



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 222 807**

② Número de solicitud: 200301675

⑤ Int. Cl.7: **H01L 51/20**

C12N 11/04

C12Q 1/02

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **16.07.2003**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2005**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**01.02.2005**

⑦ Solicitante/s: **Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas"**  
**Ctra. Ajalvir, p.k. 4,5**  
**28850 Torrejón de Ardoz, Madrid, ES**  
**Universidad de Huelva y**  
**DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT-UND**  
**RAUMFAHRT e.V.**

⑦ Inventor/es: **Torre Noetzel, Rosa de la;**  
**Mingo Martín, José Ramón de;**  
**Martínez Porras, José Antonio;**  
**Andujar Márquez, José Manuel;**  
**Redondo González, Manuel Joaquín;**  
**Bravo Caro, José Manuel;**  
**Ríos Gutiérrez, Juan;**  
**Villalba González, Ricardo;**  
**Horneck, Gerda;**  
**Scherer, Kertin y**  
**Retiberg, Petra**

⑦ Agente: **Carpintero López, Francisco**

⑤ Título: **Equipo automático de exposición biológica a la radiación ultravioleta y método para realizar dicha exposición.**

⑤ Resumen:

Equipo automático de exposición biológica a la radiación ultravioleta y método para realizar dicha exposición.

La invención se refiere a un dispositivo capacitado para realizar de forma automática mediciones de radiación UV (Ultra Violeta) sobre la biosfera, a través del empleo de biosensores, de forma que la automatización de estos ensayos aporta numerosas ventajas respecto a los métodos manuales de medición. El equipo automático de exposición biológica comprende una carcasa cilíndrica que aloja a un biosensor o biofilm circular el cual queda cubierto por una tapa superior, así como medios de accionamiento de dicha tapa y medios electrónicos programables, de modo que en base a unos tiempos preestablecidos una ventana dispuesta en dicha tapa, expone de forma secuencial a la radiación UV determinadas zonas del biofilm.

La invención también se refiere a un método para llevar a cabo exposiciones a la radiación UV sobre un biosensor. La invención principalmente está relacionada con el sector de la técnica relativo a la instrumentación de medición UV.

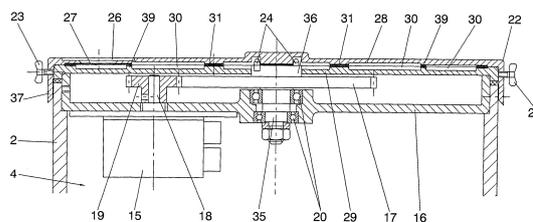


FIG.2

ES 2 222 807 A1

## DESCRIPCIÓN

Equipo automático de exposición biológica a la radiación ultravioleta y método para realizar dicha exposición.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo capacitado para exponer de forma automática y controlada, un material sensor a una radiación o fuente de energía que se desea cuantificar. De forma más concreta, el dispositivo está especialmente destinado a realizar de forma automática mediciones de radiación UV (Ultra Violeta) sobre la biosfera y en particular sobre seres vivos, a través del empleo de biosensores. La automatización de estos ensayos aporta numerosas ventajas respecto a los métodos manuales de medición.

La invención también se refiere a un método para llevar a cabo exposiciones a la radiación UV sobre un biosensor.

### 15 Antecedentes de la invención

El notable incremento de la radiación ultravioleta UV emitida por el sol que alcanza la superficie terrestre, implica una creciente necesidad de disponer la instrumentación necesaria para llevar a cabo una efectiva medición de este tipo de radiación para determinar sus efectos a nivel celular y molecular en los seres vivos y en la biosfera.

La medición de radiación UV se basa en técnicas de dosimetría biológica en las que se emplea material biológico dispuesto sobre un film, constituyendo un biosensor. La radiación UV a la que está expuesta el material biológico provoca alteraciones o daños sobre el mismo, como puede ser la muerte de las bacterias, y que puede ser cuantificado tras un revelado posterior del biofilm, permitiendo conocer así el grado de radiación UV al que ha sido expuesto dicho material biológico.

