



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 294 902**

② Número de solicitud: 200502620

⑤ Int. Cl.:  
**G01N 21/01** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **27.10.2005**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2008**

Fecha de la concesión: **23.01.2009**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.02.2009**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**16.02.2009**

⑰ Titular/es:  
**Consejo Superior Investigaciones Científicas  
c/ Serrano, 117  
28006 Madrid, ES  
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial**

⑱ Inventor/es: **Martín Gago, José Ángel;  
Gómez Elvira, Javier;  
Mateo Martí, Eva;  
Prieto Ballesteros, Olga y  
Sobrado Vallecillo, Jesús Manuel**

⑳ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Máquina, y método de utilización, para reproducir de forma controlada las condiciones de presión, temperatura e irradiación de ambientes superficiales o atmósferas planetarias.**

㉑ Resumen:

Máquina, y método de utilización, para reproducir de forma controlada las condiciones de presión, temperatura e irradiación de ambientes superficiales o atmósferas planetarias.

Se presenta una máquina, o entorno cerrado, en cuyo interior, se pueden reproducir condiciones ambientales escogidas (presión parcial de cada componente gaseoso y temperatura) muy bien controladas y verificables y donde también irradiar una determinada muestra en estudio. En esta instalación se pueden reproducir las diversas reacciones químicas y/o bio-químicas que tienen lugar en la superficie terrestre, en el espacio externo, en las atmósferas de los distintos planetas del Sistema Solar o en otros entornos ambientales ya sean reales o imaginados. El interés actual por el conocimiento profundo y conservación de nuestro medio ambiente gaseoso es el objeto de esta invención. Los previstos sectores de aplicación, son: aeronáutico, astronáutico, geológico, medio ambiental, ciencia de los materiales y catálisis.

ES 2 294 902 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Máquina, y método de utilización, para reproducir de forma controlada las condiciones de presión, temperatura e irradiación de ambientes superficiales o atmósferas planetarias.

5

### Sector de la invención

Esta invención concierne, en un primer aspecto, a una máquina, en cuyo interior se reproducen condiciones ambientales escogidas (presión parcial de cada componente gaseoso y temperatura) muy bien controladas y verificables, donde irradiar una determinada muestra en estudio y así repetir en un laboratorio las diversas reacciones químicas y/o bio-químicas que tienen lugar en el espacio externo, en las atmósferas de los distintos planetas del Sistema Solar o en otros entornos ya sean reales o ficticios. Esta invención pretende, por su versatilidad conceptual y, sobre todo, por estar constituida por tecnologías y equipamiento actual, simular ambientes muy distintos; tanto, podría ser, el del planeta Tierra como algún otro de una composición química atmosférica radicalmente diferente y también, finalmente, las condiciones existentes en el medio interplanetario. Los previstos sectores de esta invención son: aeronáutico, geológico, astrobiológico, medio ambiental y de la ciencia de los materiales. Igualmente, esta patente también tiene aplicación directa como instalación de medida y control en laboratorios o empresas de fabricación de catalizadores con implicaciones medioambientales.

### Estado de la técnica

El interés de nuestra Sociedad por la conservación y protección de la capa gaseosa que envuelve nuestro planeta ha sido, por fortuna, una realidad desde hace ya muchos años. Recientemente, las Naciones Unidas han plasmado este interés en el Protocolo de Kyoto que es el primer planteamiento mundial para poner un límite a la emisión de los gases responsables del cambio climático, gases que son producidos por actividades industriales y humanas (antropogénicas). Siguiendo esta corriente de opinión, las más importantes compañías del sector industrial ligado a la producción de energía eléctrica y, sobre todo, a las compañías fabricantes de combustibles utilizados en el transporte de superficie y la aviación, han comenzado proyectos de investigación que abarcan un temario muy extenso el cuál va desde las labores para tratar de encontrar catalizadores con los que eliminar, reducir o, al menos, no aumentar, la producción incontrolada de los gases contaminantes y de los denominados de “efecto invernadero”, como a estudios de reacciones entre compuestos en la fase gaseosa (química atmosférica). Se debe citar en este punto los trabajos que se han venido haciendo para eliminar de los productos finales de la combustión, el ión sulfúrico, responsables de la denominada “lluvia ácida”.

Se cita aquí también los trabajos de científicos e investigadores que con el objetivo de ampliar conocimientos básicos han fijado su atención en las atmósferas de cuerpos planetarios, (Marte, principalmente por su actualidad, Europa, y Tritón, satélites de Júpiter y Neptuno, respectivamente). Se refiere en concreto al fructífero, e interesante, campo de la planetología donde todo nuestro conocimiento actual se debe tan sólo a los datos recogidos durante las aproximaciones de sondas no tripuladas a Marte como: Mariner, Viking, Mars pathfinder, y al sistema solar exterior como: Voyager y Galileo. El aporte al conocimiento fundamental extraído de estos proyectos es verdaderamente ingente y espectacular, aunque, en este caso, la toma de datos por medio de ingenios automáticos tan solo permite a los investigadores tener una visión pasiva o de conjunto de la atmósfera en cuestión dado que no les es posible realizar experimentos debidamente programados por ellos. Por esta razón, en el momento presente, se impone un cambio hacia una estrategia menos pasiva y, por ello, recientemente, diversas agencias oficiales (la NASA “Nacional Aeronautic Space Administration” y la ESA “European Space Agency”), han empezado a desarrollar proyectos de investigación en los cuales se empieza a percibir el empleo de cámaras o recintos controlados en donde simular atmósferas o ambientes para experimentar en química atmosférica y bioquímica, así como también, ensayar nuevos materiales sometidos a condiciones extremas de presión y temperatura.

A pesar de todo lo que se viene diciendo, no existen, a fecha de hoy, en las base de datos o bibliotecas, patentes que describan cámaras o recintos donde simular ambientes, planetarios. Todo lo más, algunas universidades y centros oficiales de investigación han puesto en marcha proyectos con sencillas cámaras de simulación que por lo general están pensadas, y realizadas, para un muy determinado ambiente planetario. Casi todas están concebidas, en general, para el estudio o tratamiento de aspectos muy determinados y parciales de la química atmosférica en condiciones de presión y temperatura limitadas. Tan sólo merecería citarse aquí el proyecto ANDROMEDA de la universidad de Arkansas (USA) en el cual se está comenzando a hacer algunos experimentos de astrobiología simulando la atmósfera marciana.

Se presenta esta patente de invención con los dos objetivos antes descritos, a) experimentación en el laboratorio de reacciones químicas en la interfase superficie sólida-gas bajo las condiciones de presión, temperatura e irradiación similares a las que se encuentra en un cuerpo planetario o en el espacio, y b) estudio o recreación de las condiciones de composición, presión y temperatura e irradiación en que se encuentran las actuales atmósferas planetarias.

### Descripción de la invención

#### Breve descripción

La máquina de simulación de atmósferas planetarias que se presenta ha sido concebida para permitir a los operadores de manera flexible y versátil: (a) reproducir las condiciones de presión y temperatura de atmósferas planetarias, (b)

## ES 2 294 902 B1

someter a la muestra en estudio a diferentes tipos de irradiaciones, y (c) caracterizar mediante espectroscopia de Infrarrojo (IR) y Ultravioleta (UV) los diferentes cambios químicos que se originen como consecuencia de la atmósfera, irradiación y de la temperatura. Presenta ciertas características buscadas teniendo en cuenta los objetivos científicos (reacciones catalíticas, observaciones biológicas) y atmósferas que se quieren simular. Como aportación fundamental tiene un porta-muestras que puede albergar un cultivo biológico sencillo (bacterias) o una muestra sólida como una zeolita. El rango de presión conseguido en la cámara abarca valores comprendidos entre  $10^{-9}$  mbar (simulación de las atmósferas planetarias) a 1 atmósfera (química ambiental terrestre). Este extenso rango de presión, son 12 órdenes de magnitud, se logra haciendo pequeños cambios, previstos en el diseño que a continuación se describirá (juntas de unión y ventanas de observación), manteniendo la disposición general de la máquina. La composición atmosférica deseada por el experimentador es producida por la mezcla de gases que se elija en cada experimento particular: La temperatura en la muestra es escogida, *a priori*, para cada reacción en tratamiento y puede fijarse en el rango entre 4-325 K. Para el estudio en condiciones lo más reales que nos sea posible, se han incorporado en la instalación diversas fuentes de radiaciones que incluyen UV, electrones e iones (de gases nobles). Para el debido control de constantes medio-ambientales se dispone de un espectrómetro de masas, un diodo de silicio y manómetros de presión, así como para la medida de parámetros definidos en el análisis químico se contará con las técnicas *in situ* de espectroscopia infrarroja (IR) y de Ultravioleta (UV) u otras cualquiera que la tecnología de medida nos pueda proporcionar en el futuro.

