



- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
B08B 5/02 (2006.01) *B08B 7/00* (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2013/070486
- (22) Fecha de presentación internacional:
8 de julio de 2013 (08.07.2013)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
P201231078 10 de julio de 2012 (10.07.2012) ES
- (71) Solicitante: **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)** [ES/ES];
Serrano, 117, E-28006 Madrid (ES).
- (72) Inventores: **MARTÍNEZ ORELLANA, Lidia**; Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), CSIC - Campus de Cantoblanco, E-28049 Madrid (ES). **ROMÁN GARCÍA, Elisa Leonor**; Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), CSIC - Campus de Cantoblanco, E-28049 Madrid (ES). **HUTTEL, Yves**; Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid (ICMM), CSIC - Campus de Cantoblanco, E-28049 Madrid (ES).
- (74) Mandatario: **UNGRIA LÓPEZ, Javier**; Avenida Ramón y Cajal, 78, E-28043 Madrid (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CLEANING SURFACES USING A BEAM CONSISTING OF GASES UNDER VACUUM OR ULTRA HIGH VACUUM

(54) Título : DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA LIMPIAR SUPERFICIES CON HAZ DE GASES EN VACÍO Y ULTRA ALTO VACÍO

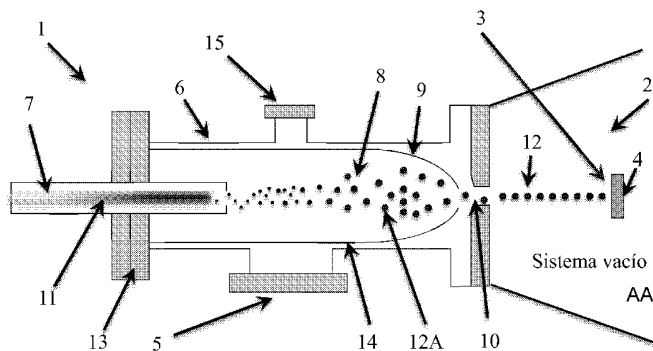


Fig. 1

AA Vacuum system

(57) Abstract: The present invention relates to a device and a method for cleaning surfaces using a beam consisting of gases under vacuum or ultra high vacuum. Both the device and method involve bombarding with molecules, not ionized particles. The device comprises: a differential pump system (5) and a chamber (6) which comprises: an inlet (7) for the injection of a non-ionized gas (11); a molecule aggregation zone (8); a nozzle (9) with an outlet (10) that can be connected to the differential pump system and to the vacuum or ultra high vacuum system (2); wherein the gas molecules enter the aggregation zone where they are accelerated by the differential pump system, so that the molecules collide, forming a beam (12) of aggregated molecules that pass through the outlet of the nozzle before striking the surface (3) of the object (4) to be cleaned.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]





(84) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))

La presente invención propone un dispositivo y un método para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío. Ambos, dispositivo y método, se basan en bombardeo de moléculas y no de partículas ionizadas. El dispositivo comprende: un sistema de bombeo diferencial (5) y una cámara (6) que comprende: una entrada (7) para la inyección de un gas no ionizado (11); una zona de agregación (8) de moléculas; un embudo (9) que comprende una salida (10) conectable con el sistema de bombeo diferencial y con el sistema de vacío o ultra alto vacío (2); tal que las moléculas del gas entran en la zona de agregación donde son aceleradas por el sistema de bombeo diferencial, de forma que las moléculas chocan entre sí formando un haz de agregados moleculares (12) que atraviesan la salida del embudo hasta chocar con la superficie (3) del objeto a limpiar (4).

DISPOSITIVO Y MÉTODO PARA LIMPIAR SUPERFICIES CON HAZ DE
GASES EN VACÍO Y ULTRA ALTO VACÍO

DESCRIPCIÓN

5

Objeto de la invención.

La presente invención propone un dispositivo y un método
para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra
10 alto vacío. El dispositivo y el método divulgados por la
presente invención se basan en el bombardeo de moléculas y
agregados, y no de partículas ionizadas, como sucede en el
estado de la técnica. Ello conlleva notables ventajas y
evita los inconvenientes propios de los dispositivos y
15 métodos asociados con el estado de la técnica.

El campo de aplicación de la presente invención es
cualquiera donde se precise una limpieza de una superficie
con una contaminación superficial controlada. Algunos
20 campos de aplicación se encuentran en los sectores de la
química y la farmacia, en el caucho y materiales plásticos,
metalurgia y fabricación de productos metálicos, material
y equipo eléctrico, electrónico y óptico y nanotecnología,
entre muchos otros.