A este respecto, la patente alemana DE-4039002 del titular DLR (Deutsches Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.) describe un biosensor de estas características, así como un método para la detección biológica de radiación UV utilizando dicho biosensor.

Convencionalmente las mediciones de radiación UV se realizan con unidades manuales mediante apertura manual de cada campo de exposición en el biofilm, normalmente 20 campos circulares sucesivamente, y cerrándolo después del tiempo de exposición previamente calculado para alcanzar una dosis UV determinada. Para el cambio de campo se utiliza un reloj cronómetro. La calibración se realiza de forma similar, es decir con una unidad manual en la que están definidos 7 campos, que se van exponiendo a una fuente de luz UV-C (rango C del espectro ultravioleta), por apertura sucesiva, según los tiempos de calibración previamente calculados.

La problemática que plantean estos equipos es la plena dedicación de una persona durante el proceso de medida, a veces durante un período temporal prolongado (8 - 9 horas), y en caso de realizar una campaña en varias estaciones de medida simultáneamente el personal necesario generalmente no está disponible. La precisión de las medidas no es suficientemente satisfactoria.

### Descripción de la invención

La invención proporciona un equipo automático de exposición de un material sensor a una radiación o fuente de energía que se desea cuantificar. En particular la invención permite la exposición automática de una material biológico a la radiación UV, con objeto de sustituir a las unidades manuales existentes hasta ahora, y posibilitar el estudio de tendencias en la climatología UV o en el impacto de la radiación UV sobre la Biosfera (personas, plantas, animales, ecosistemas, etc.).

El equipo automático de exposición biológica comprende una carcasa cilíndrica que aloja a un elemento sensor sensible a la radiación que se pretende cuantificar. En concreto, dicho elemento sensor consiste en un biosensor o biofilm circular el cual queda cubierto por una tapa superior intercambiable, así como medios de accionamiento de dicha tapa y medios electrónicos programables, de modo que en base a unos tiempos preestablecidos una ventana dispuesta en dicha tapa, expone de forma secuencial a la radiación UV determinadas zonas del biofilm.

La invención permite además realizar con el mismo equipo el proceso de medida por exposición y el proceso de calibración, lo cual hasta ahora era imposible llevar a cabo con una sola unidad.

Con todo ello, algunas de las ventajas más relevantes de la invención son las siguientes:

Registro de radiación UV de forma automática y continuada en zonas de estudio interesantes y de difícil acceso y climatología (zonas montañosas), debido al reducido volumen y peso de la unidad que permite su fácil portabilidad.

Correlación de tendencias estacionales climatológicas UV con el proceso de disminución del ozono estratosférico con el uso simultáneo de varios equipos automáticos de exposición en varias zonas de medida.

Correlación con datos UV (MED, irradiancias UV) registrados por biómetros conectados al equipo.

## ES 2 222 807 A1

El equipo automático de exposición registra automáticamente la radiación UV biológica efectiva con resolución temporal. Hasta ahora no existe un instrumento que mida directamente la efectividad biológica de la radiación UV y que registre con resolución temporal la intensidad de la radiación UV en un período temporal determinado (horas, días). Las técnicas de medida convencionales con espectrorradiómetros y con radiómetros optoelectrónicos permiten obtener una resolución temporal en la medida UV, pero no un registro directo de la efectividad biológica, mientras que los dosímetros biológicos UV (biosensores) aportan una dosis efectiva biológica, pero sin resolución temporal. La realización de medidas de forma manual, como se viene llevando a cabo para la obtención de perfiles diarios de radiación UV biológica efectiva (p.ej. Biofilm), no es aplicable para medidas rutinarias, ni para medidas en zonas remotas que puedan tener interés ecológico.

La presente invención supone por lo tanto un gran avance en la automatización del sistema de medida, lo que permite alcanzar una mayor precisión en la obtención de datos de irradiancia UV, de forma independiente, en lugares inaccesibles para otro tipo de instrumentación UV, sin necesitar la conexión a la red eléctrica, ni a un ordenador, es decir, se consigue una mejora en la técnica de exposición UV para biosensores.