Así, la máquina se controla por el experimentador, en todo momento, de manera precisa y computerizada, tanto en las presiones parciales de cada gas componente de la atmósfera en estudio, como la temperatura de la muestra que se está estudiando. Además, permitirá de forma flexible irradiar la muestra en estudio con radiación ultravioleta o un haz de iones o electrones, de hasta 5 KeV, así como realizar análisis *in-situ*, de manera a seguir los cambios químicos y estructurales producidos sobre la muestra en estudio en estas condiciones.

Dicho de modo esquemático, las especificaciones técnicas que hacen de esta máquina una herramienta única en el mercado, son las siguientes:

- La presión parcial de cada gas en la atmósfera puede controlarse de manera independiente desde 1000 a  $5 \times 10^{-9}$  mbar, es decir, en 12 ordenes de magnitud.
- La temperatura puede oscilar entre 4 y 325 K.
- La composición gaseosa esta monitorizada mediante un analizador de gas residual que permite una precisión aproximada de ppm (partes por millón).
- Tiene un porta muestras extraíble a voluntad que admite muestras desde 5 a 35 milímetros de diámetro y 10 milímetros de espesor. En caso de muestra en polvo, el tamaño de grano debe ser superior a  $3 \mu\text{m}$ .
- Una vez que la muestra está en las condiciones de presión y temperatura prefijadas puede irradiarse con distintas fuentes. Como ejemplo se ha diseñado fuentes de iones y electrones de hasta de E KV, radiación ultravioleta de lámpara de Deuterio (200-400 nanómetros) y de iones (longitud de onda fija-  $\approx 20$  nanómetros) de diferentes gases nobles.
- La muestra se caracteriza y controla, *in-situ*, mediante espectroscopia IR y de UV.

Bien entendido que en los experimentos realizados bajo condiciones denominadas “terrestres” (“alta” presión atmosférica, “alta” temperatura) sólo nos será posible utilizar la fuente de radiación ultravioleta mediante lámpara de deuterio, inutilizando las demás.

Mediante esta instalación se pueden llevar a cabo experimentos en diversos campos de la química, geología y de la biología, como son:

- 1) Cambios de composición atmosférica bajo condiciones controladas.
- 2) Cambios de fase cristalina y resistencia de materiales y minerales.
- 3) Crecimientos o disminución de colonias bacterianas sometidas a radiación y/o condiciones medio ambientales diversas.

### Descripción detallada

La máquina prototipo presentada en esta invención está compuesta por los siguientes elementos o partes diferenciadas:

- a) Cámara de vacío para realización de procesos (cámara atmosférica o principal). (Fig. 1)
- b) Sistema de generación, de baja presión (vacío), según aplicación y medida de este parámetro.

## ES 2 294 902 B1

c) Unidad de introducción de muestras (manipulador o trasladador) y criostato.

d) Fuentes de descarga, para irradiación de muestras.(Fig. 1,II(g))

5 e) Fuente de deuterio.(Fig. 1,II(a))

f) Sistema de análisis de gases, y

g) Sistema de entrada de gases.(Fig. 1,II(d))

10

a) *Cámara de vacío para realización de procesos o cámara principal*

Está fabricada en acero inoxidable, totalmente limpia y desgasificada, para alcanzar una presión  $< 5 \times 10^{-9}$  milibares. Posee en su contorno las correspondientes camisas calefactoras para desgasificación previa del recinto interior. Las dimensiones son: 50 centímetros de largo y 40 centímetros de diámetro (Fig. 1,I-II).

15

b) *Sistema generación de vacío, según aplicación y medida de este parámetro*

Para poder conseguir las condiciones de ultra alto vacío requeridas ( $< 10^{-8}$  milibar) y considerando el volumen de la cámara, es necesario emplear un grupo de bombeo turbomolecular-drag de alta capacidad de bombeo.

20

El sistema de generación de baja presión vacío se compone de:

- Bomba turbo-molecular, con una capacidad de bombeo de 920 l/s
- Unidad de control de la bomba turbo-molecular, con posibilidad de regulación de la velocidad de giro.
- Bomba rotativa de doble etapa, con una capacidad de bombeo de 35 m<sup>3</sup>/h.
- Válvula de guillotina motorizada, con regulación de conductancia, que permite estrangular la válvula para trabajar a  $10^{-2}$  mbar.
- La medición de vacío en la cámara se realiza con un sensor combinado Pirani-Penning, con rango de medida desde 1000- $5 \times 10^{-9}$  mbar.

25

30

35

Según los objetivos apuntados en líneas precedentes, se han tenido que superar ciertas dificultades técnicas. El más importante obstáculo, es conseguir una instalación capaz de operar, con los necesarios cambios mínimos, a presiones variables en un rango de 12 ordenes de magnitud, permitiendo el estudio de la atmósfera de satélites que casi no la poseen (Europa), el de planetas con atmósfera de baja densidad (Marte) y llegar hasta el caso terrestre.

40

Algunas bridas se han dejado vacías (sin instrumentación, ciegas) para futuros desarrollos. El método para simular una atmósfera en particular es el siguiente: los gases deseados se mezclan en un tubo de acero (manifold) hasta la proporción requerida, controlado mediante flujómetros individuales para cada gas. La composición gaseosa (presión parcial de gas) es monitorizada constantemente mediante un espectrómetro analizador de gas residual, el cual fija la presión parcial deseada de cada gas utilizando el correspondiente flujómetro. La temperatura de la muestra es regulada con un sistema de enfriamiento mediante helio líquido que está conectado al soporte del portamuestras. Diferentes fuentes de irradiación pueden ser usadas en presiones típicas en el rango de Marte (rango de unos pocos mbar) para ello es necesario utilizar un sistema de bombeo diferencial (Fig. 1, III), el cual asegura las condiciones correctas de funcionamiento de la fuente de irradiación. La presión parcial de vapor de agua puede ser calibrada y regulada. Esta pequeña presión parcial de vapor de agua podría ser importante para la mayoría de los procesos biológicos. La presión parcial de cada uno de los gases en el sistema experimental puede ser independientemente controlada y modificada en un rango de 9 órdenes de magnitud, rango desde 8 milibar hasta  $5 \times 10^{-9}$  milibar. Por consiguiente, el porcentaje de cada gas en la atmósfera simulada es continuamente monitorizado para seguir posibles procesos de condensación o desorción. Para alcanzar condiciones de altas presiones una válvula motorizada por pasos, controla la apertura de la bomba turbo-molecular de la campana principal.

50

55

c) *Unidad de introducción de muestras (manipulador o trasladador) y criostato. (Fig. 1,II(g))*

Se consideran en este apartado tres partes bien diferenciadas: criostato de helio líquido, manipulador y portamuestras con sensor de temperatura.

60

El criostato de Helio líquido, nos permite enfriar el porta-muestras para llegar a las temperaturas de los diferentes ambientes a simular, desde 325K a 4K. El paso de introducción o trasvase del helio líquido desde el Dewar al manipulador de muestras, se realiza a través de una barra de transferencia que está aislada térmicamente para reducir al máximo la evaporación del Helio. Dentro del criostato se coloca una resistencia de 50 Ohmios, que a través del controlador de temperatura nos permite alcanzar la temperatura programada. Para la medida de temperatura en el circuito del Helio líquido, hay un diodo de silicio, que se toma como referencia para realizar los ajustes necesarios que permitan alcanzar la temperatura requerida en el porta-muestras.

65

## ES 2 294 902 B1

En las condiciones de presión de 0,01 milibar existen fenómenos de conducción y radiación térmica. Para amortiguar estos efectos se coloca en las proximidades del porta-muestras un protector de radiación (radiation shield).

5 El manipulador de muestras o barra de transferencia (Fig. 1,II(h)) tiene adaptadas dos bridas DN 40 CF, sobre una pieza soporte, y en la posición intermedia acoplado un tubo flexible. El comprimir/expandir este tubo flexible hace que el porta-muestras se pueda desplazar en el interior de la cámara una distancia de 150 milímetros en dirección horizontal. Esto nos permite colocar la muestra para ser irradiada en el eje de la fuente de deuterio o en el orificio de las fuentes de descarga.

10 El porta-muestras, construido en cobre con tratamiento especial para garantizar máxima conducción térmica, tiene acoplado un diodo de silicio para la medida de la temperatura. Este porta-muestras viene preparado con una rosca especial para garantizar el mejor contacto posible con el crisol, y evitar de esta forma gradientes de temperatura. Se han preparado tres clases de crisoles que permiten trabajar con distintos tipos de muestras (crisol 1 con 38 mm diámetro y 4 mm profundidad, crisol 2 con 8 milímetros de diámetro y 2 milímetros de profundidad, crisol 3 dimensiones similares a crisol 1 pero con un orificio en el centro que permite hacer medidas en modo de transmitancia).

