

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 467**

51 Int. Cl.:

F04B 37/02 (2006.01)

F04B 37/14 (2006.01)

H01J 7/18 (2006.01)

H01J 41/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2010 E 10707052 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2409034**

54 Título: **Sistema de bombeo combinado que comprende una bomba de captación y una bomba iónica**

30 Prioridad:

17.03.2009 IT MI20090402

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

25.04.2014

73 Titular/es:

**SAES GETTERS S.P.A. (100.0%)
Viale Italia, 77
20020 Lainate (Milano), IT**

72 Inventor/es:

**BONUCCI, ANTONIO;
CONTE, ANDREA y
MANINI, PAOLO**

74 Agente/Representante:

DURÁN MOYA, Carlos

ES 2 457 467 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

Sistema de bombeo combinado que comprende una bomba de captación y una bomba iónica

5 La presente invención se refiere a un sistema de bombeo combinado que comprende una bomba de captación (bomba "getter") y una bomba iónica.

Existen numerosos instrumentos o sistemas científicos e industriales, tales como por ejemplo aceleradores de partículas y microscopios electrónicos, cuyo funcionamiento requiere condiciones de vacío ultra elevado (indicado en el sector técnico como UHV), es decir, con valores de presión menores que 10^{-6} Pa. De modo general, se utilizan sistemas de bombeo que comprenden una bomba que se define como primaria, por ejemplo una bomba rotativa o de membrana, y una bomba secundaria, seleccionada entre una bomba turbomolecular, de captación, iónica o criogénica, para crear estos niveles de vacío. La bomba primaria comienza a funcionar a presión atmosférica y puede reducir la presión en el interior de la cámara hasta valores de aproximadamente 10^{-1} - 10^{-2} Pa; la bomba UHV se activa a estas presiones, reduciendo la presión en el sistema hasta valores de aproximadamente 10^{-7} - 10^{-9} Pa.

Entre las bombas UHV más comunes, las iónicas y turbomoleculares pueden sorber casi todos los gases.

20 Las bombas turbomoleculares son apreciadas debido a su reducida contaminación por aceite (si no, incluso nula) de la cámara de vacío, en comparación con otras bombas mecánicas, pero el valor final eficaz del vacío está relacionado con el índice de compresión más bien bajo para gases ligeros (hidrógeno y helio) y con la posible introducción de pequeñas cantidades de estos gases desde el entorno exterior a través de la propia bomba.

25 Las bombas iónicas, en cambio, no tienen ni partes móviles ni aceite, de manera que se caracterizan por un bajo mantenimiento, muy limpio, y por un mejor aislamiento del entorno exterior. Además, pueden proporcionar una indicación aproximada del valor de la presión en el interior de la cámara en la que se hace el vacío. Esta característica es particularmente apreciada por fabricantes y usuarios de instrumentos de vacío, puesto que permite supervisar las condiciones del sistema e interrumpir el funcionamiento de la bomba cuando la presión en el interior de la cámara aumenta hasta valores críticos.

30 Las bombas iónicas están constituidas por un conjunto de una serie de elementos iguales entre sí. En cada uno de dichos elementos, se generan iones y electrones a partir de los gases presentes en la cámara por medio de campos eléctricos elevados; un imán dispuesto alrededor de cada elemento hace que los electrones tengan una trayectoria no recta (de modo general, una trayectoria helicoidal) a efectos de mejorar su capacidad para ionizar otras moléculas presentes en la cámara. Los iones producidos de esta manera son atrapados por las paredes del elemento, parcialmente mediante implantación iónica hacia el interior de las paredes y parcialmente debido a un efecto de enterramiento debajo de las capas de titanio formadas mediante átomos (o "grupos" de átomos) generados por la erosión de las paredes después del bombardeo iónico y depositados de nuevo. El titanio tiene asimismo una capacidad de captación intrínseca, es decir, es un metal que puede interaccionar con moléculas gaseosas sencillas, fijándolas mediante la formación de compuestos químicos.

35 Un problema de las bombas iónicas lo constituye la posibilidad de generar hidrógeno como efecto de la disociación de metano, siendo éste un fenómeno que puede implicar dificultades para conseguir las condiciones de vacío deseadas, es decir, para alcanzar presiones del sistema menores que valores de aproximadamente 10^{-8} - 10^{-9} Pa, tal como se da a conocer en la publicación científica "Pumping of Helium and Hydrogen by Sputter-Ion Pumps. II. Hydrogen Pumping" ("Bombeo de helio e hidrógeno mediante bombas de pulverización iónica. II. Bombeo de hidrógeno"), por K.L. Welch y otros, publicada en J. Vac. Sci. Technol. A, American Vacuum Society, 1994, página 861. La generación de hidrógeno y de otros elementos gaseosos no deseados da como resultado la presencia de un flujo molecular colimado desde la bomba iónica hacia la cámara de vacío, conocido, de modo general, como "efecto de emisión".

45 Una segunda clase de problema puede consistir en la formación de partículas de polvo en el interior del tubo emisor en algunas aplicaciones, tal como se da a conocer en la publicación científica "Dust in Accelerator Vacuum Systems" ("Polvo en sistemas aceleradores de vacío"), por D.R.C. Kelly, publicada en el Proceedings of the Particle Accelerator Conference, 1997, volumen 3, página 3.547.

Otros límites no secundarios de las bombas iónicas son su tamaño y su peso relativamente grandes, lo que hace difícil su aplicación en sistemas compactos o portátiles.

60 Estos problemas son particularmente importantes para aplicaciones tales como microscopios electrónicos, aceleradores de partículas y sistemas de análisis superficial.

65 Las bombas de captación funcionan en base al principio de la sorción química de elementos gaseosos reactivos, tales como oxígeno, hidrógeno, agua y óxidos de carbono, mediante elementos fabricados de materiales captadores no evaporables (conocidos en el sector técnico como NEG). Los materiales NEG más importantes son aleaciones con base de zirconio o titanio; las bombas de captación se dan a conocer, por ejemplo, en las patentes U.S.A.