25

Antecedentes de la invención

La limpieza de superficies para su posterior estudio es un
proceso habitual en la ciencia de superficies. Existen
30 pocos métodos para obtener superficies libres de
contaminantes, incluso en condiciones de vacío o ultra alto
vacío, debido a, por ejemplo, moléculas adsorbidas
previamente a la introducción de las muestras en vacío,
óxidos nativos, etc. Los métodos empleados para la
35 obtención de superficies limpias dependen del material
constituyente de las muestras. Algunos materiales se
prestan al clivado, mientras que otros se limpian mediante
calentamiento. Uno de los métodos más comunes utilizados en

el estado de la técnica consiste en bombardear la superficie con un haz de iones de un gas noble, siendo el argón el más empleado. Para ello se utilizan cañones de iones que constan de un filamento que emite electrones, los
5 cuales se utilizan para ionizar las moléculas del gas noble en una cámara de ionización. Una vez ionizados, los iones son acelerados hacia la superficie a limpiar gracias a un potencial eléctrico de cientos hasta miles de electrón voltios. Debido a su gran energía cinética, los iones
10 erosionan la superficie arrancando las impurezas presentes. Este método de limpieza de las superficies es muy eficaz, pero produce defectos; además, algunos iones de argón se implantan en la superficie y es necesario eliminarlos por calentamiento. Los modelos más avanzados de cañones de
15 iones disponen de un bombeo diferencial propio para bombear el gas noble no ionizado y así evitar su introducción en los dispositivos de vacío o ultra alto vacío.

En los campos industriales donde se necesitan superficies
20 limpias (industria electrónica, nanotecnología, etc), en general se procede a limpiar las superficies con ataques químicos o con haces de iones y plasmas.

Además de los métodos ya citados, en el estado de la técnica existen pocos ejemplos de limpieza de superficies
25 con haces de gases no ionizados. Utilizar un haz de gas no ionizado reduce el daño producido a la superficie que se quiere limpiar. Además, es un procedimiento más sencillo, ya que no necesita un filamento emisor de electrones ni fuentes de voltaje para acelerar los iones (o crear
30 plasmas). Otra ventaja reside en que no precisa de elementos químicos agresivos, y el único residuo del proceso es gas argón, que se puede liberar en el aire.

En el estado de la técnica sólo se conocen algunos
35 artículos relacionados con el uso de partículas no ionizadas. El más reciente artículo publicado sobre este tema es: Kwang-seok Hwang, Ki-hyun Lee, In-ho Kim, Jin-Won Lee, *Removal of 10-nm contaminant particles from Si Waters*

using argon bullet particles, J. Nanopart. Res. **13**, 4979-4986 (2011). En este artículo los autores citan otros 2 trabajos: Hwang KS, Lee MJ, Yi MY, Lee JW, *Removing 20 nm ceramic particles using a supersonic particle beam from a*
5 *contoured Laval nozzle*, J. Thin Solid Film **517**, 3866-3869 (2009) y Lee JW, Hwang KS, Lee KH et al., *Removing 20 nm particles using a supersonic argon particle beam generated with a contoured laval nozzle*, J Adhesion Sci Technol **23**, 769-777 (2009). En estos artículos se describe un proceso
10 de limpieza de superficies en condiciones de presiones altas de argón (de 3 a 30 bares) y bajas temperaturas. Los autores explican la limpieza de superficies observada experimentalmente con la formación de un haz supersónico de nanopartículas de argón.

15

Descripción de la invención

El dispositivo propuesto en la presente invención está basado en un haz de moléculas de argón u otro gas noble
20 que, por su agregación y energía cinética, es capaz de limpiar las superficies del objeto a limpiar. A diferencia de los cañones de iones del estado de la técnica, el cañón de moléculas o cañón de gas (denominado así en la presente invención) no necesita la emisión de electrones para
25 ionizar las moléculas de gas noble ni potencial de aceleración de iones, lo que representa una ventaja a la hora de su utilización. El cañón de moléculas está basado en una cámara con un gas noble y un embudo (*skimmer*), bombeado diferencialmente. La alta presión en la cámara de
30 gas, conjuntamente con el embudo y el bombeo diferencial, producen un haz de agregados de gas capaz de alcanzar una energía cinética lo suficientemente grande como para arrancar moléculas de la superficie a limpiar mediante choques inelásticos, consiguiendo de este modo limpiar la
35 superficie de contaminantes.

La presente invención tiene las siguientes ventajas sobre los dispositivos del estado de la técnica:

- Es compatible con vacío y ultra alto vacío.
 - No precisa del uso de fuentes de voltaje.
 - No precisa del uso de filamentos para ionizar gases.
 - No precisa de fuente de voltaje para acelerar iones.
- 5 • Reduce la implantación de gas en la superficie tratada.
- Reduce el daño de la superficie.