El equipo automático de exposición, puede ser utilizado para cuantificar cualquier otro tipo de radiación, energía o fuente de luz, para lo cual tan solo habrá que reemplazar el biofilm, por otro tipo de material sensible a la radiación o energía que se desea medir, y programar el equipo de forma adecuada para ese tipo particular de mediciones.

Un método para la exposición de un material sensor a una radiación según la invención, consiste en disponer un elemento sensor de forma circular alojado en una disquetera circular donde permanece oculto de dicha radiación a excepción de una primera zona de exposición localizada del mismo, la cual permanece expuesta a dicha radiación durante un tiempo preestablecido, y desplazar relativamente dicho elemento sensor y dicha disquetera de modo que se oculta dicha primera zona de exposición y se abre una segunda zona de exposición, repitiéndose esta secuencia un número determinado de veces.

Este proceso puede repetirse de forma similar, en una zona distinta y concéntrica del elemento sensor con objeto de obtener más exposiciones a la radiación, por ejemplo para obtener medidas de calibración. Para ello, se oculta a la radiación la zona del elemento sensor utilizada previamente.

### Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- muestra una sección longitudinal del equipo objeto de la invención, en el que se ha representado la tapa de exposición montada. En la porción inferior de la figura se muestra una vista en planta superior del equipo.

La figura 2.- muestra un detalle ampliado de la parte superior del equipo de exposición.

La figura 3.- muestra superiormente una vista en alzado y sección de la tapa de exposición, e inferiormente una vista en planta inferior de dicha tapa.

La figura 4.- muestra superiormente una vista en alzado y sección de la tapa de calibración, e inferiormente una vista en planta inferior de dicha tapa.

La figura 5.- muestra un diagrama esquemático las funciones que llevan a cabo los medios electrónicos con los que cuenta el equipo objeto de la invención.

La figura 6.- muestra una vista en perspectiva del equipo objeto de la invención.

La figura 7.- muestra en perspectiva de las principales partes de las que se compone el equipo objeto de la invención.

La figura 8.- muestra una vista en perspectiva del plato que sirve de soporte para el motor y ruedas dentadas de las que dispone el equipo.

La figura 9.- muestra una representación de los campos de exposición y los campos de calibración que se crean sobre el biofilm tras la exposición a la radiación UV.

### Realización preferente de la invención

A la vista de las figuras puede observarse como el equipo de exposición automática (1) comprende una carcasa cilíndrica, que se divide en una carcasa superior (2) y una carcasa inferior (3), las cuales son acoplables entre sí a través de una tapa intermedia (6) alojada en el interior de dicho equipo (1), de modo que esta tapa intermedia (6) determina una cámara superior (4) y una cámara inferior (5). La carcasa superior (2) está fijada con carácter desmontable sobre

## ES 2 222 807 A1

la tapa intermedia (6) a través de un roscado perimetral (11), con la asistencia de una junta de estanqueidad tórica (13) que garantiza la estanqueidad entre ambos cuerpos.

La carcasa superior (2) y la tapa intermedia (6) reposan sobre el borde superior de la carcasa inferior (3), disponiéndose de una segunda junta tórica (14) que asegura la estanqueidad en esa unión. Una falda perimetral (12) de la tapa intermedia (6) sobresale de la carcasa (3) para cubrir la zona de unión y contribuir así a la estanqueidad de la misma. La estanqueidad del equipo (1) es fundamental dado que el mismo se instala a la intemperie, por lo que es necesario proteger adecuadamente los componentes mecánicos y electrónicos que aloja en su interior, así como el biosensor.

La carcasa superior e inferior (2), (3), se fijan mediante unos cangrejos (8) (elementos de fijación conocidos en el estado de la técnica), que retienen ambos cuerpos presionándolos entre sí, y que a su vez permiten su liberación mediante una simple acción manual, de forma ya conocida en el estado de la técnica.

La carcasa inferior (3) forma inferiormente una base (9) que determina una superficie plana mediante la cual el equipo (1) se instala a la intemperie sobre una superficie adecuada. Unos convencionales niveles de burbuja (32) permiten su instalación en perfecta posición horizontal, para lo cual se cuenta además con unos tornillos regulables (7) mediante los que se fija el equipo (1) y se nivela su posición horizontal convenientemente. Como se puede apreciar en la figura 1, los tornillos (7) se disponen según los vértices de un triángulo equilátero para permitir una adecuada nivelación del equipo (1).