5.324.172 y U.S.A. 6.149.392. Dichas bombas tienen, para el mismo tamaño, una velocidad de sorción de gas que es notablemente mayor que la velocidad de sorción de las bombas iónicas y pueden extraer hidrógeno mucho más eficazmente que estas últimas; en oposición a estas ventajas, el rendimiento de bombeo de las bombas de captación es deficiente en caso de hidrocarburos (tales como por ejemplo metano a temperatura ambiente) y nulo en caso de gases raros. Además, las bombas de captación no pueden proporcionar una medida de la presión en el interior de la cámara.

Para mejorar el bombeo en una cámara UHV, la utilización combinada de diferentes bombas secundarias puede superar los límites anteriormente descritos.

La utilización de una bomba de captación antes de una bomba turbomolecular se da a conocer en la publicación de patente internacional WO 98/58173. Esta solicitud da a conocer la combinación de una bomba turbomolecular y una captadora particular para superar los inconvenientes de rendimiento, de conductancia y térmicos de las configuraciones anteriores, relacionadas estrictamente con la estructura mecánica de la primera bomba. Un límite poderoso de la solución dada a conocer es el requisito de una bomba de captación especial, fabricada de manera adecuada para ser utilizada con bombas turbomoleculares. De hecho, se propone un filamento en zigzag como elemento de captación para superar los problemas técnicos observados en la utilización de una bomba NEG de fabricación estándar. Por lo tanto, en el sistema de bombeo combinado descrito no es posible la utilización de una bomba de captación menos costosa y más eficiente.

El documento WO 00/23173 da a conocer la utilización de una bomba de captación y una bomba turbomolecular en línea. Las bombas tienen una configuración "en serie" con respecto a la cámara de vacío y necesitan la utilización de un dispositivo de protección móvil sensible a la temperatura, para limitar la transmisión de calor desde la bomba de captación y la turbomolecular. La utilización del elemento de protección descrito permite minimizar la reducción de la conductancia del flujo de gas a la bomba turbomolecular, pero la conductancia total del sistema de bombeo combinado está limitada de todas maneras por el orificio que conecta el sistema a la cámara de vacío y, en el caso de la bomba turbomolecular, por el volumen eficaz que ocupa la bomba de captación en el conducto.

La utilización combinada de bombas iónicas y bombas de captación proporciona sistemas de bombeo particularmente eficientes para el UHV. En un sistema de bombeo combinado las bombas iónica y captadora pueden estar dispuestas en paralelo o en serie, tal como se da a conocer, por ejemplo, en la publicación científica "Foundation of Vacuum Science and Technology" (Fundamentos de la ciencia del vacío y su tecnología) por M. Lafferty, publicada en 1998 por la firma Wiley-Interscience, John Wiley & Sons.

Dichos sistemas de bombeo se han dado a conocer, por ejemplo, en la solicitud de patente JP 58-117371 o en la patente U.S.A. 5.221.190, que se refieren a sistemas de vacío como tales, y por las solicitudes de patente JP-A-06-140193 o JP-A-07-263198, que se refieren a aceleradores de partículas cuya cámara se mantiene al vacío utilizando bombas iónicas y de captación separadas.

Los sistemas de bombeo combinados que se dan a conocer en todos estos documentos están basados en la utilización de una bomba iónica como bomba principal y de una bomba de captación como bomba auxiliar, que tiene un tamaño más pequeño. Por consiguiente, dichos documentos no resuelven los problemas principales relacionados con la utilización de bombas iónicas, es decir, su peso, su tamaño y su consumo de energía grandes y, sobre todo, los límites inferiores de la presión de la cámara de vacío, que están relacionados con el fenómeno de desgasificación descrito anteriormente.

Además, dichos documentos dan a conocer la introducción de la bomba de captación en rebajes en las paredes de la cámara de vacío, de manera que su rendimiento de bombeo y los valores de conductancia son reducidos si se comparan con su disposición directamente en el interior del volumen de la cámara de vacío.

La solicitud de patente U.S.A. 2006/0231773 da a conocer un microscopio electrónico en el que el sistema de vacío comprende una bomba iónica y una bomba de captación, y en el que la bomba de captación se utiliza como bomba principal y una bomba iónica relativamente pequeña se utiliza como bomba auxiliar para bloquear los gases que no son sorbidos por la bomba de captación. Este sistema permite reducir el peso y el tamaño del sistema de vacío, pero, de modo similar a los casos anteriores, está caracterizado por dos bombas independientes que siguen teniendo un tamaño notable con respecto a todo el sistema. Además, se sabe que un punto crítico en los sistemas UHV es el número de aberturas formadas en la pared de la cámara. De hecho, debido a posibles cierres estancos imperfectos a nivel microscópico de los materiales de bridas, juntas o soldaduras (en particular, en caso de sistemas que son calentados y en los que se presentan dilataciones térmicas diferentes de las piezas fabricadas de materiales diferentes), estas aberturas pueden representar puntos preferentes de degradación de las condiciones de vacío. El sistema de dos bombas dado a conocer en la solicitud de patente U.S.A. 2006/0231773 necesita dos puntos de acceso diferentes desde el exterior para suministrar a la bomba iónica y a la bomba de captación (o más de dos si, por ejemplo, el sistema comprende más de una bomba iónica) y, por consiguiente, no es lo óptimo desde el punto de vista de la fabricación de un sistema que debe funcionar bajo condiciones de un vacío ultra elevado.

La publicación de patente internacional WO 2009118398, que se considera que representa la técnica anterior más cercana a nombre de la firma solicitante, da a conocer sistemas de bombeo combinados que comprenden, al menos, una bomba iónica que tiene un tamaño reducido y una bomba de captación dispuestas en lugares diferentes de una brida común. De este modo, es posible utilizar una única abertura a lo largo de la pared de la cámara, simplificando de esta manera la estructura del sistema y limitando sus problemas de estanqueidad. No obstante, dichos sistemas de bombeo están basados en configuraciones en paralelo de las dos bombas, que no permiten un límite eficaz al flujo de desgasificación generado por el funcionamiento de la bomba iónica hacia la cámara en la que se hace el vacío. En particular, el flujo de hidrógeno y de otros elementos químicos no deseados que salen de la bomba iónica debido a los fenómenos de disociación pueden constituir un poderoso factor limitativo en el objetivo de conseguir el valor de la baja presión.

