de deposición química de vapor remota asistida por plasma de la invención. Este dispositivo 11 puede obtenerse llevando a cabo unas pocas modificaciones, aunque significativas, en el dispositivo de limpieza por plasma descrito en la Fig. 1.

Este dispositivo 11 de deposición química de vapor remota asistida por plasma puede usarse para depositar películas delgadas de material de un estado de plasma a un estado sólido en un sustrato presente en el interior de una cámara C. El proceso de transformar un gas o gases de suministro en dicho plasma es esencialmente el mismo que el descrito en el caso del dispositivo 1 de limpieza por plasma de la Fig. 1, aunque el gas o gases de suministro y el plasma resultante serán muy diferentes de los usados en el proceso de limpieza. Las condiciones de presión usadas para el proceso de deposición química de vapor remota asistida por plasma también serán diferentes de las usadas en el proceso de limpieza por plasma.

El plasma 17 creado a partir del gas o gases 16 de suministro usado en un proceso de deposición química de vapor remota asistida por plasma puede ser más agresivo que los usados en un proceso de limpieza por plasma. Por ejemplo, el dispositivo 11 puede usarse para depositar películas delgadas de grafeno en un sustrato (no mostrado) dispuesto en el interior de la cámara C. En este caso, el gas de suministro consistirá en CH_4 y H_2 . Los radicales de hidrógeno comprendidos en el plasma creado a partir del gas de suministro son componentes muy reactivos que podrían dañar partes del tubo.

Finalmente, la presión usada en el interior de la cámara C para un proceso de deposición química de vapor remota asistida por plasma es más alta que la presión usada para la limpieza por plasma. La presión usada en la cámara C para un proceso de deposición química de vapor remota asistida por plasma puede estar en el orden de 10^{-1} mbar, en comparación con las presiones del orden de 10^{-3} mbar usadas en el proceso de limpieza por plasma. Por lo tanto, el diferencial de presión entre el interior del tubo 13 del dispositivo 11 y el interior de la cámara C es esencialmente nulo o mucho más pequeño que en el caso de la limpieza por plasma.

Las modificaciones del dispositivo 1 de la Fig. 1 para obtener el dispositivo 11 de la Fig. 2 se han realizado teniendo en cuenta las diferencias entre ambos procesos explicadas anteriormente.

Haciendo referencia nuevamente a la Fig. 2, el dispositivo 11 es esencialmente el mismo dispositivo que el dispositivo 1 de la Fig. 1 (con los componentes correspondientes indicados mediante los mismos números de referencia, aumentados 10 unidades), aunque con tres diferencias principales.

En primer lugar, el tubo 13 del dispositivo 11 de la Fig. 2 es diferente del tubo 3 del dispositivo 1 de la Fig. 1. El tubo 13 está hecho de AL_2O_3 , en vez de estar hecho de cuarzo.

El AL_2O_3 es un material cerámico que tiene mejores propiedades de resiliencia química y térmica que el cuarzo. Esto permite el uso del tubo con gases de suministro y plasmas (por ejemplo, especies de hidrógeno) que serían demasiado agresivas si se usase un tubo de cuarzo, que resultaría dañado.

En segundo lugar, la salida 13b del tubo 13 tiene esencialmente la misma área de sección transversal (diámetro interior) que el área de sección transversal o diámetro interior del resto del tubo 13.

En último lugar, se dispone un anillo 10 de conexión de acero inoxidable en forma de manguito cilíndrico en el extremo 13b de salida del tubo 13 para conectar el tubo 13 al reborde 18a de conexión del dispositivo 11.

La salida 13b del tubo 13 está conectada al anillo 10 de conexión de acero inoxidable, que tiene un diámetro interior que es esencialmente igual al diámetro interior de la salida 13b y al diámetro interior del resto del tubo 13. Esto permite crear
5 una superficie interior continua sin ninguna parte saliente o irregularidad que pueda constituir un obstáculo para el gas que circula en el interior del tubo 13, de la salida 13b y del anillo 10, o que actúe en última instancia como una ubicación de nucleación donde el material podría depositarse, provocando la obstrucción del flujo de gas. En otras palabras, el paso de transición del interior del tubo 13 al interior del
10 reborde 18a tiene una superficie interior lisa, sin ningún saliente o entrante en la misma.