La cámara superior (4) está destinada a alojar a la placa electrónica (34) como se aprecia en la figura 7, así como a un motor paso a paso (15) y los medios mecánicos que forman parte del equipo. Por su parte la cámara inferior (5) aloja las baterías (no representadas), existiendo lógicamente el cableado necesario para alimentar al motor y placa alojados en la cámara superior (4) a través de orificios existentes en la tapa intermedia (6).

Esta estructura tiene por finalidad el que la placa electrónica (34), el motor paso a paso (15), las ruedas dentadas (17) y (19), y el biosensor, permanezcan en todo momento protegidos dentro de la carcasa superior (2), como por ejemplo durante las tareas de mantenimiento en las que hay que reemplazar las baterías una vez se ha agotado la energía de las mismas. Para esta tarea, el operario tan solo tiene que liberar los cangrejos (8), retirar la carcasa superior (2) y acceder a la cámara inferior (5) donde se encuentran las baterías, sin que en ningún momento algún elemento no deseado, como puede ser agua, polvo etc. pueda acceder a la cámara superior (4).

En la parte superior de la carcasa (2) se dispone de un plato soporte (16) el cual se apoya por su perímetro en el interior de la carcasa superior (2) donde está fijado de forma estable. En este plato soporte (16) está montado el motor paso a paso (15), el cual a través de su eje (18) acciona una rueda dentada pequeña (19) y ésta a su vez mueve una rueda dentada mayor (17) a la que se encuentra engranada, y el cual puede girar respecto al plato soporte (16) a través de su eje (35) y los correspondientes rodamientos (20). La rueda dentada mayor (17) dispone en una cara superior una serie de tetones (24) sobre un cuello (36), los cuales sirven para transmitir su acción de giro sobre la tapa de exposición (28) o sobre la tapa de calibración (21).

La parte superior de la carcasa superior (2) está cerrada de forma permanente mediante una tapa base (29) también circular, la cual permanece inmóvil y está fijada sobre el canto perimetral de la carcasa (2) y además toca sobre el canto perimetral del plato soporte (16) contribuyendo a su estabilidad.

La tapa base (29) dispone en su centro de un orificio (44) por el cual pasa un cuello (36) sobre el cual se disponen los anteriormente referidos tetones (24).

La carcasa superior (2) está cerrada por la tapa de exposición (28), la cual es sustituida por la tapa de calibración (21) durante el proceso de calibración. Ambas tapas (28) forma una primera falda perimetral (37), y de modo análogo la tapa de calibración (21) forma una segunda falda perimetral (38), de modo que ambas tapas quedan superpuestas a la cara exterior de la carcasa superior (2). La tapa de exposición (28) cuenta además con unos tornillos de apriete (23), cuya utilidad es la de inmovilizar dicha tapa durante el transporte del equipo, pero que permiten que la tapa gire libremente durante su normal utilización.

La tapa de exposición (28) dispone de un primer grupo de orificios (45) para la inserción de los tetones (24). La tapa de calibración (21) disponen igualmente en su centro de un segundo grupo de orificios (46) distribuidos circunferencialmente, destinados a recibir a los tetones (24). Por estos medios, las tapas (28) y (21) son giratorias por la acción del motor paso a paso (15) y las correspondientes ruedas dentadas (19) y (17).

La tapa de exposición (28) o la tapa de calibración (21), forman junto con la tapa base (29), una cavidad plana y circular determinante de una disquetera (30) en la cual se aloja el biofilm (no representado).

La tapa (28) como puede apreciarse especialmente en la figura 3, dispone de una ventana circular (27) que se sitúa descentrada y próxima al borde de dicha tapa (28), la cual tiene por función permitir el paso de la radiación UV para que ésta alcance una zona localizada del biofilm, determinando dicha zona un campo de exposición a la radiación tal y como se describirá más adelante. La ventana circular (27) está cubierta por un cristal de cuarzo (26) del tipo Hearasil neutro para aislar el biofilm del exterior, principalmente de la humedad pero sin alterar el paso de la radiación UV.