### d) Fuentes de descarga, para irradiación de muestras (Fig. 1, II (b))

20 La fuente de descarga ultravioleta y los cañones de iones y electrones requieren una presión  $< 5 \times 10^{-6}$  milibar para poder funcionar. En el caso de presiones iguales a 0,01 milibar, ha sido necesario preparar un sistema con doble bombeo diferencial que permita alcanzar, en la cámara donde se adaptan estas fuentes, presiones entre  $5 \times 10^{-6}$ - $10^{-8}$  milibar. Un esquema de la cámara de bombeo diferencial se muestra en la figura 2.

25 En la primera cámara (Fig. 2(a)), el bombeo diferencial se realiza con la bomba turbo-molecular 2, con una capacidad de bombeo de 60 litros/segundo y una bomba rotativa 2 de doble etapa, con una capacidad de aspiración de 2,5 m<sup>3</sup>/hora.

30 En la segunda cámara (Fig.2(b)), donde se adaptan las fuentes de descarga, se hace vacío con otra bomba turbo-molecular 3, con una capacidad de bombeo de 210 litros/segundo y una bomba rotativa de doble etapa 3, con una capacidad de 5 m<sup>3</sup>/h. La medida de vacío se realiza con un sensor combinado Pirani/Penning.

El vacío diferencial entre esta segunda cámara y la anterior se consigue a través de un orificio de 2 milímetros, que puede ser intercambiable por otro de mayor (4 mm.) o menor diámetro (0.5 mm.).

35 Las fuentes de descarga acopladas a la cámara de bombeo diferencial (o irradiación) son las siguientes: cañón de electrones, cañón de iones y fuente Ultravioleta de descarga.

Uno de los retos técnicos resueltos en esta invención es el uso de fuentes de irradiación en simulación de atmósferas a presiones elevadas. Para poder usar fuentes de irradiación que requieren el encendido de un filamento para irradiar, la presión debe ser del orden de  $10^{-6}$  milibar. Para planetas con una presión total del orden de  $10^{-2}$  milibar, como Tritón, en principio es imposible estudiar los cambios en la superficie debidos a la irradiación usando este tipo de instrumentación. En principio, a esta presión ni el cañón de electrones ni el de iones podrían ser encendidos. Este problema ha sido solucionado en este sistema de trabajo mediante el diseño de un sistema de bombeo diferencial en dos etapas. Primero, la cámara atmosférica (o campana principal) esta separada del compartimiento donde se ubican las fuentes de irradiación mediante un orificio de salida de 2 milímetros de diámetro. El diseño del sistema de bombeo es mostrado en la figura 2. Entre el compartimiento de la fuente y la cámara atmosférica (campana principal) existe una segunda etapa de bombeo, donde la apertura variable del orificio controla la presión parcial en el compartimiento de irradiación. Cuanto menor sea el diámetro del orificio de entrada, mejor será la presión en la cámara de irradiación, haciendo posible el estudio del fenómeno de irradiación en planetas con alta presión (en la cámara principal o atmosférica). Además, orificios de diámetro pequeño también reducen (minimizan) el área irradiada. El orificio de entrada puede ser cambiado, desatornillando un pequeño disco de cobre de la brida del compartimiento de las fuentes de irradiación. Se ha usado discos con 3 diámetros diferentes por ejemplo: 0.5, 2 y 4 milímetros. Se ha estimado, y experimentalmente confirmado, que a una presión de  $10^{-2}$  milibar en la cámara atmosférica, usando un orificio de entrada de 2 mm. se obtiene una presión total de  $10^{-6}$  milibar en el compartimiento de las fuentes. Se ha estimado que la presión más alta (en cámara principal) que permite irradiar es aproximadamente de 1 milibar. Las fuentes de irradiación están diseñadas para obtener la distancia focal en el orificio (apertura) de entrada, de esta manera la mayoría de la radiación puede pasar a través de la configuración de doble salida (con dos orificios). Para irradiar la muestra mediante alguna de estas técnicas, se mueve (se traslada) la muestra mediante una traslación lineal, colocándola en el orificio de salida. Una limitación es que el área irradiada es algo mayor que los 2 mm. de diámetro del orificio. Para irradiar planetas con presiones totales menores que  $10^{-6}$  milibar, no es necesario el uso del disco de cobre en el orificio de entrada, y por tanto el disco de cobre puede ser desatornillado y quitado para ganar eficiencia.

### e) Fuente de Deuterio (radiación ultravioleta)

65 A la brida superior de la pieza en T, se ha adaptado la fuente de deuterio, para que verticalmente salga el haz de luz ultravioleta en dirección a la muestra. Para concentrar el haz de luz, a la salida de la lámpara se coloca una lente convergente. De esta manera se garantiza que llegará el haz de luz concentrado en un diámetro aproximado de unos 25 milímetros.

## ES 2 294 902 B1

En el centro de la pieza en T, hay colocado un divisor de haz. Su función es reflejar parte de la luz en un ángulo de 90° y permitir transmitir la mayor intensidad posible a la muestra. Para medir la intensidad de la luz reflejada se sitúa un espectro-radiómetro en la brida colocada perpendicular a la fuente de emisión. En la figura 3 se muestra la configuración del sistema mediante irradiación UV, tanto para medidas en reflectancia como en el caso de transmitancia.

### f) Sistema de análisis de gases

El sistema de análisis de gases por espectrometría de masas cuadrupolar se compone de: espectrómetro de masas, cámara de análisis, grupo de bombeo turbo-molecular, medidor de vacío y válvula de aislamiento entre cámara de proceso y cámara de análisis. El sistema de análisis se adaptará a la brida (e) de la figura 1, II.

El sistema de análisis realizará las siguientes funciones:

- Monitorización de los gases de proceso.
- Análisis de gases residuales en cámara principal.
- Verificación y detección de fugas.
- Determinación de muestras gaseosas producidas durante el proceso de descarga.

Debido a que en el sistema de análisis se requiere trabajar a presiones  $<10^{-4}$  milibar, se requiere una válvula que tiene las siguientes adaptaciones especiales:

- Bypass-1 con orificio de mínima conductancia para trabajar en condiciones de presión 7 mbar.
- Bypass-2 con orificio de conductancia media para trabajar en condiciones de presión de 0.01 mbar. En las dos situaciones anteriores, la válvula de guillotina o de aislamiento estará en posición cerrada.
- La válvula estará abierta (con los bypass cerrados) cuando se tengan atmósferas de presión  $10^{-8}$  milibar y se quiera ver la composición de gases residuales en la cámara principal o hacer detección de fugas.

### h) Sistema de entrada de gases

El sistema de preparación de muestra para entrada de gases en cámara de proceso, se compone:

- Manifold-1 de mezcla de gases y vapor de agua.
- Manifold-2 de mezcla de gases.
- Válvula de regulación de entrada de gases a cámara de proceso.

En el manifold-1 se mezclan los gases y el vapor de agua. Existe la entrada de la mezcla de gases a través de línea lateral conectada a la botella de mezcla con una válvula dosificadora en posición intermedia. Por el otro lateral está colocado el medidor de flujo másico para vapor de agua. Los gases y el vapor de agua se mezclarán en el vaporizador colocado en la línea vertical e irán directamente al segundo manifold y, posteriormente, a la válvula de regulación.

En el manifold-2 usado solamente para la mezcla de gases, se tienen las válvulas que separan la línea de entrada de las botellas de mezcla de gases. Para aislar el primero y segundo manifold hay una válvula de bola. Este segundo manifold conecta directamente con la válvula de regulación.

La unidad de control de entrada de gases en cámara principal se compone de:

- Unidad electrónica de medida de vacío y control de regulación de flujo.
- Válvula dosificadora de gas con regulación automática de flujo.
- Medidor de vacío, adaptado en cámara principal, que nos da la señal del valor de presión requerida en cámara de proceso.

Para conseguir las características técnicas de este equipo, se han tenido que resolver varios problemas tecnológicos. Primeramente, se ha diseñado la campana utilizando cierres de ultra-alto vacío, lo que permite poder estudiar cuerpos planetarios con presiones muy bajas como Europa. En segundo lugar, y para poder irradiar en condiciones como las de Triton con radiaciones de electrones e iones, se ha diseñado un sistema de bombeo diferencial en varias etapas, de manera que la presión total en la zona donde se enciende el filamento de la fuente de electrones o iones sea del orden de  $10^{-6}$  mbar. Esto se consigue mediante el uso de un orificio, por donde sale la radiación y que hace de "cuello" para la difusión de los gases desde la cámara principal hasta la zona donde están las fuentes de irradiación.

## ES 2 294 902 B1

Presiones estables en condiciones marcianas se consiguen mediante un motor paso a paso que cierra de manera controlada una válvula de guillotina sobre una bomba CF-500. El cierre de la válvula posibilita regular la presión total con precisión.

5 Los gases de la atmósfera que se quiere reproducir son mezclados y controlados mediante controladores de flujo independientes. La temperatura es regulada por un criostato de He, especialmente adaptado para poder ubicar diferentes tipos de muestras (minerales, mono-cristales, etc.).