El uso de una salida 13b con una abertura más grande en lugar de la salida estrecha 3b es necesaria debido al hecho de que no es necesario ningún diferencial de
15 presión entre el interior de la cámara C y el interior del tubo 13, ya que las presiones en el interior de estos elementos debe ser esencialmente igual para el proceso de deposición. Además, tal como se ha explicado anteriormente, el uso de una salida 13b con un diámetro interior que es esencialmente igual que el diámetro interior del tubo 13 y del anillo 10 permite obtener una superficie interior sin ningún elemento
20 que pueda formar un obstáculo o un impedimento para el paso del plasma por la misma (por ejemplo, en vez de la limitación representada por la salida estrecha 3b del dispositivo 1).

Es conocido que las zonas en el área de escape del dispositivo 11 en las que podría
25 haber un elemento de perturbación, por ejemplo, una unión o junta entre dos piezas diferentes o un intersticio o saliente, serían propensas a concentrar tensiones térmicas y químicas provocadas por el paso de plasma 17 que contiene elementos altamente reactivos y también serían propensas a la formación de depósitos en las mismas. Esto produciría daños prematuros en el área de escape del dispositivo 11 y
30 también atascos en la salida provocados por dichos depósitos. La configuración descrita del área de escape, con el tubo 13, la salida 13b y el anillo 10 formando una superficie interior lisa y continua, evita la ocurrencia de estos problemas.

El uso del anillo 10 de acero inoxidable para conectar el tubo 13 de plasma y el

reborde 18a de conexión permite mejorar la estabilidad química y térmica del área de escape, ya que el acero inoxidable es un material con una mejor expansión/plasticidad térmica que el material cerámico en el que está realizado el tubo 13. Estas propiedades pueden ser muy importantes en áreas de conexión entre
5 diferentes partes. El anillo 10 de acero inoxidable forma una transición muy resistente química y térmicamente entre el tubo 13 y el reborde 18a de conexión, mejorando por lo tanto la resiliencia del dispositivo 11 y alargando su vida útil. El anillo 10 puede estar unido al tubo 13 y al reborde 18a mediante cualquier medio adecuado. Por ejemplo, el anillo 10 puede estar unido a un orificio del reborde 18a de conexión de
10 manera elástica a través de una arandela ondulada dispuesta entre la superficie exterior situada corriente abajo del anillo 10 y el orificio del reborde 18a de conexión (no mostrada).

A partir de lo anteriormente descrito, el método de la presente invención permite
15 transformar un dispositivo de limpieza por plasma que tiene un tamaño compacto, que es portátil y que puede usarse con numerosos formatos diferentes de cámaras UHV en un dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma que presenta las mismas ventajas, con un coste reducido y con modificaciones sencillas.

20 El dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma de esta invención permite llevar a cabo este tipo de proceso de deposición con un dispositivo muy pequeño y portátil que puede unirse a casi cualquier tipo de cámara UHV. Esto permite que laboratorios e instituciones que hasta ahora no podían permitirse la
25 adquisición de los dispositivos voluminosos de la técnica anterior, o que tenían que producir sus propios dispositivos hechos a medida, puedan usar un dispositivo "añadido" comercial sencillo y flexible que puede funcionar con los numerosos tipos diferentes de cámaras de vacío de dichos laboratorios.

30 El dispositivo de deposición química de vapor remota asistida por plasma de la invención permite obtener capas y películas delgadas de material depositado con muy pocos defectos. Por ejemplo, el dispositivo obtenido con el método de la invención se ha probado para la deposición de microestructuras y nanoestructuras de grafeno con resultados muy satisfactorios. Los resultados de dicho proceso pueden

encontrarse en "Carbon Journal", Vol. 117 (2017), págs. 331-342, "Inductively coupled remote plasma-enhanced chemical vapor deposition (rPE-CVD) as a versatile route for the deposition of graphene micro- and nanostructures".

- 5 Los materiales depositados por el dispositivo de la invención pueden ser diferentes del grafeno, siempre que los mismos puedan obtenerse en un proceso de deposición química de vapor asistida por plasma.

10 Aunque, debido a su simplicidad y economía, el método descrito anteriormente es actualmente la manera más preferible de producir el dispositivo de la invención, el dispositivo también podría producirse mediante otros métodos adecuados y podría tener configuraciones diferentes a la mostrada en la realización preferida.