Para alcanzar estas ventajas sobre el estado de la técnica, la presente invención tiene dos aspectos. El primer aspecto
10 de la invención es un dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío. El dispositivo de la presente invención es conectable con un sistema de vacío o ultra alto vacío que comprende al menos la superficie de un objeto a limpiar. En la realización
15 preferida de la invención, el dispositivo comprende:

- un sistema de bombeo diferencial;
- una cámara que comprende:
 - o una entrada de gas para la entrada mediante inyección por alta presión de un gas no ionizado
20 compuesto por moléculas;
 - o una zona de agregación de moléculas;
 - o un embudo que comprende una salida conectable con el sistema de bombeo diferencial y con el sistema de vacío o ultra alto vacío;

25 tal que las moléculas del gas no ionizado entran en la zona de agregación, donde son aceleradas por el bombeo diferencial, de forma que las moléculas chocan entre sí formando un haz de agregados moleculares, los cuales atraviesan la salida del embudo hasta chocar con la
30 superficie del objeto a limpiar. La alta presión en la cámara conjuntamente con el embudo, dotan a los agregados moleculares de la suficiente energía cinética como para provocar choques inelásticos que liberan los contaminantes de la superficie a limpiar.

35

Dentro de la realización preferida de la invención, el bombeo diferencial funciona según el principio físico conocido como "efecto Venturi". Debido al efecto Venturi,

el estrechamiento de la salida del embudo provoca la aceleración del haz de agregados moleculares. La velocidad y la energía cinética de las moléculas del haz de agregados, son controlables a través de la eficiencia del bombeo diferencial. También es controlable el diámetro del haz de agregados moleculares por el diámetro de la salida del embudo. De forma alternativa o conjunta, el diámetro del haz de agregados moleculares también es determinado por el área de la superficie del objeto a limpiar.

10

Dentro de la misma realización preferida de la invención, el dispositivo de la presente invención comprende adicionalmente un sistema de refrigeración, y la cámara comprende adicionalmente unas paredes refrigeradas por el sistema de refrigeración hasta una temperatura predeterminada que incrementa la cantidad de agregados moleculares.

Dentro de la misma realización preferida de la invención, el dispositivo de la presente invención comprende adicionalmente un medidor de presión conectable con la cámara para controlar la presión en la zona de agregación.

En la realización preferida de la invención, el gas no ionizado es un gas noble. Preferentemente, el gas no ionizado es el gas argón.

El otro aspecto de la presente invención es un método para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío. En la realización preferida de la invención, el método comprende los siguientes pasos:

- i) insertar un gas no ionizado en una cámara, donde el gas no ionizado está compuesto por moléculas;
- ii) producir un haz de agregados moleculares mediante una acción combinada de una alta presión y un embudo conectado a un sistema de bombeo diferencial;

iii) canalizar los agregados moleculares mediante el embudo y hacerlos pasar por un orificio de la cámara hasta alcanzar una superficie de un objeto a limpiar situado en un sistema de vacío de tal forma que los agregados moleculares producen choques inelásticos sobre la superficie y arrancan unos contaminantes de la superficie del objeto a limpiar.

Adicional y opcionalmente el paso ii) comprende aumentar el número de agregados moleculares mediante el enfriamiento de las paredes de la cámara. De esta forma se aumenta la capacidad del dispositivo de la presente invención para limpiar la superficie del objeto a limpiar.

15 **Breve descripción de las figuras.**

La figura 1 muestra un diagrama de bloques del dispositivo asociado a la presente invención. Es decir, un dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío.

La figura 2 muestra un ejemplo de limpieza de la superficie de platino con el haz de agregados moleculares de Argón producido por el dispositivo de la presente invención en comparación con el resultado obtenido mediante un dispositivo de iones.

La figura 3 muestra un diagrama de flujo del método asociado a la presente invención. Es decir, un método para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío.

Descripción de un ejemplo de realización de la invención

A continuación se detalla un ejemplo de realización de la invención basado en las figuras adjuntas. En primer lugar se enumeran las referencias utilizadas en las figuras:

1. dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío;
2. sistema de vacío y ultra alto vacío;
3. superficie de objeto a limpiar;
- 5 4. objeto a limpiar;
5. sistema de bombeo diferencial;
6. cámara;
7. entrada de gas de la cámara;
8. zona de agregación de la cámara;
- 10 9. embudo;
10. salida del embudo;
11. gas no ionizado;
12. haz de agregados moleculares; 12A) Agregados moleculares;
- 15 13. sistema de refrigeración;
14. paredes de la cámara;
15. medidor de presión;
16. primer paso del método de la presente invención;
17. segundo paso del método de la presente invención;
- 20 18. tercer paso del método de la presente invención;
19. sub-paso del segundo paso.