## ES 2 222 807 A1

Por su parte la tapa de calibración (21) dispone de una ventana en forma de “C” invertida (21), es decir semicircular, destinada a permitir la exposición de zonas localizadas del biofilm a la radiación UV durante el proceso de calibración del mismo, tal y como se explicará más adelante. Esta ventana en forma de “C” (21) está más próxima al centro del biofilm que la ventana circular (27) de la tapa de exposición (28), por lo que en el proceso de calibración se expone a la radiación UV una zona del biofilm distinta a donde se crean los campos de exposición.

La tapa de exposición (28) dispone en su cara interna de una primera superficie anular (46) y una segunda superficie anular (47), ambas concéntricas y recubiertas por un fieltro de color negro. De manera similar, la tapa de exposición (21) dispone en su cara interna de una tercera superficie anular (48) y una cuarta superficie anular (49), también concéntricas y recubiertas por un fieltro negro. De manera complementaria, la tapa base (29) dispone en su cara interna de una quinta superficie anular (31) y una sexta superficie anular (39) concéntricas y recubiertas por un fieltro negro, de modo que estas dos últimas superficies (31) y (39) quedan enfrentadas o superpuestas respecto a las superficies anteriormente referidas de las tapas (28) y (21) cuando están montadas sobre el equipo (1) durante su utilización como puede apreciarse en la figura 2.

El biofilm queda alojado en el intersticio comprendido entre las superficies anulares (31) y (39) de la tapa base (29), y las superficies anulares (46), (47) de la tapa de exposición (28), o las superficies (46), (49) de la tapa de calibración (21). De esta forma se consigue reducir la superficie de rozamiento con el biofilm y al mismo tiempo mantener su estabilidad durante el giro de la tapa de exposición (28) o la de calibración (21).

Al mismo tiempo, la superposición de las superficies (39) y (47) o (39) y (49) en función de si se utiliza la tapa de exposición o de calibración, impiden que la radiación UV que entra por la ventana circular (27) o por la ventana en “C” (25), se desplace lateralmente por el interior de la disquetera (30) y alcance indeseadamente a una zona del biofilm que no se desee exponer a la radiación en ese momento e invalide los campos restantes. Para este mismo efecto, las caras interiores de las tapas (28), (21) y (29) también están recubiertas con fieltro negro que impida la propagación de la radiación.

El biosensor o biofilm (no representado) consiste en un disco transparente sobre el cual el material biológico está depositado de forma uniforme. El biofilm se inserta en la disquetera (30) formada por la tapa de exposición (28) o bien la tapa de calibración (21) y la tapa base (29), y donde permanece estático. En esta realización práctica se utilizan preferentemente los biosensores desarrollados por el DLR (Instituto de Medicina Aeroespacial de Colonia) descritos en la patente alemana DE-4039002, sensibles especialmente en el rango UV-B, que permiten determinar el daño realizado sobre el ADN (y eritema piel).

El equipo permite realizar las medidas mediante dos modelos distintos, la exposición temporal y la exposición por radiación UV. En el modo de exposición temporal, el usuario fija los intervalos de tiempo que duran las sucesivas exposiciones, para lo cual se hace uso de un reloj de tiempo real (40), y el dato que se obtiene es la dosis de radiación UV acumulada en el material biológico en el tiempo preestablecido. El reloj de tiempo real, permite la posibilidad de programar exposiciones incluso con varios días de antelación.

En el modo de exposición por radiación UV, el usuario fija un nivel de radiación UV, y el dato que se obtiene es el tiempo que se ha tardado en alcanzar el nivel de radiación que se había fijado.

En este modelo de exposición opcionalmente se puede emplear un piranómetro para la correlación de datos, consistente en un equipo exterior al equipo de exposición, y mediante el cual el equipo calcula la radiación acumulada y la compara con el límite fijado por el usuario.