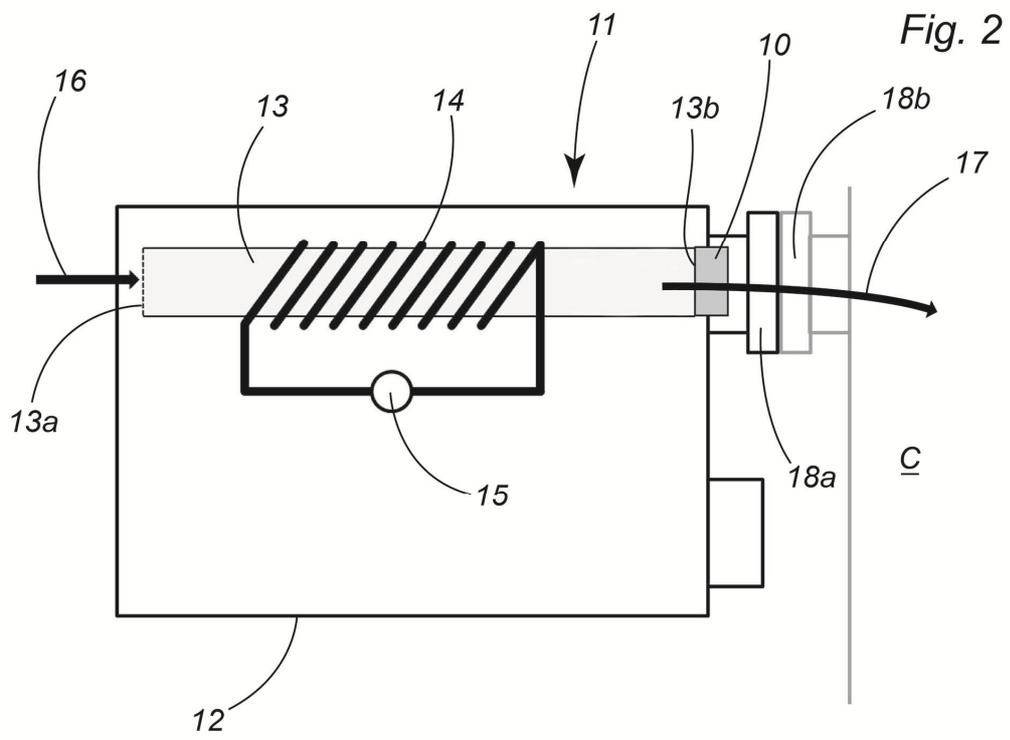
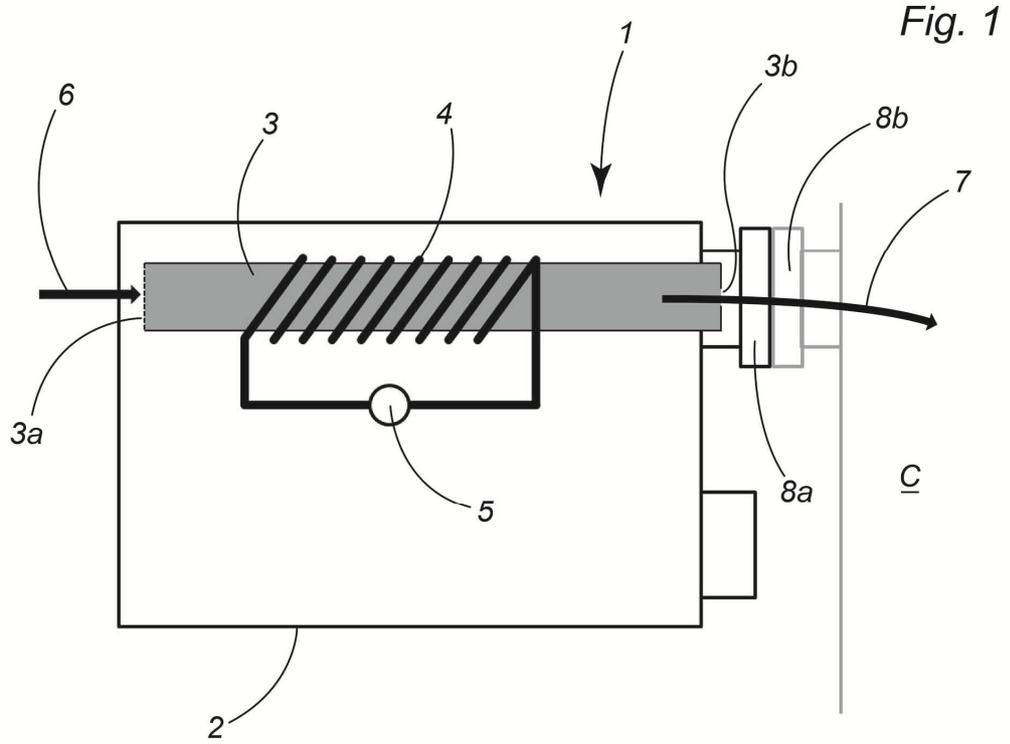
REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (11) de deposición química de vapor remota asistida por plasma que comprende un tubo (13) rodeado por una bobina (14) de corriente eléctrica de radiofrecuencia para transformar un gas o gases (16) de suministro que pasan a través de dicho tubo (13) en plasma (17), incluyendo el tubo (13) un extremo de entrada (13a) para la entrada del gas o gases (16) de suministro, **caracterizado por el hecho de que** el tubo (13) está hecho de Al_2O_3 , un extremo (13b) de salida del tubo (13) tiene un área de sección transversal que tiene el mismo tamaño que el área de sección transversal del tubo (13), y un elemento (10) de conexión de acero inoxidable está dispuesto en el extremo (13b) de salida del tubo (13), conectando dicho elemento (10) de conexión de acero inoxidable el tubo (13) a medios (18a) de unión del dispositivo (11) para unir de forma amovible el extremo (13b) de salida del tubo (13) a una cámara externa (C) en la que tiene lugar la deposición química de vapor remota asistida por plasma.