El dispositivo de la presente invención 1 comprende un sistema compatible con vacío o ultra alto vacío, como se
25 presenta en la figura 1. El dispositivo 1 de la presente invención o cañón de gas se conecta a otro sistema de vacío o ultra alto vacío 2 donde está colocada la superficie 3 del objeto a limpiar 4. El cañón de gas 1 tiene una entrada de gas 7 por el que se inyecta un gas a alta presión, que
30 en el caso mostrado en la figura 1, es argón 11 (gas no ionizado). Al entrar en la zona de agregación 8 las moléculas del gas no ionizado 11, en este caso, las moléculas de argón, colisionan y forman agregados moleculares de gas argón 12A. Los flujos de gas se regulan
35 típicamente con un controlador másico (no mostrado). La zona de agregación 8 de la cámara 6 está refrigerada para favorecer la formación de los agregados. Para ello se utiliza un sistema de refrigeración 13 que refrigera las

paredes 14 de la cámara 6. El sistema de refrigeración 13 puede utilizar agua o nitrógeno líquido como refrigerante. La zona de agregación 8 está bombeada diferencialmente por un sistema de bombeo diferencial 5 que comprende un conjunto de bombas: una turbomolecular y una bomba primaria, aunque en otros ejemplos se pueden utilizar otro tipo de bombas, dependiendo de los rangos de presión que se desee obtener en la zona de agregación 8. En este ejemplo de realización, se controla la presión de forma indirecta en la zona de agregación 8 gracias a un medidor de presión 15, como se presenta en la figura 1. El haz de agregados moleculares 12 de gas argón sale de la zona de agregación 8 por la salida 10 del embudo 9, estando la salida 10 situada entre la zona de agregación 8 y el sistema de vacío o ultra alto vacío 2 donde está colocada la superficie 3 del objeto a limpiar 4. El diámetro del orificio de la salida del embudo 10 puede modificarse para variar el diámetro del haz de agregados moleculares 12 y, por lo tanto, el área limpiada de la superficie 3. Por su alta energía cinética, los agregados son capaces de remover de la superficie los elementos contaminantes como pueden ser las moléculas adsorbidas y los óxidos. La energía cinética, así como el flujo de agregados, se regula con el flujo de argón, la potencia de bombeo y la apertura del orificio entre la zona de agregación y el sistema de vacío o ultra alto vacío donde está colocada la superficie a limpiar. Las dimensiones del cañón de gas (=dispositivo de la presente invención) son adaptables a las necesidades. En el ejemplo de realización mostrado en la figura 1, el dispositivo de la presente invención (cañón de gas) tiene un diámetro aproximado de 30 cm y una longitud aproximada de 50 cm. Estas dimensiones pueden ser modificadas, siempre y cuando se conserven las condiciones de dinámica de gases para la generación de agregados de moléculas de gas y su posterior inyección en el sistema de vacío donde se coloca la superficie del objeto a limpiar.

La figura 2 muestra un ejemplo de limpieza de la superficie de platino con el haz de agregados moleculares de argón producido por el dispositivo de la presente invención (cañón de gas). La cuantificación de la contaminación sobre la superficie se ha realizado mediante fotoemisión. El equipo de medida de fotoemisión es un equipo de ultra alto vacío independiente del cañón de gas, por lo que, después de su exposición al flujo de agregados de argón, las superficies fueron extraídas del sistema de ultra alto vacío conectado al cañón de gas y expuestas a la atmósfera durante su traslado e introducción en el sistema de ultra alto vacío de fotoemisión. A pesar de su exposición al aire (que aumenta la presencia de contaminantes y de óxidos en la superficie), se ha observado que las superficies expuestas al flujo de agregados de Argón estaban más limpias que las superficies originales sin tratamiento de limpieza (superficie de referencia). Concretamente, en la figura 2 se presentan los espectros de fotoemisión de los niveles Pt4f de la superficie de referencia (contaminada y oxidada) y de la superficie expuesta al cañón de gas durante 150 minutos con un flujo de entrada de Argón de 35 sccm (*standard cubic centimeters per minute*, centímetros cúbicos estándar por minuto). Se pueden observar diferencias entre los espectros y, en particular, en la intensidad de las diferentes componentes de los picos de fotoemisión obtenidos después de un análisis de deconvolución. En la figura 2 se han puesto en evidencia los picos asociados a los óxidos y al platino metálico. La cuantificación de platino metálico y oxidado en la superficie se presenta en la tabla 1. A modo de comparación se presentan también en la figura 2 los espectros de fotoemisión de una superficie similar expuesta a un flujo de iones de argón de energía 1.4 keV durante 150 minutos (cañón de iones, método clásico de limpieza de superficies) y la correspondiente cuantificación en la tabla 1.