10 Existen otras instalaciones en el mundo de cámaras ambientales, la mayoría concebidas únicamente para simular el planeta Marte, pero en ellas no existe un control preciso sobre las presiones parciales individuales de cada gas, ni sobre la temperatura, ni consiguen condiciones estables de funcionamiento, y sobre todo no permiten irradiar y analizar *in-situ*.

### Descripción de las figuras

15 Figura 1.- Esquema de la cámara de vacío o principal:

I) Diseño de la cámara de vacío o principal. El prototipo diseñado se puede describir como un cilindro cuyas dimensiones son: 500 mm. de longitud y 400 mm. de diámetro

20 II) Cámara de vacío o principal en detalle:

(a) lámpara UV de deuterio

25 (b) fuentes de irradiación (UV, electrones, iones)

(c) doble bombeo diferencial

(d) entrada de gases

30 (e) cuadrupolo en RF

(f) salida espectro de transmitancia de la lámpara UV de deuterio

35 (g) portamuestras con sistema de refrigeración de He líquido

(h) barra transferencia en Z

40 (i) salida infrarrojo

III) Sección lateral de la cámara de bombeo diferencial (o irradiación) donde se acoplan las fuentes de descarga.

(j) segunda etapa bombeo diferencial

45 (k) cámara atmosférica:

$$1 \text{ mbar} < P < 5 \times 10^{-9} \text{ mbar}$$

$$4^\circ\text{K} < T < 325^\circ\text{K}$$

50 Figura 2.- Plano de la sección lateral de la cámara de bombeo diferencial (o irradiación) donde se acoplan las fuentes de descarga (cotas en milímetros).

(a) primera cámara y (b) segunda cámara

55 Figura 3.- Esquema de medidas de UV en configuración de reflectancia y en modo transmitancia.

Figura 4.- Gráficas de la simulación de las condiciones de Marte: a) Introducción de los gases, y, b) enfriamiento de la muestra a 150°K.

60 Figura 5.- Gráficas de la simulación de las condiciones de Europa: a) se enfría la muestra a 50°K, y, b) introducción de los gases.

Figura 6.- Gráfica de la simulación de las condiciones de la atmósfera de Tritón.

65

### Ejemplos de aplicaciones de esta invención

Esta invención es aplicable en todas aquellas disciplinas técnicas y científicas que requieran un montaje o accesorio práctico donde llevar a cabo un control preciso de unas determinadas, o bien escogidas, condiciones atmosféricas y que ahí, dentro de esa cámara, se puedan comprobar o monitorizar diversos procesos químicos o biológicos. Si bien la motivación inicial en el planteamiento de la máquina que constituye esta invención estuvo relacionada, en principio, con el estudio de superficie de atmósferas planetarias, posteriormente, también se le han encontrado aplicaciones de interés en otros campos, citando, por ejemplo, en el de la biología (estudio de la resistencia de bacterias extremófilas), en la resistencia de materiales en determinadas atmósferas y sometidos a irradiación y en procesos de química atmosférica terrestre relacionada con la protección del medio ambiente terrestre.

De modo esquemático, los pasos a seguir para reproducir una determinada atmósfera en la cámara principal son los siguientes: después de cerrar y bombear la cámara principal de la máquina se introduce a través de la válvula situada en el manifold 2, las cantidades escogidas de los gases, acto seguido se enfrían estos hasta la temperatura de helio líquido. Alcanzada esta temperatura mediante una resistencia calefactora, localizada en el porta-muestras, el sistema de control eléctrico estabiliza la temperatura hasta el valor deseado. Este sistema de retroalimentación también permite que se programen ciclos de temperatura como “el noche y día” o cambios estacionales.

Las muestras se colocan en posición horizontal en el pocillo (cubeta), de manera que es posible estudiar materiales poco cohesivos. Cristales, arenas, resinas, rocas y minerales están entre las posibles muestras que pueden ser introducidas en el sistema. La temperatura de la muestra puede ser controlada desde 4 a 325 K mediante dos fotodiodos (diodo de silicio) colocados en un lateral del porta-muestras en contacto con la muestra sólida.

A continuación se va a describir posibles ejemplos de a aplicaciones de esta invención. Se trata de reproducir las condiciones ambientales de varios entornos planetarios con el fin de una aplicación práctica. Los temas seleccionados a modo de ejemplo presentan un amplio rango de presiones atmosféricas y de temperatura así como situaciones de irradiación (dosis y elemento irradiante) diferentes.

#### Ejemplo 1

##### *Química atmosférica. Mesosfera y quimiosfera terrestres*

Una de las aplicaciones de esta máquina es el estudio de reacciones químicas que tienen lugar en las capas altas de la atmósfera terrestre, estas reacciones pueden ser debidas tanto a fenómenos naturales como reacciones en las que se ven implicados contaminantes que se vierten en la atmósfera. El estudio permite la monitorización de los posibles productos químicos de reacción como consecuencia de los efectos de la radiación.

Relacionado con el estudio de las diferentes capas de la atmósfera, es interesante la simulación de la Mesosfera, ya que su estudio se ha visto dificultado por el hecho de que es demasiado alta para globos sonda pero demasiado baja para los satélites artificiales (se emplean cohetes) por tanto simulaciones de esta capa atmosférica (200 K y 80 Km de altura) pueden aportar nueva información a fenómenos que tengan lugar en dichas condiciones. También sería interesante la simulación de las capas atmosféricas llamadas quimiosfera e ionosfera es una región de poca densidad donde se absorben las radiaciones de alta energía, del UV lejano, estas radiaciones dan lugar a reacciones químicas diferentes, como reacciones de fotodisociación y de ionización plausibles de estudio.

Para realizar trabajos en estos temas, se bombea la cámara principal siguiendo el protocolo experimental descrito en líneas anteriores hasta una presión atmosférica entre 1 y 0.01 mbar en el caso de la quimiosfera y entre  $10^{-2}$  y  $10^{-9}$  mbar en el caso de la ionosfera. La temperatura de la muestra se lleva al valor de estudio 200 K.

Para estudios de reacciones en la interfase sólido-gas (catálisis) la muestra se deposita en el pocillo porta-muestras se lleva hasta la temperatura en estudio. La muestra se somete a diferentes composiciones atmosféricas. El espectrómetro de masas hace una medida de la composición del gas en ausencia de muestra catalítica y después de haber sido introducida esta. La superficie catalítica es irradiada por ejemplo con iones utilizando el cañón de iones.

Desde el punto de vista medioambiental se pueden simular estudios de cambios químicos producidos mediante irradiación UV en una atmósfera de ozono y vapor de agua. También se puede aplicar a la formación de ozono; el ozono estratosférico se produce cuando la energía del sol rompe moléculas de gas de  $O_2$  en átomos de O. Después, estos átomos de O se unen con otras moléculas de  $O_2$  para formar la molécula de  $O_3$ , ozono.

Cabe mencionar también una de las principales aplicaciones de la instalación como sin ulador de la composición de la atmósfera terrestre primigenia o prebiótica y estudio de los posibles productos de reacción. En este caso particular la composición de la atmósfera dentro de la cámara estaría compuesta por los gases  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $H_2$ , principalmente.



Ejemplo 2

*Radiación espacial*

5 En este ejemplo se engloban procesos de simulación como: radiación de partículas en el medio interestelar (polvo interplanetario) para ver su posible alteración, irradiación de hielos de cometas. Un caso concreto es la simulación de irradiación de hielos interestelares mediante radiación ultravioleta en las siguientes condiciones  $10^{-9}$  mbar y 10 K, en estas condiciones se puede estudiar el efecto de la radiación UV, analizando la posible formación de radicales y compuestos orgánicos.

10 Para irradiar la muestra en estudio con radiación UV se dispone de la fuente de Deuterio situada a una distancia de 45 cm sobre la muestra (ver figura 1). La determinación de la dosis o tiempo de irradiación se mide mediante el espectro-radiómetro. La presión parcial de los gases se monitoriza mediante el espectrómetro de masas situado en un compartimento acoplado a la cámara atmosférica. La presión total a la que se realiza el experimento es de  $10^{-9}$  mbar y se mide con un manómetro situado en la campana atmosférica. La temperatura de la muestra es de 10K y se mide mediante diodo de silicio colocado en el portamuestras.

15 En este campo del estudio de materiales especiales con aplicaciones en la tecnología espacial, esta máquina también presenta la posibilidad de comprobar o verificar sensores o materiales que vayan a ser utilizados en condiciones de radiación espacial (misiones espaciales, satélites, sondas automáticas). Un ejemplo concreto sería la simulación de las condiciones a las que esta sometida la estación espacial internacional (ISI) a 400 Km. en órbita de la Tierra (presión de vacío y temperaturas desde 116 K hasta 152 K).