2. Dispositivo (11) de deposición química de vapor remota asistida por plasma según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** los medios de unión comprenden un reborde (18a) de conexión de formato DN40CF.

3. Método para producir el dispositivo (11) de deposición química de vapor remota asistida por plasma según la reivindicación 1, comprendiendo el método disponer un dispositivo (1) de limpieza por plasma que puede unirse de forma amovible a una cámara externa (C), comprendiendo dicho dispositivo (1) de limpieza por plasma un tubo (3) hecho de cuarzo rodeado por una bobina (4) de corriente eléctrica de radiofrecuencia para transformar un gas o gases (6) de suministro que pasan a través de dicho tubo (3) en plasma (7), incluyendo el tubo (3) un extremo (3a) de entrada para la entrada del gas o gases (6) de suministro y un extremo (3b) de salida para la salida del plasma (7) al interior de dicha cámara externa (C), comprendiendo dicho extremo (3b) de salida un área de sección transversal más pequeña que el área de sección transversal del tubo (3), **caracterizado por el hecho de que** el método comprende sustituir el tubo (3) hecho de cuarzo por un tubo (13) hecho de Al_2O_3 , comprendiendo dicho tubo (13) hecho de Al_2O_3 un extremo (13b) de salida con un área de sección transversal que tiene el mismo tamaño que el área de sección

transversal del tubo (13), y disponer un elemento (10) de conexión de acero inoxidable en dicho extremo (13b) de salida para conectar el tubo (13) a una abertura de escape del dispositivo (11).





- ②¹ N.º solicitud: 201731113
 ②² Fecha de presentación de la solicitud: 13.09.2017
 ③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. Cl.: **H01J37/32** (2006.01)
H05H1/46 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	LO Y F et al. Remote Plasma Deposited Amorphous Silicon with In-Situ Hydrogen Etching. 19920301; 19920301 - 19920303, 01/03/1992, páginas 64 - 66. Páginas 64 - 65; figura 1.	1-3
A	US 5429070 A (CAMPBELL GREGOR A et al.) 04/07/1995. Resumen; columna 12, líneas 48 - 68; figura 5A.	1-3
A	US 2009017227 A1 (FU XINYU et al.) 15/01/2009. Resumen; figura 2.	1-3
A	US 4088926 A (FLETCHER JAMES C ADMINISTRATOR et al.) 09/05/1978. Resumen; figura 1.	1-3
A	US 2008078744 A1 (WANG ING-YANN ALBERT et al.) 03/04/2008. Resumen; figura 1.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

<p>Fecha de realización del informe 27.03.2018</p>	<p>Examinador S. Sánchez Paradinas</p>	<p>Página 1/2</p>
---	---	------------------------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01J, H05H

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INTERNET, NPL