El flujo de desgasificación generado mediante la bomba iónica durante su funcionamiento se puede reducir utilizando una configuración en serie de la bomba iónica con la bomba de captación. La patente GB 2164788 da a conocer, por ejemplo, un sistema de bombeo combinado en el que una bomba de captación y una bomba iónica están dispuestas en serie. En particular, la bomba de captación está dispuesta en el interior de un conducto que conecta la bomba iónica con la cámara en la que se hace el vacío. Un problema del sistema de bombeo de la patente anteriormente mencionada es que cada una de las bombas influye en el bombeo de la otra, dando como resultado de esta manera una reducción de la conductancia del flujo de gas desde la cámara en la que se hace el vacío. De hecho, la disposición de la bomba de captación en el interior del conducto que conecta la abertura de la brida a la bomba iónica da como resultado inevitablemente una reducción del flujo de gas desde la cámara en la que se hace el vacío hacia la bomba iónica. Además, el flujo de gas desde la cámara hacia la bomba de captación está limitado por el tamaño del orificio del conducto anteriormente mencionado.

La patente GB 2164788 da a conocer además, como posible disposición alternativa, el posicionamiento de la bomba de captación en un alojamiento a lo largo de las paredes laterales del conducto entre la abertura de la bomba iónica y la cámara de vacío. Esta configuración limita los efectos negativos de la reducción de la conductancia en el caso de la bomba iónica, pero da como resultado una reducción del flujo de gas hacia la bomba de captación y da como resultado de esta manera un rendimiento inferior en cuanto a la conductancia.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es dar a conocer un sistema de bombeo combinado que pueda superar las desventajas de la técnica anterior.

Dicho objetivo se consigue según la reivindicación 1 de la presente invención.

Los inventores han encontrado que la combinación de la bomba iónica y la bomba de captación según la presente invención permite conseguir y mantener condiciones de vacío ultra elevado en el interior de la cámara, proporcionando tanto las ventajas de una configuración de bombas "en paralelo" como de una "en serie". De modo similar a una disposición "en serie", de hecho, la invención permite que la bomba de captación sorba eficazmente el flujo molecular colimado generado mediante la bomba iónica, mientras que, de modo similar a una configuración "en paralelo", la disposición en lados opuestos de la brida permite el bombeo de los gases desde la cámara de vacío mediante ambas bombas, sin reducción de sus conductancias.

La invención se describirá con detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos, en los que:

- la figura 1 muestra una vista esquemática, en perspectiva, de una primera realización del sistema de bombeo según la presente invención;
- las figuras 2 y 2a son vistas en sección transversal longitudinal a lo largo del plano definido por la línea -II-II- del sistema mostrado en la figura 1, sin y con, respectivamente, un conducto de conexión entre la bomba de captación y el orificio de la brida;
- la figura 3 muestra esquemáticamente una vista lateral de una realización alternativa del sistema de bombeo según la presente invención; y
- la figura 4 es una vista superior que muestra una configuración posible de diferentes estructuras de elementos captadores en el interior de la bomba de captación utilizada en el sistema combinado según la invención.

Todos los dibujos se muestran en una forma esquemática y simplificada para permitir una mejor comprensión de los mismos, no indicando de esta manera detalles tales como conexiones eléctricas, ni respetando las proporciones geométricas reales de los elementos diferentes que forman el sistema y su acoplamiento físico. Un experto en la técnica puede determinar fácilmente estos detalles y sus posibles variantes.

Las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente una primera realización del sistema de bombeo según la invención, en su configuración más sencilla. El sistema comprende una brida -111- adecuada para su montaje directo en una pared de la cámara de vacío, brida sobre la que una bomba de captación -120- y una bomba iónica -130- están

conectadas, respectivamente, a lados opuestos de la misma, y la bomba de captación intercepta físicamente el eje de simetría del orificio de la brida. Para simplificarlas, todas las figuras muestran la invención en su realización preferente, es decir, montada coaxialmente con respecto al eje de simetría de la brida.

5 Por lo tanto, la brida está conectada a ambas bombas y se puede utilizar para conectar el sistema combinado a la pared de la cámara de vacío, dando como resultado una disposición caracterizada por el posicionamiento de la bomba iónica exteriormente al volumen de la cámara, mientras que la bomba de captación está asignada interiormente a dicha cámara y no en un conducto o en un alojamiento en una de sus paredes. Además, se prefiere la disposición de la bomba de captación en la que el volumen ocupado por la misma intercepta el eje del orificio de la brida, definido como el eje de giro de simetría del propio orificio de la brida.

15 La bomba de captación -120- puede estar construida por elementos fabricados de material NEG, que tienen diversas formas y se montan según configuraciones geométricas diferentes; además, puede comprender elementos de protección metálicos (por ejemplo, en forma de mallas o de placas delgadas perforadas o abiertas, al menos parcialmente) dispuestos alrededor del conjunto de elementos de material NEG, para protegerla y evitar pérdidas fortuitas de partículas metálicas, que son posibles debido a operaciones de montaje difíciles en el interior del sistema de vacío en el que se tiene que utilizar la bomba.

20 En las figuras 1 y 2, la bomba de captación -120- está integrada por una serie de discos de material NEG, -121-, -121'-, ..., apilados mediante un soporte central -122- y que se mantienen separados, por ejemplo, mediante anillos metálicos (no mostrados en la figura 1). El soporte central -122-, fabricado, por ejemplo, de material cerámico (se prefiere alúmina), es hueco y aloja en su interior un elemento de calentamiento, que puede estar realizado, por ejemplo, mediante una resistencia de hilo metálico que pasa a través de los orificios de un soporte que está fabricado asimismo de material cerámico. Los orificios son paralelos al eje del soporte central y son orificios pasantes con respecto al mismo. El soporte -122- está fijado habitualmente a un conector -124- dotado de elementos de interconexión eléctricos, estando el conector fabricado normalmente de cerámica y fijado a una de las paredes de la bomba iónica mediante soldadura fuerte. Los discos -121-, -121'-, ... pueden estar formados de polvo sinterizado de materiales NEG y ser de esta manera relativamente compactos, pero son preferentemente porosos para aumentar el área superficial expuesta y, por consiguiente, las propiedades de sorción de gas de la bomba. Los elementos porosos de material NEG pueden estar fabricados, por ejemplo, según el proceso dado a conocer en la patente EP 719609 a nombre de la firma solicitante, en forma de cuerpos sinterizados porosos que tienen diversas configuraciones tales como las descritas, por ejemplo, en la patente U.S.A. 5.324.172 a nombre de la firma solicitante, o asimismo en forma de depósitos sobre placas metálicas que pueden estar configurados de modo distinto.