Ejemplo 3

25 *Físico-química de materiales y de procesos geológicos en cuerpos planetarios*

30 En esta maquina presentada en esta invención se simulan o reproducen los diferentes procesos geológicos que afectan a la renovación de la superficie y la dinámica interna de un objeto planetario en la actualidad o en otros periodos geológicos y sus implicaciones astrobiológicas. Además, de planetas y meteoritos rocosos, se pretende el estudio de la geología de otros objetos con superficie sólida químicamente diferente como los satélites del sistema solar exterior. Los materiales geológicos se pueden generar, en ocasiones, en el interior de la cámara de simulación, como por ejemplo clatratos de gas a partir de fase de vapor. Otras veces el experimento se llevará a cabo en un sustrato geológico previo. Mediante técnicas analíticas como espectrometría de masas, espectroscopia de IR y UV, disponibles en la maquina, se puede controlar cómo ocurren las reacciones químicas y cómo afectan los resultados a los procesos geológicos y qué implicaciones sobre la astrobiología conllevan. Mediante el uso de espectroscopia infrarroja se puede realizar la comparación de las señales interesantes con los datos provenientes tanto de los sensores espaciales como de observatorios terrestres.

40 La formación de minerales y rocas en condiciones extraterrestres se pueden lograr en la máquina objeto de esta Patente. Ejemplos concretos de minerales de alto interés para los geólogos, son los siguientes:

- Clatratos de gas a partir de sustratos con propiedades físico-químicas diferentes.
- 45 - Evaporitas y carbonatos en Marte y en condritas carbonaceas. Evaluación de la hipótesis de formación de estos minerales con presencia de fases del agua no líquida.
- Moléculas orgánicas en el sistema solar. Estabilidad en superficies planetarias.

50 Una ampliación de este estudio lo constituye la simulación de la generación de estructuras geológicas planetarias de particular interés:

- Evolución de estructuras relacionadas con la congelación/descongelación de hielos en Marte.
- 55 - Terrenos caóticos en superficies con hielos en el sistema solar. Estudio de la destrucción catastrófica de capas de hielos de clatratos y análisis de las morfologías resultantes.

Otros estudios posibles son la evaluación de procesos de alteración exógena de materiales planetarios.

60 Fotoquímica. Estudio de la alteración de materiales de las superficies planetarias por exposición a diferentes tipos de radiación: UV, partículas cargadas, radiación cósmica. Cálculos de tasas de alteración para establecer cronología de materiales afectados por estos procesos.

65 Alteración de materiales por variación de parámetros físicos (ej. despresurización). Permanencia de los materiales metastables en las nuevas condiciones extremas).

Ejemplo 4

*Experimentos biológicos. Astrobiología*

5 Los experimentos que implican la exposición de organismos a la superficie de los planetas de nuestro sistema solar se ven restringidos, en ocasiones, por las condiciones de baja humedad en el ambiente, por las condiciones de baja presión o incluso de alto vacío. En este equipo se pueden realizar diferentes experimentos para estudiar la respuesta de organismos previamente escogidos y ocasionalmente modificados, a las nuevas condiciones de alta radiación, composición atmosférica diferente, además de temperatura y presión extremas.

10 Se han realizado primeros ensayos para detectar el posible metabolismo de algunos microorganismos en el ambiente de la superficie de Marte. Las preparaciones biológicas están compuestas por microorganismos en estado vegetativo aunque también se podría realizar con formas de resistencia (esporas). En el caso de las bacterias podrían ser de condiciones de crecimiento variables: extremófilos o modelos de ensayo de condiciones de vida no extremas. Preparación de muestras con inclusión de material biológico ya sea en estado vegetativo como en formas de resistencia, cultivos crecidos y desecados o bien rocas o minerales determinados donde se ha introducido material biológico de estudio para el ensayo de resistencia a condiciones de baja presión y alta radiación. Análisis de los mecanismos de protección que se puedan desarrollar en el organismo contra las adversas condiciones. Estudio del efecto de pigmentos para la supervivencia, respuesta metabólica a nivel molecular, detección de posibles nuevas actividades enzimáticas que permitan la colonización de este medio extremo. Una segunda aplicación englobada en este campo es el análisis de posibles biomarcadores que aparezcan por el metabolismo de los microorganismos en condiciones extremas.

Ejemplo 5

25 *Simulación de atmósferas planetarias. Planetología*

A continuación se va a describir como se reprodujeron las condiciones ambientales de tres cuerpos distintos del sistema solar en la máquina motivo de esta invención. Los tres objetos seleccionados varían en un amplio rango de presiones atmosféricas, así como diferentes temperaturas en cada superficie.

30 En este sistema de vacío se simulan las condiciones de 5 presión, temperatura, composición gaseosa y radiaciones existentes en Marte, Tritón y Europa.

| Planeta | Rango $T^a$ en superficie | Presión media en superficie | Gases atmosféricos  |
|---------|---------------------------|-----------------------------|---|
| Marte   | 150 - 280 K               | 7 mbar                      | CO <sub>2</sub> = 95%<br>N <sub>2</sub> = 2.7%<br>Ar = 1.6%<br>H <sub>2</sub> O = 0.6 % |
| Europa  | 50 - 140 K                | 10 <sup>-8</sup> mbar       | O <sub>2</sub>  |
| Tritón  | 38 K                      | 0,015 mbar                  | N <sub>2</sub> = 93%<br>CO = 4%<br>CH <sub>4</sub> = 3 %                                |

*Planeta Marte*

60 Desde la década de los años 70, la exploración en Marte ha revelado algunas de las propiedades atmosféricas y de superficie de este planeta (1, 2), por ejemplo sus constituyentes mayoritarios y el ambiente de radiación ultravioleta (3), los cuales son importantes restricciones para la vida. Valores de presión de 7 mbar son normalmente utilizados como valores medios de presión atmosférica del planeta, la temperatura presenta ciclos de rango desde 150 a 280 K debido a procesos estacionales en la actualidad. Tanto los valores de presión como las variaciones de temperatura pueden ser programados en nuestro sistema, lo que puede tener un particular interés para la simulación de procesos estacionales. Para alcanzar estos valores, primero se programó las presiones parciales de cada gas de manera que en la cámara se tuviera 95% CO<sub>2</sub>, 2.7% N<sub>2</sub>, 1.6% Ar y 0.6% de H<sub>2</sub>O con una presión total de 7 mbars. Para obtener esta presión, se tuvo que cerrar la válvula de la bomba turbo de la cámara principal hasta un 90% (o del todo, al cerrar del todo la guillotina

## ES 2 294 902 B1

se bombeó la cámara principal mediante la bomba de membrana), y parar las bombas turbomoleculares del bombeo diferencial en el compartimiento de las fuentes de irradiación. Esto impide la utilización de fuentes de irradiación en condiciones de la atmósfera de Marte. Las fuentes de irradiación se pueden utilizar en caso de simulaciones de Marte si se trabaja a una presión total de 1 mbar. En cualquier caso, es bien conocido que iones y electrones que provienen de los rayos cósmicos tiene una acción pequeña en la superficie de Marte. El proceso de programar (obtener) la atmósfera deseada para las condiciones de Marte dura alrededor de 5 minutos, como se muestra en la figura 4a. Una vez que la presión parcial de todos los gases esta estabilizada, se puede enfriar la superficie a 150K. Se ha conseguido estabilizar la temperatura en 15 minutos, como se muestra en la figura 4b. La variación u oscilación en las presiones parciales de los gases es debido al paso (proceso) de calentamiento, el cual induce adsorción y desorción de las moléculas.

### *Satélite Europa*

El satélite de Júpiter, Europa es un objeto planetario interesante desde el punto de vista geológico y astrobiológico. Su característica más atractiva es la posible presencia de un océano alojado en su interior. Las misiones espaciales de Voyager y Galileo han obtenido alguna información a cerca de la física, química y geología de este planeta, incluyendo la distribución de la temperatura (4) y el ambiente (condiciones) de radiación en la superficie (5). Además, observaciones efectuadas desde la Tierra han determinado la existencia de atmósfera (6). Para estudios sobre la superficie del satélite Europa, la presión base de la cámara debería ser reducida lo mas posible. Como se ha usado CF standard para las bridas de vacío, estas presiones bajas (de ultra alto vacío) pueden ser alcanzadas después del horneado de toda la maquina, dicho procedimiento es bien conocido en el campo de física de superficie en sistemas de ultra alto vacío (mediante calentamiento se produce la desorción de vapor de agua adsorbida en las paredes de la campana). La presión residual esta en el rango de valores bajos de  $10^{-9}$  mbar, y la composición principal son moléculas de agua e hidrógeno.

El protocolo experimental consiste en:

1. Se enfría la muestra a 50°K. Estabilizar este valor de temperatura en la muestra nos lleva unos 20 minutos (ver figura 5a). En este proceso muchos de los gases condensan y la presión atmosférica total de la cámara disminuye hasta valores de  $10^{-10}$  mbar.