Para el cálculo teórico de la distribución de dosis eritémicas en un día despejado, se utilizan modelos de transferencia radiactiva, como el de (Herman et.al. Zeng et.al. 1998), teniendo en cuenta además el nivel de saturación máximo UV del biofilm (2 MED) y diferentes variables *in situ*, como la concentración de ozono total, el nivel de aerosoles, altura sobre el nivel del mar, latitud y longitud etc. Estos modelos sirven también para obtener los tiempos de exposición necesarios para alcanzar cada dosis UV, que se introducirán durante la programación previa de la unidad automática antes de la exposición del biofilm. Finalmente, el sistema de análisis de imágenes utilizado en el laboratorio para la interpretación de las medidas obtenidas de exposición UV, permite obtener la distribución real de dosis UV biológicas acumuladas durante la campaña de exposición, proporcionando los datos experimentales.

Durante el periodo que dura la exposición, cada intervalo de 5 segundos se realiza la conversión de la señal proporcionada por el piranómetro y se calcula la dosis UV acumulada por minuto y con ésta la de toda la exposición.

A modo ilustrativo, a continuación se explica la forma en la que opera el equipo para el cálculo de la radiación UV:

La fórmula que proporciona el UV recibido es:

$$UV = \frac{0.141 \cdot \sum_{i=1}^N (60 \cdot k) \cdot M_i}{210}$$

## ES 2 222 807 A1

donde dada la resolución del convertidor  $M_i = \text{TENSION} \cdot 196/10000$ ; y

$N$  es el nº de lecturas o medidas y  $k$  el tiempo transcurrido entre ellas.

5 En ella, sólo aparece una variable (TENSION), de la que depende el valor UV obtenido. Dada la gran complejidad de operación con números decimales es necesario pasar al primer término la constante decimal. Igualmente las constantes que intervienen en el cálculo del UV se trasladan al término de la izquierda, por esto el dato de UV límite del PC debe tener un formato especial.

$$10 \quad UV'' = \frac{UV \cdot 210}{0.141} = \sum_{i=1}^N (60k) \cdot \text{TENSION} \cdot \frac{196}{10000}$$

15 El valor de UV siempre se da como valor entero sin parte decimal.

En el desarrollo del programa, el microcontrolador va tomando muestras cada 5 segundos, lo que supone 12 lecturas por cada minuto de la señal de tensión. Gracias a estos valores, podemos hallar el valor medio de la señal que ha recibido en ese minuto.

$$20 \quad UV''_{\text{min ut}} = \frac{\text{TENSION} \cdot 60 \cdot 196}{10000} = \frac{\text{TENSION} \cdot 147}{125}$$

25 A la dosis acumulada en un minuto se añadirá a la dosis total acumulada en el campo. En el transcurso del programa el equipo compara la dosis acumulada con el dato almacenado como UV límite (UV'') para el modelo de exposición UV, o de guardarlo al término de la exposición, para el temporal.

30 Durante el proceso de exposición, se utiliza la tapa de exposición (28) de modo que toda la superficie del biofilm está oculta a la radiación UV excepto el área circular que en un periodo de tiempo determinado se encuentre justo debajo de la ventana circular (27) y donde se establece por lo tanto un campo de exposición a la radiación UV. Para realizar diversas medidas, la tapa de exposición (28) se desplaza sucesivamente a determinadas posiciones estables, para exponer nuevas áreas del biofilm a la radiación definiendo así sucesivos campos de exposición. El tiempo de exposición de cada campo está controlado por los medios electrónicos según hayan sido programados por un operador.

35 El tiempo de exposición depende de la climatología UV anual existente en el momento de la medida y pueden variar desde 20 minutos por campo de exposición hasta 2 horas, siendo el tiempo máximo total de exposición para el biofilm (biosensor) utilizado en esta realización preferente de la invención, hasta una semana (con filtros neutros).

40 El número de campos de exposición son determinados por el operario mediante los medios electrónicos de control del equipo. En este ejemplo de realización, el número de campos que se exponen a la radiación solar es de 21, de los cuales uno se anula por sobreexposición, ya que ese campo muerto o de reposo es a partir del cual se inicia y acaban los desplazamientos de la tapa de exposición (28).