35 La bomba iónica -130- comprende un elemento de ánodo -131- conformado como un cuerpo cilíndrico que tiene los extremos abiertos y fabricado de un material conductor, de modo general, un material metálico, que se mantiene en posición mediante un soporte -132- fijado a una de las paredes de la bomba iónica por medio de un conector -133- similar al conector -124- y dotado de uno o varios elementos de interconexión eléctricos, aislados de la brida. El eje del elemento de ánodo -131- es paralelo a la superficie plana de la brida. Dos electrodos -134- y -134'-, fabricados de titanio, tántalo o molibdeno, están dirigidos hacia los extremos abiertos del elemento de ánodo -131- y están dispuestos a una pequeña distancia (aproximadamente 1 mm) del mismo. El conjunto formado por el elemento de ánodo -131- y los electrodos -134- y -134'- está cerrado por las paredes -136-. Los polos -135- y -135'- de un imán permanente están dirigidos hacia los lados en los que están dispuestos los electrodos -134- y -134'-. El imán puede ser cualquier imán permanente conocido, adecuado para generar campos magnéticos elevados, por ejemplo del tipo neodimio-hierro-boro o samario-cobalto. Las paredes -136-, que están más próximas a los electrodos -134- y -134'- y son paralelas a los mismos, tienen preferentemente un grosor reducido, por ejemplo, con valores entre aproximadamente 0,5 y 1,5 mm, para no apantallar el campo magnético generado por el imán formado mediante los polos -135- y -135'-. El soporte -132- del elemento de ánodo -131- es un elemento de interconexión habitual de elevado vacío, para permitir el paso del suministro eléctrico al elemento de ánodo. Es posible que esté presente un único cable eléctrico para alimentar el elemento de ánodo -131-, o que puedan existir asimismo contactos eléctricos que permitan leer la presión en el interior de la cámara de vacío. Los dos electrodos se pueden mantener al potencial de la brida; alternativamente, dichos electrodos pueden estar alimentados eléctricamente y se pueden mantener a un mismo potencial, que es negativo con relación al potencial del elemento de ánodo -131-. Alternativamente, es posible conectar eléctricamente los dos electrodos entre sí por medio de un contacto (no mostrado en los dibujos) que los mantiene al mismo potencial.

60 Preferentemente, la bomba iónica -120- y la bomba de captación -130- están dispuestas coaxialmente una con respecto a la otra, maximizando de esta manera el índice de sorción y el rendimiento de bombeo del sistema combinado.

Además, el sistema de bombeo combinado según la presente invención está montado preferentemente en una cámara en la que se hace el vacío, de manera que la bomba de captación está dispuesta físicamente dentro del volumen de la cámara y la bomba iónica está dispuesta externamente con respecto a la misma.

65

En la realización preferente de la invención, un elemento hueco -170-, que comprende una serie de aberturas laterales formadas a lo largo de sus paredes, se utiliza en coincidencia con el orificio de la brida, tal como se muestra en la figura 2a. Dicho elemento hueco actúa como un conducto (pero abierto lateralmente) desde el orificio de la brida hasta la base de la bomba de captación, que tiene paredes laterales en las que, al menos, una parte del área está abierta. Se pueden utilizar indistintamente formas de conducto y aberturas laterales diferentes para conseguir la mejora de la presente invención. Por ejemplo, el conducto puede tener una sección transversal circular, cuadrada, hexagonal o de otra forma geométrica. Además, las aberturas pueden ser orificios, ranuras paralelas o cualquier otra alternativa adecuada. Preferentemente, la relación entre el área vacía y el área total del conducto es mayor que 0,2, más preferentemente mayor que 0,4. Esta solución permite asegurar una conductancia suficiente entre la cámara en la que se hace el vacío y la bomba iónica. Alternativamente a un conducto del tipo anteriormente mencionado, el sistema según la invención puede comprender cualquier clase de estructura metálica abierta lateralmente y adecuada para soportar los elementos de la bomba de captación: como ejemplo, se podría utilizar apropiadamente una estructura de jaula. Aunque las figuras 1, 2 y 2a muestran una bomba iónica en su configuración más sencilla, es decir, en la que está presente un ánodo cilíndrico, los elementos de ánodo podrían ser un número mayor que uno. Las bombas iónicas en el sistema de bombeo combinado de la invención pueden tener un tamaño muy reducido con respecto al tamaño de las bombas iónicas utilizadas en los sistemas de bombeo combinados de la técnica anterior. De hecho, gracias al funcionamiento de la bomba de captación que permite por la configuración de la presente invención, la bomba iónica puede tener velocidades de bombeo nominales comprendidas, por ejemplo, entre 2 y 20 l/s.

En una realización alternativa de la presente invención, es posible utilizar un imán del tipo denominado "Alnico". Alnico es un acrónimo que indica una composición en base a aluminio (8-12% en peso), níquel (15-26%), cobalto (5-24%), con la posible adición de pequeños porcentajes de cobre y titanio, siendo hierro la parte residual de la composición. Además de la capacidad de generar campos magnéticos muy elevados, los imanes Alnico tienen uno de los puntos Curie más elevados entre todos los materiales magnéticos, alrededor de 800°C, pudiendo soportar por ello cualquier tratamiento térmico que la bomba iónica pueda experimentar, y, de esta manera, no es necesario retirar el imán cuando se calienta el sistema.