2. Entonces se introdujo oxígeno a través de la válvula que se encuentra en manifold 2, hasta monitorizar en el espectrómetro de masas la presión requerida tal y como se aprecia en la gráfica de la figura 5b.

### *Satélite Tritón*

La nave espacial Voyager 2 ha mostrado la actividad normal del satélite de Neptuno, Tritón. Procesos geológicos, como criovolcanismo ocurren en este ambiente de temperaturas extremadamente bajas, en el cual incluso el nitrógeno es estacionalmente (periódicamente) sólido. Interacciones entre la atmósfera y la superficie han sido descritas, como geysers expulsando gases. Una vez en la atmósfera, algunos materiales son fotolíticamente destruidos (7).

Las condiciones de Tritón han sido simuladas en esta máquina también como un ambiente limite técnicamente (desafío técnico), debido a las circunstancias de baja presión relativa ( $10^{-2}$  mbar, con 93%  $N_2$ , 4%  $CO$  y 3%  $CH_4$ ) y 5 temperaturas muy bajas. Aunque Tritón, no tiene significativa evidencia de interés astrobiológico, merece la atención desde el punto de vista geológico. Para reproducir, la atmósfera de Tritón, se programó primero la composición gaseosa deseada, la cual se estabiliza en unos 5 minutos. La presión parcial de cada gas para la atmósfera de Tritón esta representada en la figura 6 cerca del comienzo. Partiendo de ese punto, se disminuyó la temperatura hasta el valor de 38K. Cabe mencionar que esta temperatura esta cercana al punto critico de los gases que componen la atmósfera de Tritón, por consiguiente, una pequeña variación en la temperatura provoca que el  $CO$ ,  $CH_4$ , y el  $N_2$  condensen (desde el tiempo de 500 a 1000s ver en la figura 6. Como consecuencia, un extremado control en la temperatura de la superficie debe ser conseguido para lograr unas condiciones 1 atmosféricas estables para Tritón. Se han sido capaces de alcanzar condiciones estables de Tritón después de 15 minutos.

Por el momento, se ha comprobado que se puede reproducir de manera estable las condiciones de:

Marte (7 mbars de presión total, con 95%  $CO_2$ , 2,7%  $N_2$ , 1,6% Ar y 0,6%  $H_2O$ , y temperaturas entre 150 a 280K)

Europa ( $10^{-8}$  mbar de  $O_2$  y temperaturas entre 86 y 146K)

Tritón ( $10^{-2}$  mbar, con 93%  $N_2$ , 4%  $CO$  y 3%  $CH_4$  y temperatura de 38K)

Sin embargo la versatilidad de la máquina inventada hace que se puedan reproducir las condiciones de cualquier planeta, con la única condición de que la presión sea más baja o igual que la atmosférica.

Ejemplo f.)

*Calibrado y homologación de sensores y materiales funcionales a diferentes atmósferas*

5 Esta invención constituye una plataforma única para la realización de pruebas de calibración de sensores, así como la comprobación funcional de instrumentación científica (ensayos), destinada al estudio en condiciones atmosféricas reproducibles por cómo pueden ser las condiciones en el espacio interplanetario, (planetas, satélites artificiales), o en los polos terrestres. Presión, temperatura, concentración de gases, radiación ultravioleta, de electrones e iones, se pueden simular en un amplio rango de energías.

10 Debido a su especial configuración (control de flujos en distintas cámaras (turbulento, laminar y molecular)), es posible combinar presión, temperatura y concentración de gases, con radiación ultravioleta (lámpara de deuterio), o bien con iones (Ar, H, He), electrones, o radiación ultravioleta (lámpara de descarga de He).

15 Esto permite caracterizar sensores en sus rangos mínimo - máximo, y la realización de pruebas paramétricas funcionales (ensayos), como combinación de todas las variables. Nuestra instalación admite, mediante la utilización de bridas adaptadas con pasamuros de ultra alto vacío, que la instrumentación de la que sea objeto de estudio (ensayo), pueda ser probada *in-situ*, analizando los efectos de la radiación, sobre medidas de presión o temperatura, o bien sobre ciertas dosis de radiación, comprobar los efectos que podrían causar cambios en la presión o en la temperatura.

20 **Referencias**

(1) **Owen, T. C. (1992)**. The composition and early history of the atmosphere of Mars. In: Mars. Kieffer, H. H. *et al.* (Eds.),818-835. University of Arizona Press.

25 (2) **Zurek, R. W. et al. (1992)**. Dynamics of the atmosphere of Mars. In: Mars. Kieffer, H. H. *et al.* (Eds.),835-934. University of Arizona Press.

(3) **Cockell, C. S., et al. (2000)**. The UV environment of Mars: Biological implications. Past, present and future. Icarus 146, 343-349.

(4) **Spencer, J. R., et al. (1999)**. Temperatures on Europa from PPR: Night time thermal anomalies. *Science* 284, 1514-1516.

35 (5) **Cooper, J. F., et al. (2001)**. Energetic :Con and Electron Irradiation of the Icy Galilean Satellites Icarus, Volume 149, Issue 1, 133-159.

(6) **Hall, D. T., et al. (1995)**. Detectio:z of an oxygen atmosphere on Jupiter’s moon, Europa. *Nature* 373, 677-679.

40 (7) **Yelle, R. V. et al. (1995)**. Lower atmospheric structure and surface atmosphere interaction on Triton. In: Neptune and Triton. Cruikshank, D. P. (Ed.), 1031-11C7. University of Arizona Press.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Máquina útil para la reproducción y simulación de las condiciones de ambientes superficiales o de atmósferas planetarias **caracterizada** porque comprende las partes siguientes:

10 a) una cámara atmosférica, de vacío o principal donde realizar los procesos proyectados donde lea composición de los gases en ella introducidos y la presión parcial (tanto para trabajos en alto vacío como aquellos otros a presión atmosférica) es controlable por medio de un sistema de bombeo y de medida y control de la presión de cada componente gaseoso introducido en la cámara principal, y donde unidos debidamente a esta cámara principal existen,

b) una unidad porta-muestra y sistema (manipulador o trasladador) que permite la introducción de ésta en la cámara principal,

15 c) un criostato en contacto con el porta-muestras que permite a la muestra introducida en la cámara principal mantener una temperatura fija,

d) fuentes de descarga que incluye sistema con doble bombeo diferencial para la irradiación de la muestra colocada en la cámara principal, y

20 e) una fuente de deuterio.

25 2. Máquina según la reivindicación 1 **caracterizada** porque la cámara atmosférica o principal de a) comprende opcionalmente las partes siguientes como elementos de análisis y/o comprobación del medio gaseoso: un sistema de análisis de los gases y/o un sistema de entrada controlada de los gases; y/o las partes siguientes como elementos de medida y análisis de materiales o medios biológicos: espectroscopia de infrarrojos y/o espectroscopia de Ultravioleta.

3. Uso de la máquina según las reivindicaciones 1 y 2 para la realización de ensayos de materiales, catalizadores, compuestos químicos, bioquímicos biotecnológicos o muestras biológicas.

30 4. Uso según la reivindicación 3 **caracterizado** porque los ensayos o experimentos químicos son ensayos en la fase gaseosa o bien de interacción entre superficie sólida y atmósfera gaseosa.