Tabla 1

| | % Pt metálico (Pt _m) | % Pt oxidado (Pt _o) | Ratio Pt _o /Pt _m |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|
| Referencia | 42 | 58 | 1.4 |
| Después ICS 150 min | 76 | 24 | 0.3 |
| Después 150 min Ar+ | 73 | 27 | 0.4 |

La figura 3 muestra un diagrama de flujo del método asociado a la presente invención. El método para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío comprende los siguientes pasos: i) insertar un gas no ionizado en una cámara, donde el gas no ionizado está compuesto por moléculas; ii) producir un haz de agregados moleculares mediante una acción combinada de una alta presión y un embudo conectado a un sistema de bombeo diferencial; y, iii) canalizar los agregados moleculares mediante el embudo y hacerlos pasar por un orificio de la cámara hasta alcanzar una superficie de un objeto a limpiar, situado en un sistema de vacío de tal forma que los agregados moleculares producen choques inelásticos sobre la superficie y arrancan unos contaminantes de la superficie del objeto a limpiar. Adicional y opcionalmente, el paso ii) comprende, como sub-paso, aumentar el número de agregados moleculares mediante el enfriamiento de las paredes de la cámara. De esta forma aumentamos la capacidad del dispositivo de la presente invención para limpiar la superficie del objeto a limpiar.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío que es conectable con un sistema de vacío o ultra alto vacío (2) que contiene al menos la superficie (3) de un objeto a limpiar (4); el dispositivo (1) está caracterizado por que comprende:
- un sistema de bombeo diferencial (5);
 - una cámara (6) que comprende:
 - o una entrada de gas (7) para la entrada mediante inyección por alta presión de un gas no ionizado (11) compuesto por moléculas;
 - o una zona de agregación (8) de moléculas;
 - o un embudo (9) que comprende una salida (10) conectable con el sistema de bombeo diferencial (5) y el sistema de vacío o ultra alto vacío (2);
- tal que las moléculas del gas no ionizado (11) entran en la zona de agregación (8), donde son aceleradas por el sistema de bombeo diferencial (5), de forma que las moléculas chocan entre sí formando un haz de agregados moleculares (12), los cuales atraviesan la salida del embudo hasta chocar con la superficie (3) del objeto a limpiar (4).
- 2.- Dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío, según la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema de bombeo diferencial (5) funciona según el efecto Venturi.
- 3.- Dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío, según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el dispositivo adicionalmente comprende un sistema de refrigeración (13) y la cámara adicionalmente comprende unas paredes (14) que son refrigeradas por el sistema de refrigeración hasta una temperatura predeterminada que incrementa la cantidad de agregados moleculares.

4.- Dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo (1) adicionalmente comprende un medidor de presión (15) conectado con la cámara (6) para controlar la presión en la zona de agregación (8).

5.- Dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el gas no ionizado (11) es un gas noble.

6.- Dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío, según la reivindicación 5, caracterizado por que el gas no ionizado (11) es el gas Argón.

7.- Dispositivo para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la salida del embudo (10) tiene un diámetro determinado por el área de la superficie (3) del objeto a limpiar (4).

8.- Método para limpiar superficies con haz de gases en vacío y ultra alto vacío, caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

- i) insertar (16) un gas no ionizados en una cámara, donde el gas no ionizado está compuesto por moléculas;
- ii) producir (17) un haz de agregados moleculares mediante una acción combinada de una alta presión y un embudo conectado con el sistema de bombeo diferencial;
- iii) canalizar (18) los agregados moleculares mediante el embudo y hacerlos pasar por un orificio de la cámara hasta alcanzar una superficie de un objeto a limpiar, el cual está situado en un sistema de vacío de tal forma que los agregados moleculares producen choques inelásticos sobre la superficie, de modo que arrancan

unos contaminantes de dicha superficie del objeto a limpiar.

9.- Método para limpiar superficies con haz de gases en
5 vacío y ultra alto vacío, según la reivindicación 8,
caracterizado por que el paso ii) adicionalmente comprende
aumentar (19) el número de agregados mediante el
enfriamiento de unas paredes de la cámara.