La figura 3 muestra una realización alternativa de la invención, en la que una bomba de captación -220- comprende una serie de elementos captadores apilados unos sobre otros y dispuestos de modo similar a lo que se da a conocer, por ejemplo, en la patente U.S.A. 6.149.392 a nombre de la firma solicitante. La bomba de captación -220-, que está dispuesta en el interior de las paredes -240- de una cámara en la que se hace el vacío, está cerrada mediante una estructura metálica perforada -250- acoplada a través de un conducto -270- introducido entre la bomba de captación y un orificio -260- de una brida -211- que, cuando se está utilizando el sistema de bombeo combinado, está montado en un orificio adecuado a lo largo de las paredes -240- de una cámara en la que se hace el vacío. Este conducto de comunicación -270- comprende una serie de aberturas laterales (no mostradas en el dibujo) formadas a lo largo de sus paredes y que conectan el mismo con la cámara en la que se hace el vacío. Esta solución permite asegurar una conductancia suficiente entre la cámara en la que se hace el vacío y la bomba iónica. Alternativamente a un conducto del tipo anteriormente mencionado, el sistema según la invención puede comprender estructuras metálicas abiertas lateralmente y adecuadas para soportar los elementos de la bomba de captación.

En el lado de la brida opuesto al lado en el que está dispuesta la bomba de captación, una bomba iónica -230- está dispuesta y acoplada a la brida -211- en el orificio -260-. Tal como se ha explicado anteriormente, la bomba iónica -230- puede estar dotada de uno o varios elementos de ánodo en su interior.

La figura 4 muestra una posible disposición espacial de varios elementos captadores apilados en el interior de la bomba de captación -220-. Cada elemento captador está representado por una serie de discos -221- fabricados de material captador, apilados a lo largo de un soporte -222- de modo similar al que ya se ha descrito para la configuración más sencilla de la bomba integrada objetivo de la invención. Los diferentes elementos captadores que forman la bomba de captación están dispuestos simétricamente alrededor de un eje que coincide con el centro del orificio -260- presente en la brida -211- del sistema integrado. Además, en una de las posibles realizaciones alternativas de la invención, el orificio de la brida puede estar caracterizado por la presencia de una superficie metálica plana que tiene uno o varios orificios de un tamaño reducido con respecto al orificio real de dicha brida, pero tal que asegure el bombeo desde el sistema integrado, según lo que se establece mediante la presente invención. Alternativamente, esta superficie perforada plana puede coincidir con el plano de apoyo de la bomba de captación formada por uno o varios elementos captadores y no coincide de esta manera con la superficie ocupada por el orificio de la brida.

Las ventajas técnicas, en cuanto al bombeo de un sistema de bombas integrado, que derivan de su posicionamiento mutuo según la presente invención se describirán a continuación haciendo referencia a los ejemplos siguientes.

EJEMPLO 1

Se preparó un sistema de bombeo combinado según la realización preferente de la presente invención, comprendiendo el sistema una bomba de captación modelo CapaciTorr D-100 fabricada por la firma solicitante y una

bomba iónica que tiene una velocidad nominal de bombeo de 2 l/s. Las bombas se montaron coaxialmente una con respecto a la otra y se ensayaron según la norma ASTM F798-97 bajo condiciones de un flujo constante de metano de $2,12 \cdot 10^{-8} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3}$. La distancia entre el orificio de la brida y la bomba de captación se fijó en 24 mm. La Tabla 1 expone las presiones parciales que se midieron para los elementos químicos de metano e hidrógeno, respectivamente.

EJEMPLO 2 (COMPARATIVO)

Bajo condiciones experimentales similares a las del ejemplo anterior, se preparó un sistema de bombeo combinado que no es según la presente invención, en el que la bomba de captación y la bomba iónica se dispusieron perpendiculares entre sí. El volumen ocupado por las bombas de captación no interceptaba el eje del orificio de la brida. La distancia entre el elemento de la bomba de captación más cercano y el orificio de la brida al que estaba conectada la bomba iónica se fijó en 38 mm.

EJEMPLO 3 (COMPARATIVO)

Bajo condiciones experimentales similares a las de los ejemplos anteriores, se preparó un sistema de bombeo combinado que no es según la presente invención, en el que la bomba de captación y la bomba iónica tienen sus ejes paralelos y tienen aproximadamente una distancia de 130 mm entre sí.

EJEMPLO 4 (COMPARATIVO)

Bajo condiciones experimentales similares a las de los ejemplos anteriores, se preparó un sistema de bombeo combinado según la presente invención, en el que, no obstante, solamente fue encendida la bomba iónica.

La Tabla 1 muestra que la bomba integrada según la presente invención tiene una velocidad de bombeo para metano mayor que la velocidad de bombeo que se puede conseguir con diferentes configuraciones de las mismas bombas de captación e iónica. Para realizar una comparación, la tabla contiene asimismo la velocidad de bombeo en el caso en que solamente se utiliza la bomba iónica.

Tabla 1

| | Presión CH ₄ (Pa) | Presión H ₂ (Pa) | Velocidad de bombeo/velocidad de bombeo de la solución integrada |
|-----------|------------------------------|-----------------------------|--|
| Ejemplo 1 | $1,72 \cdot 10^{-6}$ | $1,73 \cdot 10^{-7}$ | 1,00 |
| Ejemplo 2 | $2,24 \cdot 10^{-6}$ | $2,12 \cdot 10^{-7}$ | 0,77 |
| Ejemplo 3 | $2,49 \cdot 10^{-6}$ | $4,52 \cdot 10^{-7}$ | 0,64 |
| Ejemplo 4 | $2,20 \cdot 10^{-6}$ | $7,80 \cdot 10^{-6}$ | 0,19 |

EJEMPLO 5

Se preparó un sistema de bombeo combinado según la presente invención, comprendiendo el sistema una bomba de captación modelo CapaciTorr D-100 fabricada por la firma solicitante y una bomba iónica que tiene un régimen nominal de flujo de 2 l/s. Las bombas se montaron coaxialmente una con respecto a la otra y se ensayaron según la norma ASTM F798-97 bajo condiciones de un flujo constante de argón de $2,7 \cdot 10^{-9} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3}$. La distancia más corta entre el orificio de la brida y la bomba de captación se fijó en 24 mm. La Tabla 2 expone las presiones parciales que se midieron para los elementos químicos de argón e hidrógeno, respectivamente, cuando se consiguió un equilibrio de presión dinámica en la cámara de medición.