35

40

45

50

55

60

65

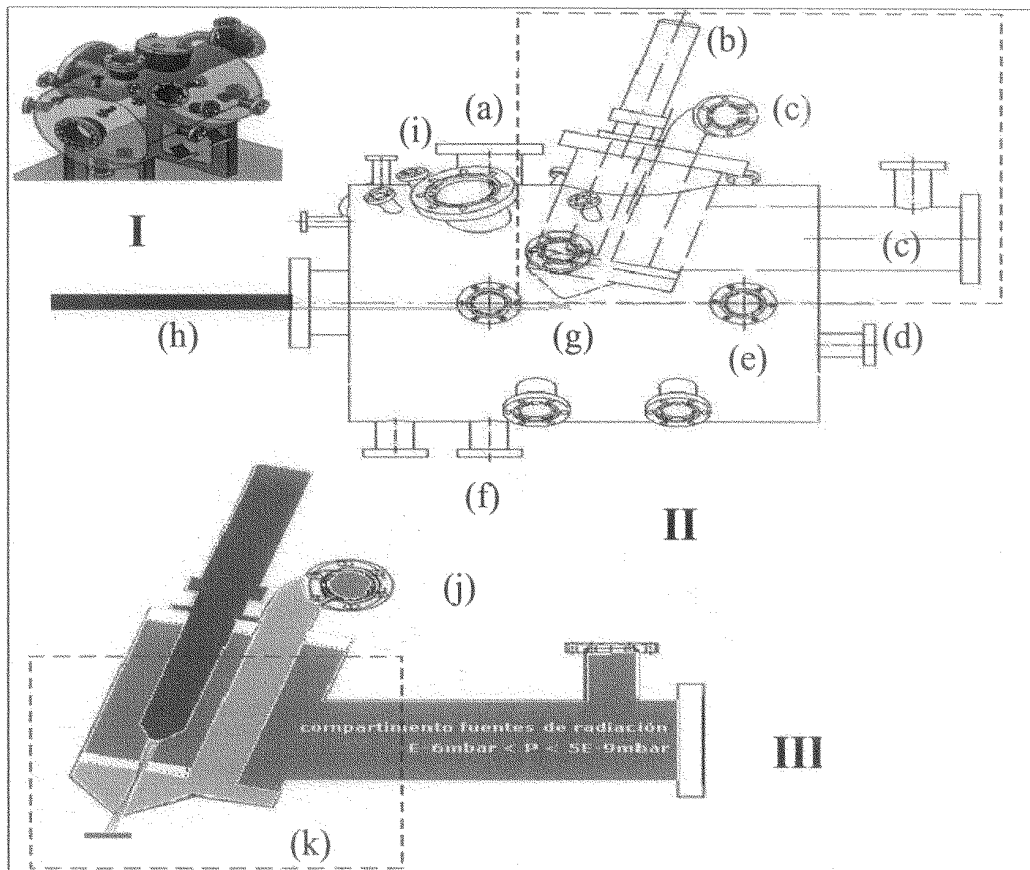


Figura 1

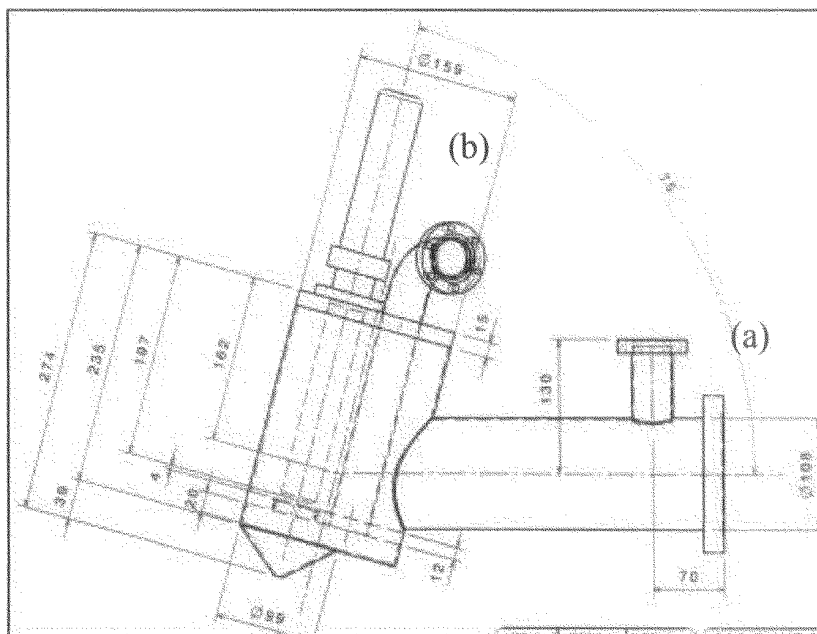
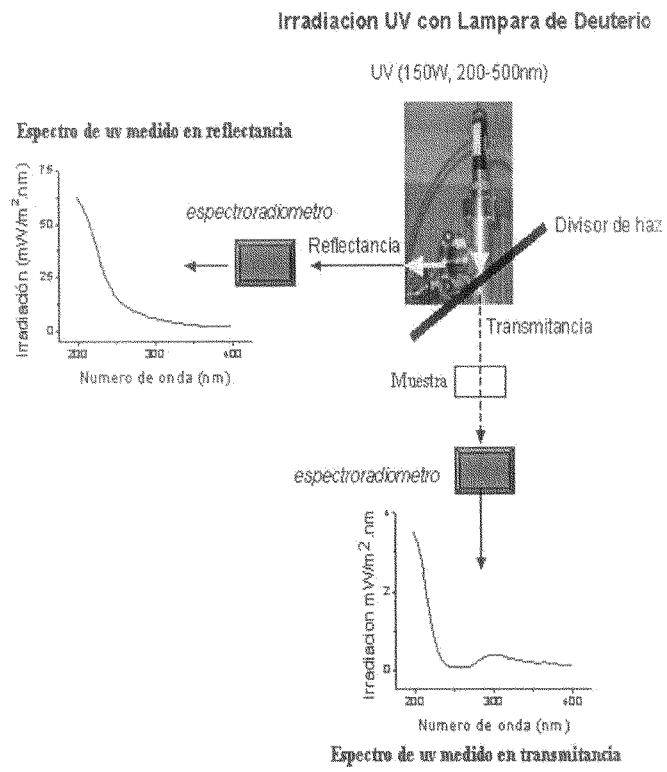


Figura 2



**Figura3**

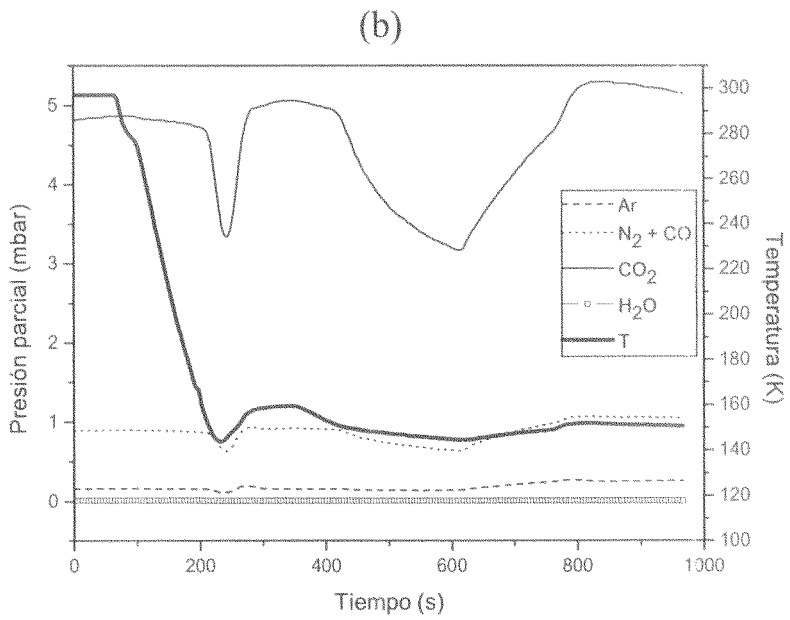
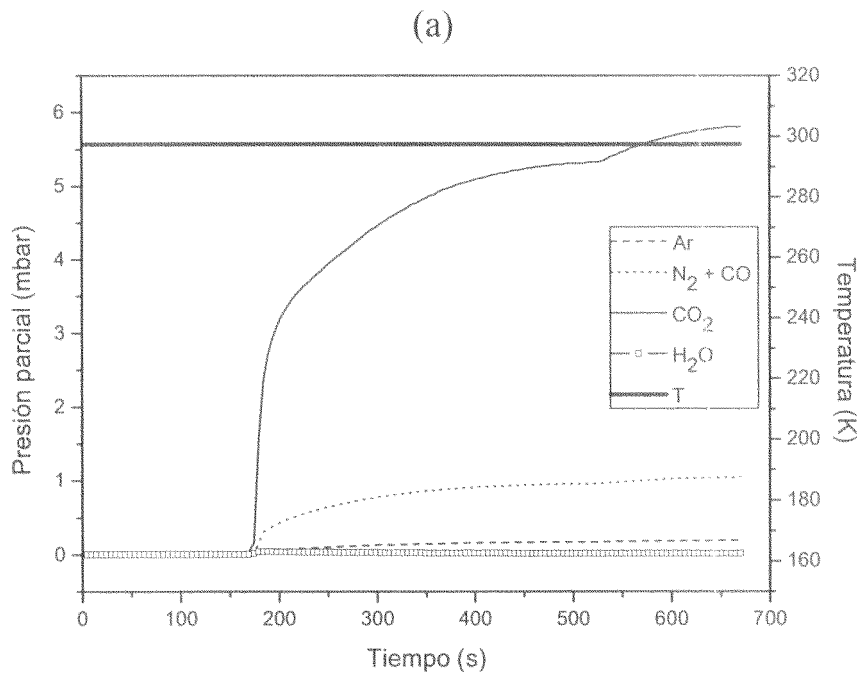