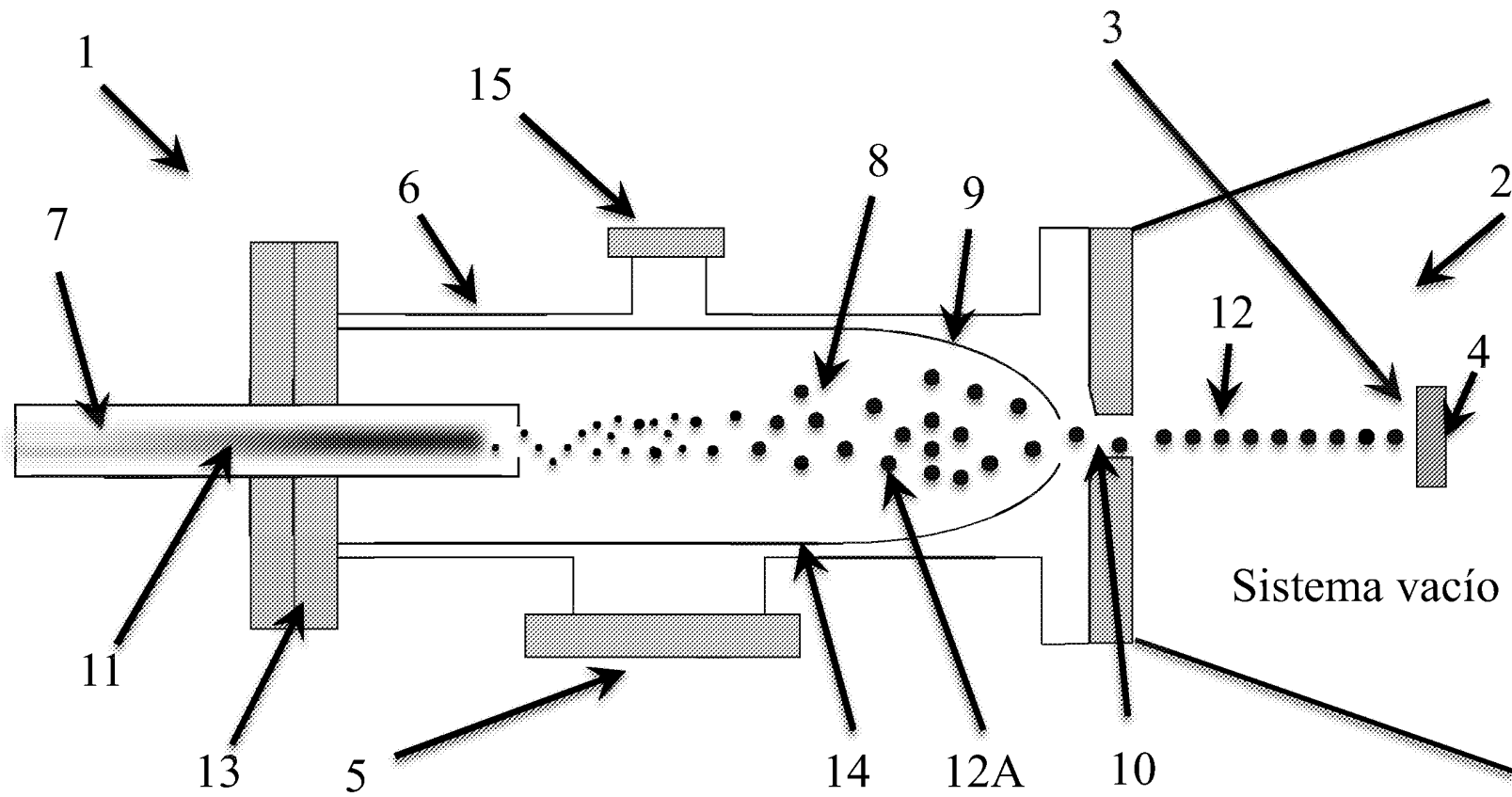


Fig. 1

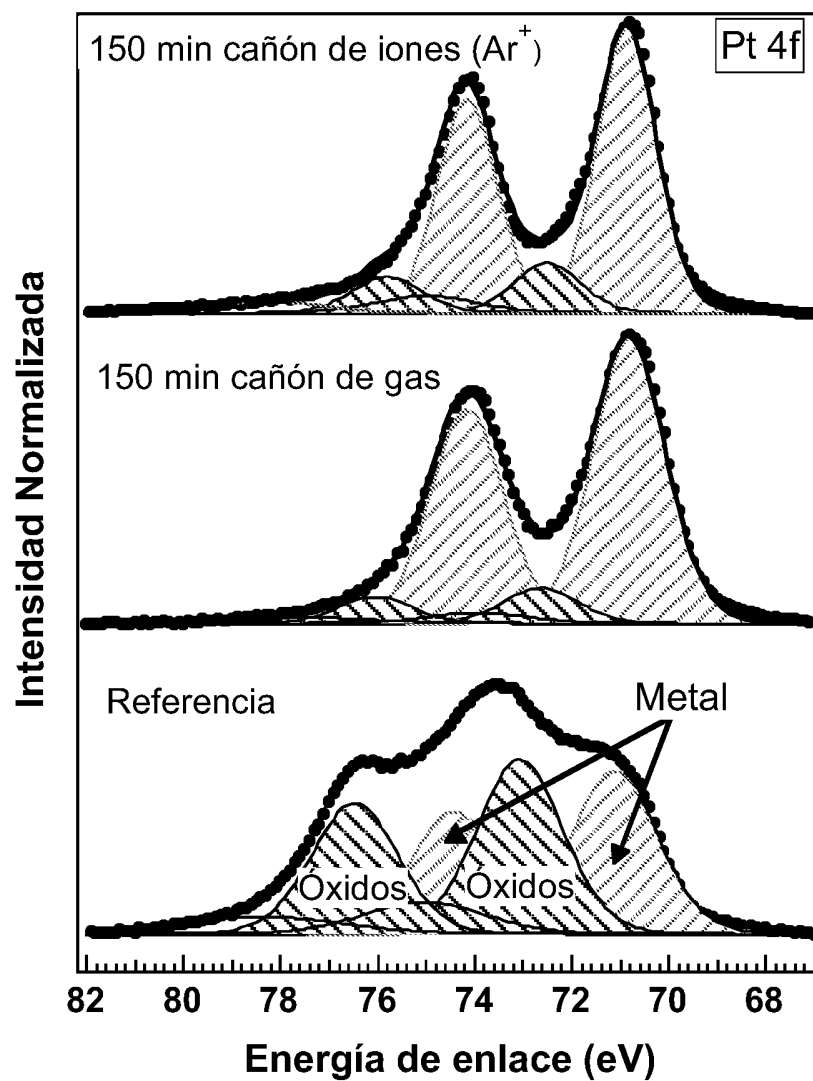


Fig. 2

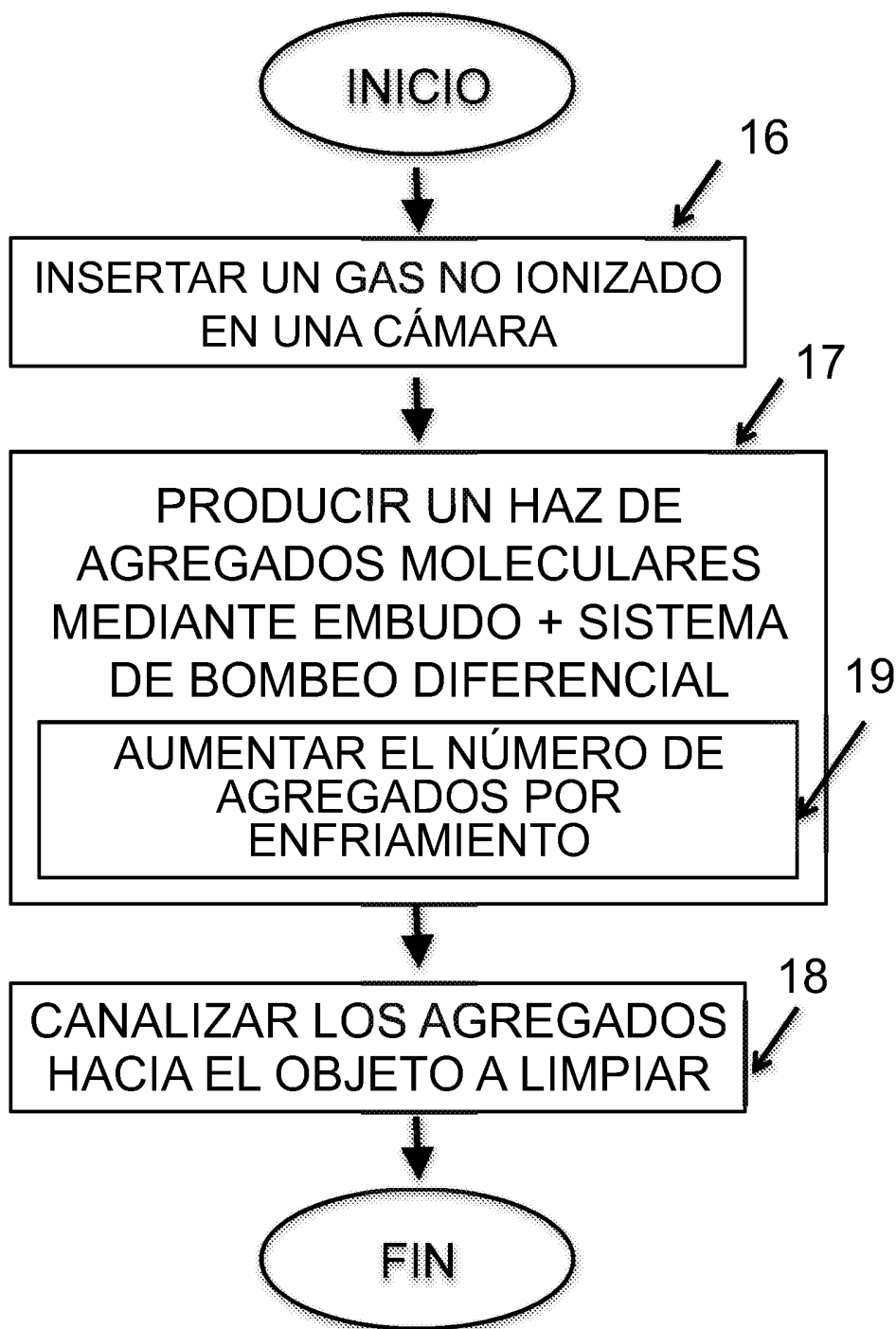


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES2013/070486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B08B5/02 (2006.01)