EJEMPLO 6

Bajo condiciones experimentales similares a las del ejemplo anterior, se preparó un sistema de bombeo combinado según la presente invención, en el que la distancia mínima entre la bomba de captación y el orificio de la brida al que estaba conectada la bomba iónica se fijó en 60 mm.

Tabla 2

| | Presión Ar (Pa) | Presión H ₂ (Pa) |
|-----------|----------------------|-----------------------------|
| Ejemplo 5 | $2,40 \cdot 10^{-6}$ | $4,16 \cdot 10^{-8}$ |
| Ejemplo 6 | $2,40 \cdot 10^{-6}$ | $5,33 \cdot 10^{-8}$ |

La Tabla 2 muestra que la bomba integrada según la presente invención tiene un cierto rendimiento de bombeo con respecto al hidrógeno generado mediante la bomba iónica en presencia de argón.

5 El sistema combinado de la presente invención tiene la ventaja técnica adicional de un tamaño volumétrico reducido con respecto a lo que se da a conocer por la técnica anterior. A modo de ejemplo, en aplicaciones que requieren cámaras en las que se hace el vacío con un tamaño similar al tamaño de las cámaras utilizadas habitualmente en microscopía electrónica, debido al tamaño reducido de las dos bombas, el sistema de la invención está dispuesto para estar fijado, por ejemplo, sobre una única brida circular que tiene un diámetro de 70 mm (conocida en el sector técnico como CF 40), o sobre bridas que tienen una forma diferente, pero sustancialmente la misma área superficial.

10 La brida está fabricada de materiales conocidos en el sector técnico, por ejemplo acero AISI 316 L o AISI 304 L. Preferentemente, el orificio central de la brida, que conecta la bomba iónica con la cámara en la que se ha hecho el vacío, así como con la bomba de captación del sistema integrado, tiene un diámetro comprendido entre 10 y 40 mm.

15 Finalmente, el sistema combinado de la presente invención tiene la ventaja de que los elementos de la bomba de captación pueden bloquear físicamente las partículas de titanio pulverizadas catódicamente que la bomba iónica puede generar durante su funcionamiento. Por lo tanto, el sistema combinado es útil para minimizar el polvo de partículas en muchas aplicaciones, tales como por ejemplo en sistemas aceleradores de vacío.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de bombeo combinado, que comprende una bomba de captación (120; 220) y una bomba iónica (130; 230), **caracterizado porque** dichas bombas captadora e iónica están montadas en serie y dispuestas, respectivamente, en lados opuestos de una brida (111; 211), la bomba iónica está conectada a un orificio (260) de la brida mediante un conducto (136; 236), dicha brida está adaptada para montar directamente el sistema de bombeo combinado en una pared (240) de la cámara de vacío, y **porque** la bomba de captación es exterior al conducto que conecta la bomba iónica al orificio de la brida.
- 10 2. Sistema, según la reivindicación 1, en el que la bomba de captación (120; 220) intercepta con su volumen un eje de simetría del orificio (260) de la brida.
- 15 3. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichas bombas (120, 130; 220, 230) están montadas con sus ejes paralelos entre sí y a un eje de simetría de rotación del orificio (260) de la brida.
- 20 4. Sistema, según la reivindicación 1, en el que dichas bombas (120, 130; 220, 230) están montadas coaxialmente una con respecto a la otra.
- 25 5. Sistema, según la reivindicación 1, en el que la bomba de captación (120; 220) comprende una serie de discos (121, 121'; 221) fabricados de un material captador no evaporable, apilados sobre uno o varios soportes (122; 222).
- 30 6. Sistema, según la reivindicación 5, en el que dichos discos (221) de material captador están dispuestos en el interior de una estructura metálica (250) acoplada al orificio (260) de la brida (211) a través de un segundo conducto (270) adecuado para conectar la bomba de captación (220) con la bomba iónica (230).
- 35 7. Sistema, según la reivindicación 6, en el que dicho segundo conducto (270) está dotado de una serie de aberturas laterales en sus paredes, adecuadas para conectar directamente la cámara de vacío a la bomba iónica (230).
- 40 8. Sistema, según la reivindicación 7, en el que, en el segundo conducto (270), la serie de aberturas laterales da como resultado una relación entre un área vacía y un área lateral total, mayor que 0,2.
9. Sistema, según la reivindicación 7, en el que, en el segundo conducto (270), la serie de aberturas laterales da como resultado una relación entre un área vacía y un área lateral total, mayor que 0,4.
10. Sistema, según la reivindicación 6, en el que dicho segundo conducto (270) tiene una estructura de jaula.
11. Sistema, según la reivindicación 5, en el que dichos discos (221) de material captador están dispuestos en el interior de una estructura metálica (250) acoplada al orificio (260) de la brida (211) a través de una estructura metálica, abierta lateralmente, adecuada para soportar los elementos de la bomba de captación (120, 220).