Figura 4



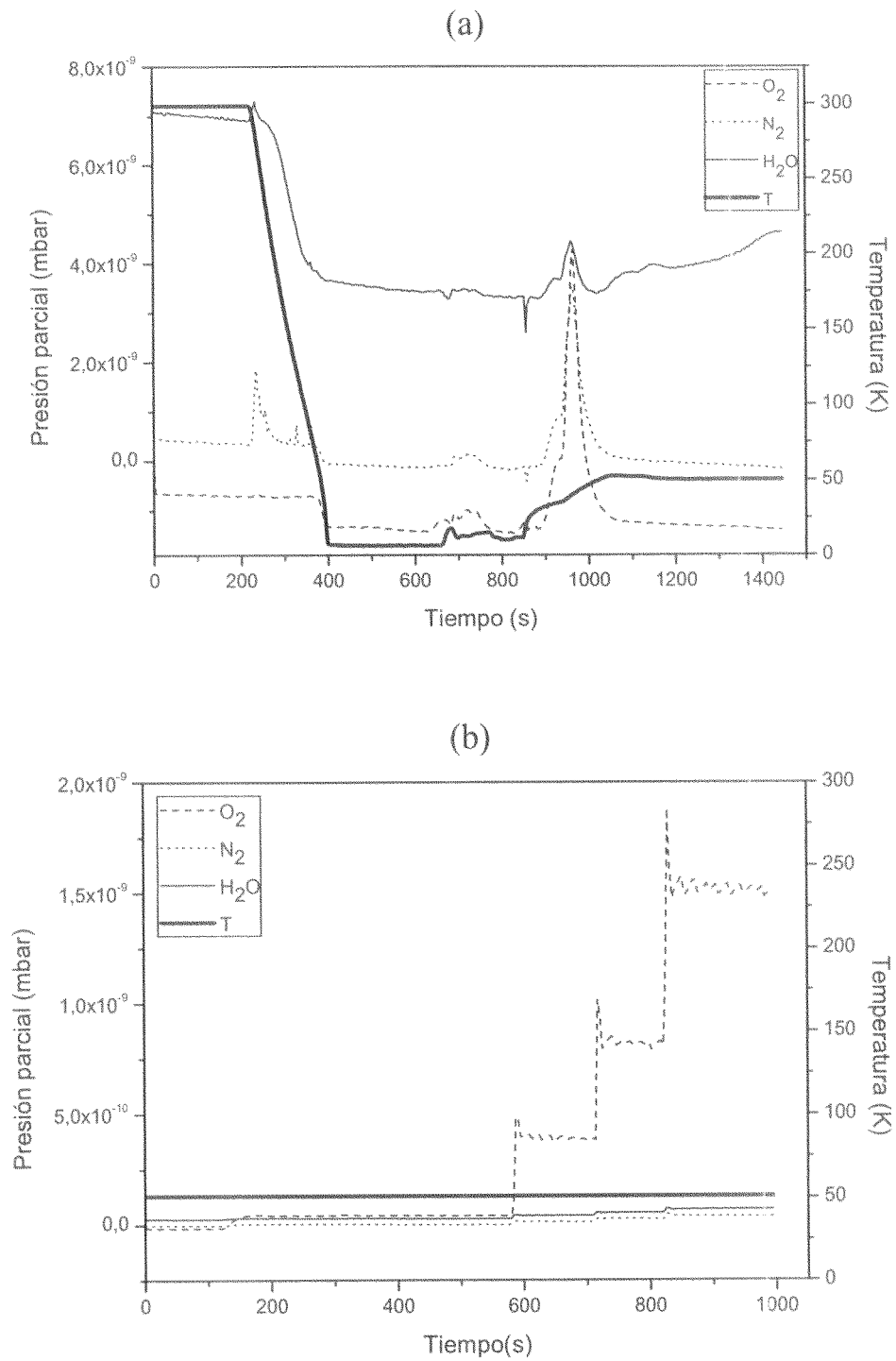


Figura 5

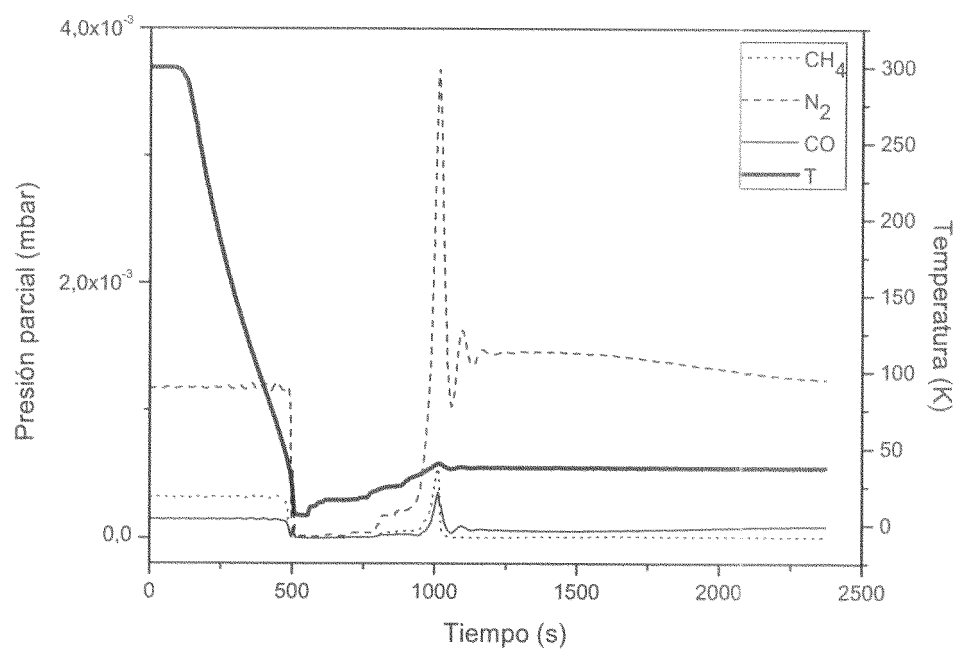


Figura 6



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 294 902

② Nº de solicitud: 200502620

③ Fecha de presentación de la solicitud: 27.10.2005

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: G01N 21/01 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados  | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---|----------------------------|
| X         | MARTÍN GAGO et al. "New simulation chamber for studying planetary environments"36th Annual Lunar and Planetary Science Conference, 14 - 18 marzo, 2005, en League City, Texas, resumen no. 1625 [online] Marzo 2005 [recuperado el 05.03.2007] Recuperado en internet <URL: <a href="http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2005/pdf/1625.pdf">http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2005/pdf/1625.pdf</a> > en la base de datos Smithsonian/NASA ADS. Astronomy abstracts system. Bibliographic code 2005.LPIà.36.1625M <URL: <a href="http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?2005LPI...36.1625M">http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?2005LPI...36.1625M</a> > | 1-4                        |
| X         | ES 2199080 A1 (UNIV VALENCIA POLITECNICA; CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACION) 01.02.2004, resumen; columna 1, líneas 6-28; columna 2, línea 57 - columna 4, línea 7; columna 6, línea 62 - columna 7, línea 21; columna 9, línea 38 - columna 10, línea 63; figuras 8-10; reivindicaciones 16-18,22.  | 1-4                        |

**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:

**Fecha de realización del informe**

03.03.2008

**Examinador**

A. Figuera González

Página

1/1



## TÍTULO DE PATENTE DE INVENCIÓN

Titular/es:

CONSEJO SUPERIOR INVESTIG. CIENTIFICAS

02- 02-INST. NACIONAL DE TECNICA AEROESPACIAL

### CONCEDIDA SIN EXAMEN PREVIO DE LA NOVEDAD, ACTIVIDAD INVENTIVA Y LA SUFICIENCIA DE LA DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD DE LA PATENTE

Cumplidos los requisitos previstos en la vigente Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes, se expide el presente TÍTULO, acreditativo de la concesión de la Patente de Invención, conforme con el contenido de la descripción y reivindicaciones adjuntas y con las demás circunstancias de la solicitud. Ha sido tramitada y concedida siguiendo el procedimiento general de concesión, con realización de Informe sobre el Estado de la Técnica y sin examen previo de los requisitos sustantivos de patentabilidad.

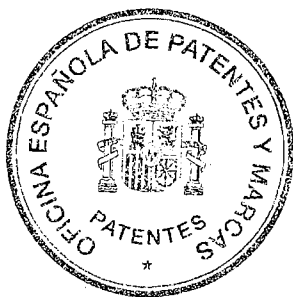
Se otorga al titular un derecho de exclusiva en todo el territorio nacional, bajo las condiciones y con las limitaciones previstas en el Título VI de la Ley de Patentes 11/1986. La duración de la patente será de veinte años que se contarán a partir del 27 octubre 2005.

La presente patente se concede sin perjuicio de tercero y sin garantía del Estado en cuanto a la validez y a la utilidad del objeto sobre el que recae.

Para mantener en vigor la patente concedida, deberán abonarse las tasas anuales establecidas, que se pagarán por años adelantados. Asimismo, deberá explotarse el objeto de la invención, bien por su titular o por medio de persona autorizada de acuerdo con el sistema de licencias previsto legalmente, dentro del plazo de cuatro años a partir de la fecha de solicitud de la patente, o de tres años desde la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial.

Madrid, 16 febrero 2009

EL DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE  
PATENTES E INFORMACIÓN  
TECNOLÓGICA



P.D.: Ana Redondo  
Jefe del Servicio de Actuaciones Administrativas