B08B7/00 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | US 4806171 A (WHITLOCK WALTER H ET AL.) 21/02/1989, column 3, line 31-column 4, line 26, column 4, line 60 a column 5, line 63. Figures 1, 2. | 1-9 |
| A | Kwang-seok Hwang et al. Removal of 10-nm contaminant particles from Si Watersusing argon bullet particles, Journal of Nanoparticles Research [publicado on line 09/07/2011] No.13, pp. 4979-4986. | 1-9 |
| A | Lee JW, Hwang KS, Lee KH et al., Removing 20 nm particles using a supersonic argon particle beam generated with a contoured laval nozzle, Journal of Adhesion Science Technology [publicado on line 02/04/2012] No.23, pp. 769-777. | 1-9 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

| | |
|--|--|
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means.</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> |
|--|--|

Date of the actual completion of the international search
26/11/2013

Date of mailing of the international search report
(29/11/2013)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer
J. Peces Aguado

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)
Facsimile No.: 91 349 53 04

Telephone No. 91 3496870

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

Information on patent family members

PCT/ES2013/070486

| Patent document cited in the search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| US4806171 A | 21.02.1989 | DK217688 A | 23.10.1988 |
| | | DK168107B B1 | 14.02.1994 |
| | | ES2036263T T3 | 16.05.1993 |
| | | EP0288263 A2 | 26.10.1988 |
| | | EP0288263 A3 | 11.10.1989 |
| | | DE3876670T T2 | 22.04.1993 |
| | | AT83580T T | 15.01.1993 |
| | | JPS63266836 A | 02.11.1988 |
| | | JPH079898B B2 | 01.02.1995 |
| | | TR23759 A | 12.09.1990 |
| | | AU1401488 A | 27.10.1988 |
| | | AU594236B B2 | 01.03.1990 |
| | | ZA8802220 A | 21.09.1988 |
| | | CA1310188 C | 17.11.1992 |
| | | IE62500 B1 | 22.10.1988 |
| | | IE880853L L | 22.10.1988 |
| ----- | | | |

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES2013/070486

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

B08B5/02 (2006.01)

B08B7/00 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

B08B

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

EPODOC, INVENES

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

| Categoría* | Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes | Relevante para las reivindicaciones nº |
|------------|---|--|
| X | US 4806171 A (WHITLOCK WALTER H ET AL.) 21/02/1989, column 3, línea 31-column 4, línea 26, column 4, línea 60 a column 5, línea 63. Figuras 1, 2. | 1-9 |
| A | Kwang-seok Hwang et al. Removal of 10-nm contaminant particles from Si Watersusing argon bullet particles, Journal of Nanoparticles Research [publicado on line 09/07/2011] No.13, pp. 4979-4986. | 1-9 |
| A | Lee JW, Hwang KS, Lee KH et al., Removing 20 nm particles using a supersonic argon particle beam generated with a contoured laval nozzle, Journal of Adhesion Science Technology [publicado on line 02/04/2012] No.23, pp. 769-777. | 1-9 |

En la continuación del recuadro C se relacionan otros documentos Los documentos de familias de patentes se indican en el anexo

| | |
|--|--|
| <p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p> | <p>"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p> |
|--|--|

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.
26/11/2013

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional.
29-NOVIEMBRE-2013 (29/11/2013)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)

Nº de fax: 91 349 53 04

Funcionario autorizado

J. Peces Aguado

Nº de teléfono 91 3496870

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

Informaciones relativas a los miembros de familias de patentes

PCT/ES2013/070486

| Documento de patente citado en el informe de búsqueda | Fecha de Publicación | Miembro(s) de la familia de patentes | Fecha de Publicación |
|---|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| US4806171 A | 21.02.1989 | DK217688 A | 23.10.1988 |
| | | DK168107B B1 | 14.02.1994 |
| | | ES2036263T T3 | 16.05.1993 |
| | | EP0288263 A2 | 26.10.1988 |
| | | EP0288263 A3 | 11.10.1989 |
| | | DE3876670T T2 | 22.04.1993 |
| | | AT83580T T | 15.01.1993 |
| | | JPS63266836 A | 02.11.1988 |
| | | JPH079898B B2 | 01.02.1995 |
| | | TR23759 A | 12.09.1990 |
| | | AU1401488 A | 27.10.1988 |
| | | AU594236B B2 | 01.03.1990 |
| | | ZA8802220 A | 21.09.1988 |
| | | CA1310188 C | 17.11.1992 |
| | | IE62500 B1 | 22.10.1988 |
| IE880853L L | 22.10.1988 | | |
| ----- | | | |