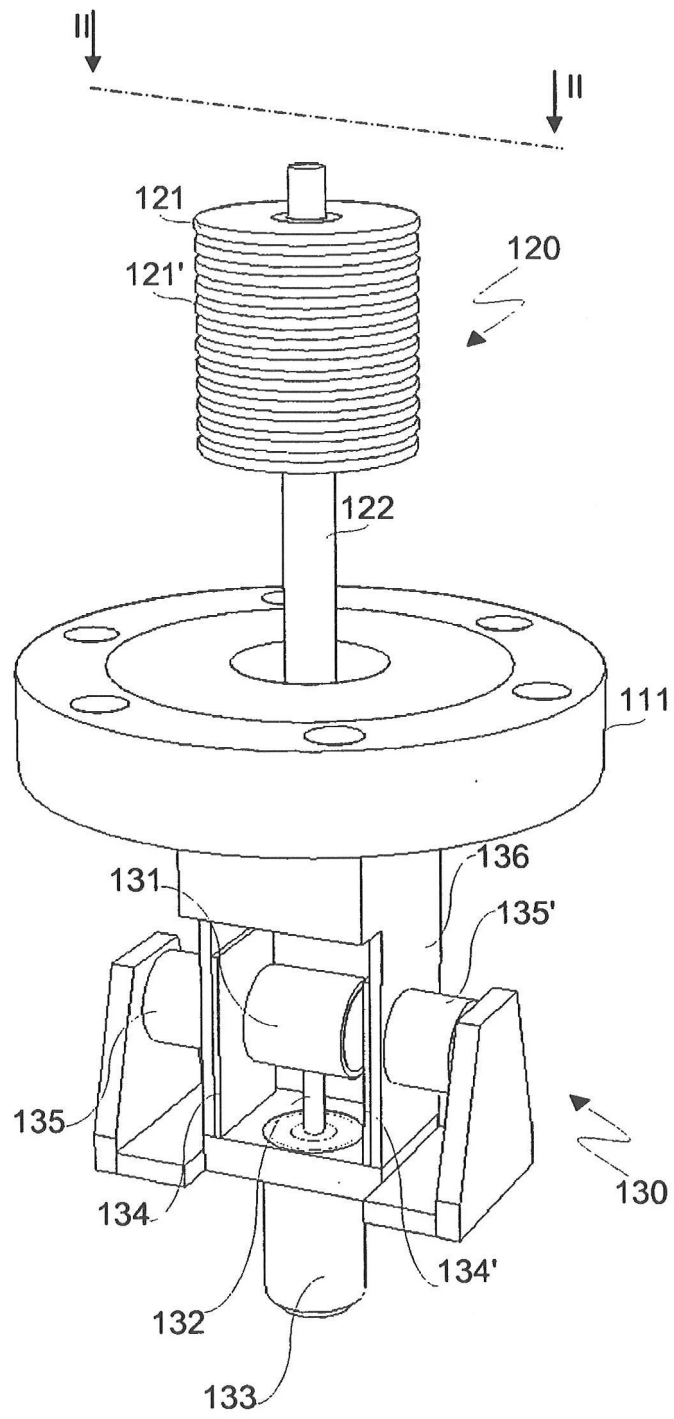


Fig.1

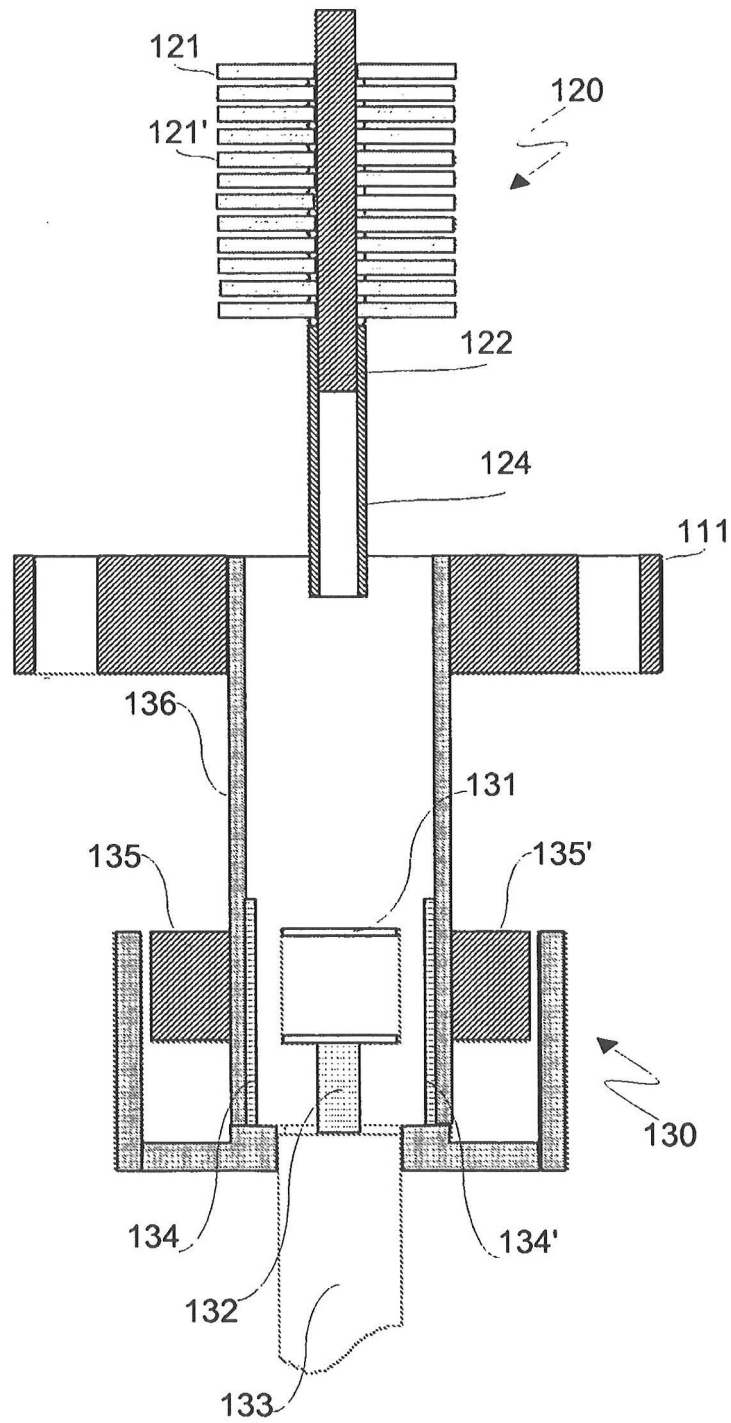


Fig.2

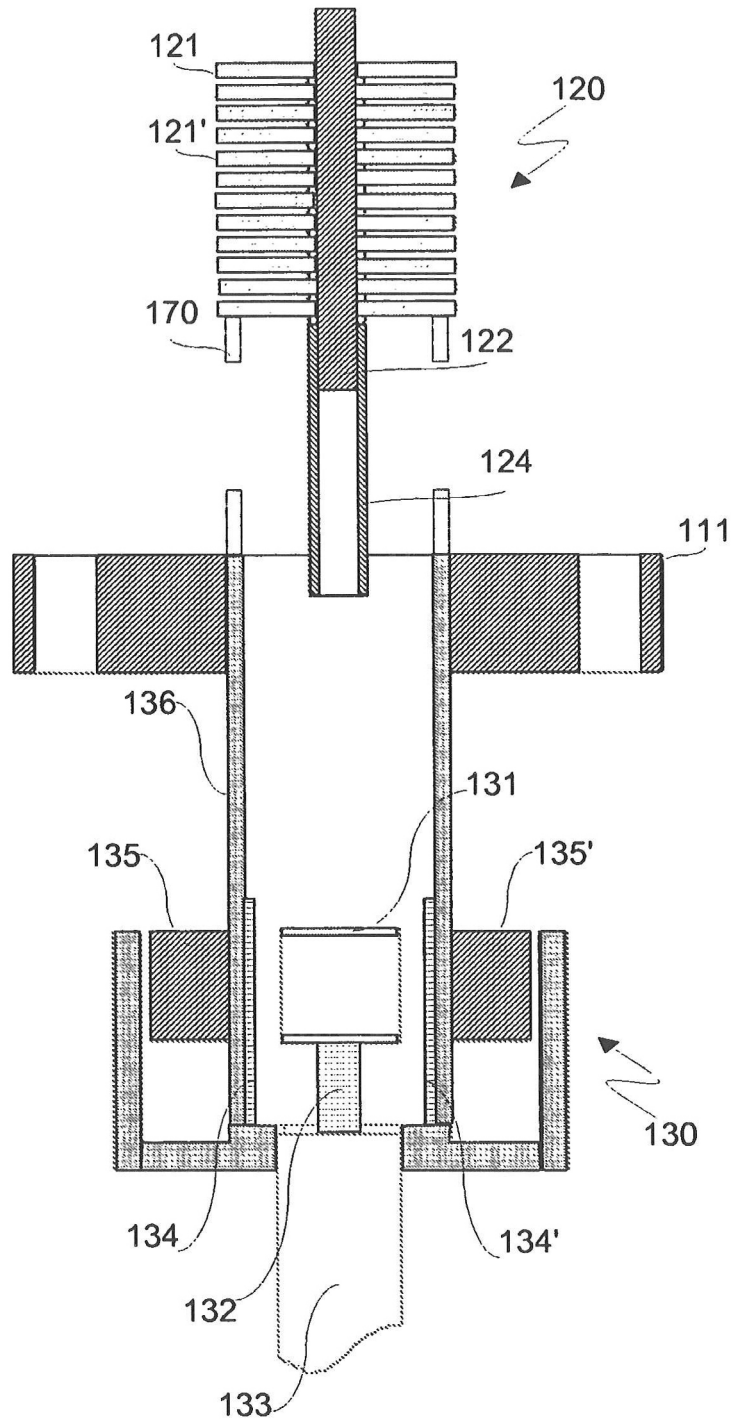