45 Para el correcto procesamiento de las medidas obtenidas con el biofilm, es necesario obtener además medidas adicionales de radiación que permitan la posterior calibración del mismo, tal y como es conocido en el estado de la técnica. El análisis de las medidas de calibración se realiza posteriormente en un laboratorio utilizando una fuente estándar de UV. En la presente invención, las medidas de calibración se realizan utilizando determinadas zonas del propio biofilm.

50 Para tomar las muestras de calibración, se retira manualmente la tapa de exposición (28) y se reemplaza por la tapa de calibración (21), para lo cual tan solo hay que colocar esta tapa (21) de modo que los tetones (24) queden insertados en el grupo de orificios (46) para que la misma pueda girar por la acción del motor (15) y de las ruedas dentadas (17) y (19). La tapa de calibración (21) es similar a la de exposición (28), salvo que ésta dispone de la ventana en forma de "C" (25) para la exposición de los campos de calibración.

55 El proceso de toma de medidas para la calibración, la medida se realiza por acumulación de radiación. Antes de iniciar las medidas de calibración, la zona del biofilm donde se van a crear los campos de exposición se encuentran oculta debajo de la tapa de calibración (21), bajo la zona no afectada por la ventana en "C" (25). La tapa de calibración (21) gira un determinado ángulo abriendo un primer campo de exposición durante un tiempo de exposición determinado. Tras este tiempo, la tapa (21) gira nuevamente abriendo un segundo campo de exposición, y permitiendo al mismo tiempo que la radiación UV-C se siga acumulando en el primer campo. El proceso se repite con los siguientes campos, hasta completar siete campos de calibración. Con sucesivos giros de la tapa (21), se cierra el primer campo que quedó expuesto y así sucesivamente hasta cerrar todos los campos.

65 En la figura 9 se han representado los veintiún campos de exposición (50) distribuidos circunferencialmente, y los siete campos de calibración (51) que como se puede observar tienen forma de segmento de corona circular.

Después de las campañas de campo en las que se obtienen las mediciones de radiación UV, y las mediciones de

## ES 2 222 807 A1

calibración, se extrae el biofilm del equipo automático para iniciar su procesado en el laboratorio, donde se realiza una incubación (con medio de cultivo para que se desarrollen las esporas de *Bacillus subtilis*), una tinción, una fijación y un lavado posterior del biofilm, para finalmente realizar la evacuación de datos con un sistema de análisis en un ordenador.

5

La placa electrónica (34) está basada en un microcontrolador junto con los necesarios dispositivos periféricos, como son las memorias, puertos de comunicación, unidad de tiempo real etc. Mediante una conexión (33) se establece la comunicación entre la placa electrónica (34) con un equipo informático exterior, como por ejemplo puede ser un ordenador personal. Igualmente se puede disponer un conector BNC para la conexión con un piranómetro UVB.

10

La figura 5 representa esquemáticamente las funciones que realiza los medios electrónicos programables del equipo de exposición, es decir, la placa electrónica (34). Una unidad de tiempo real (40) proporciona la fecha actual y la hora al microcontrolador (41) y en base a los cuales se determina el momento exacto en el que debe producirse un giro de la tapa de exposición (28) o de la tapa de calibración (21).

15

El sistema de adquisición de datos UV (42) consiste en un piranómetro o biómetro de radiación UV ya conocido en el estado de la técnica, que también proporciona su información al microcontrolador (41). El piranómetro UVB-1 mide la radiación UV-B (rango B del espectro ultravioleta) según la sensibilidad del eritema de la piel, es decir la irradiancia total del UV-B, recibida a través de la radiación global. Su respuesta espectral es semejante a la del eritema y a la del ADN, aplicándose en estudios climatológicos de radiación UV sobre la biosfera (seres vivos, ecosistemas, etc.). La intercomparación de los datos recogidos en campaña con datos cuantificados biológicamente por medio de biosensores, como el Biofilm, hace de él un complemento idóneo en estudios de impacto de radiación UV, mejorando la aplicación de la dosimetría UV.

20

Para la introducción y registro de datos por parte del usuario antes y después de los procesos de medida, se dispone de un ordenador (43), a través del cual se programa a base de comandos el modo de operar del equipo de exposición (1). Mediante el ordenador (43) se selecciona el modelo de exposición temporal, el modelo de exposición UV, el modo de calibración, selección del número de campos a utilizar en la exposición, tiempo de exposición de cada campo, día y hora en la que se debe iniciar la exposición, se obtienen datos sobre el estado actual del equipo etc.