Fig.2a

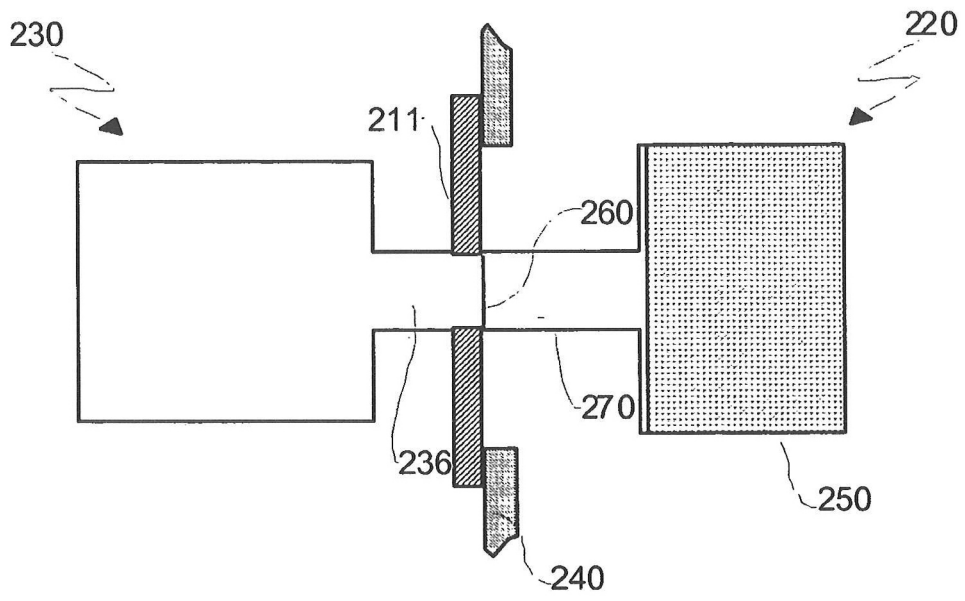


Fig.3

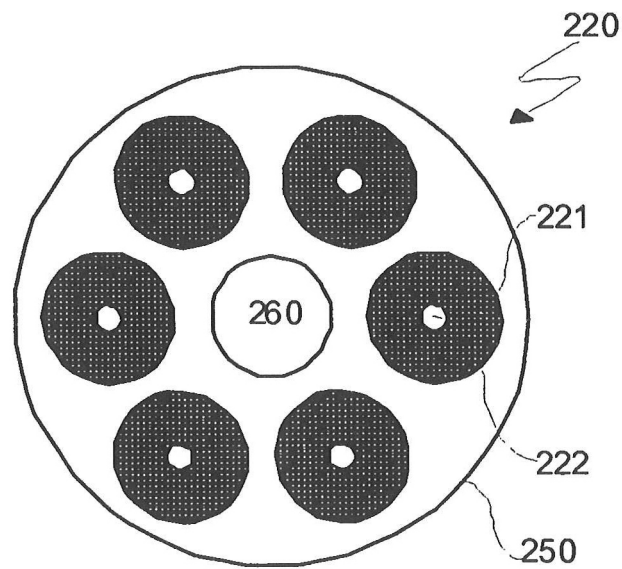


Fig.4