25

Asimismo, el usuario puede recuperar los datos que se han obtenido durante la última exposición realizada, y grabarlos en una memoria EEPROM, con objeto de disponer de estos datos en caso de fallo de la alimentación de las baterías.

30

Opcionalmente el equipo puede incorporar un dispositivo de control térmico que actúe en casos de temperaturas extremas para garantizar la estabilidad de los datos y el correcto funcionamiento del equipo. Este dispositivo de control térmico puede consistir en cualquier sistema convencional. No obstante, preferentemente se utiliza un simple pero efectivo diseño (no representado en las figuras), formado por un sensor de temperatura y un juego de resistencias metálicas de potencia que disipan gran cantidad de calor (5.8° C/W). Estas resistencias calientan una placa circular de aluminio (2mm de espesor x 73mm de radio) que reduce mucho el consumo de energía, uno de los objetivos perseguidos, ya que la alimentación se va a realizar mediante batería prácticamente siempre.

35

El material empleado para la fabricación de la estructura de la unidad es un acero inoxidable de la serie F-300, designado "acero inoxidable 13 Cr", tipo F-312, que no es tóxico y es resistente a condiciones meteorológicas extremas. Para evitar la absorción de calor se ha recubierto el equipo por una capa de pintura plástica de color blanco para maximizar la reflexión del sol.

40

A la vista de esta descripción y juego de figuras, el experto en la materia podrá entender que las realizaciones de la invención que se han descrito pueden ser combinadas de múltiples maneras dentro del objeto de la invención. La invención ha sido descrita según algunas realizaciones preferentes de la misma, pero para el experto en la materia resultará evidente que múltiples variaciones pueden ser introducidas en dichas realizaciones preferentes sin salir del objeto de la invención reivindicada.

45

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Equipo automático de exposición de un material sensor a una radiación **caracterizado** porque comprende:

5 un elemento sensor de forma circular alojado dentro de una disquetera también circular mediante la cual está parcialmente protegido de dicha radiación,

10 una apertura en dicha disquetera que permite el acceso de la radiación hasta dicho elemento sensor en una zona localizada del mismo,

15 teniendo capacidad de desplazamiento relativo entre dicho elemento sensor y la disquetera en la que se encuentra alojado,

medios electromecánicos para producir dicho desplazamiento relativo, y

medios electrónicos programables para controlar la acción de dichos medios electromecánicos.

2. Equipo según la reivindicación 1ª, **caracterizado** porque el elemento sensor consiste en un biofilm circular sensible a la radiación ultravioleta, y dicha radiación es radiación ultravioleta UV.

3. Equipo según la reivindicación 1ª **caracterizado** porque en dicho biofilm circular existen al menos dos zonas concéntricas y diferenciadas para la obtención de diferentes tipos de medidas por exposición a la radiación UV.

4. Equipo según la reivindicación 1ª **caracterizado** porque dicha disquetera está formada por una tapa base y una tapa superior intercambiable en función del tipo de medida de radiación que se desea obtener, ya sea un proceso de exposición o un proceso de calibración.

5. Equipo según la reivindicación 4ª **caracterizado** porque la tapa superior consiste en una tapa de exposición en la cual existe una ventana circular descentrada.

6. Equipo según la reivindicación 4ª, **caracterizado** porque la tapa superior consiste en una tapa de calibración en la que existe una ventana en forma de "C".

7. Equipo según las reivindicaciones 4ª a 6ª, **caracterizado** porque la ventana circular y la ventana en forma de "C" permiten el acceso de la radiación UV a zonas localizadas y distintas del biofilm.

8. Equipo según las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la tapa de exposición, la tapa de calibración y la tapa base disponen de medios para impedir el desplazamiento lateral de la radiación en el interior de la disquetera a zonas no deseadas del biofilm.

9. Equipo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque el biofilm y la tapa base son estáticos y la tapa superior se desplaza sobre ellos.

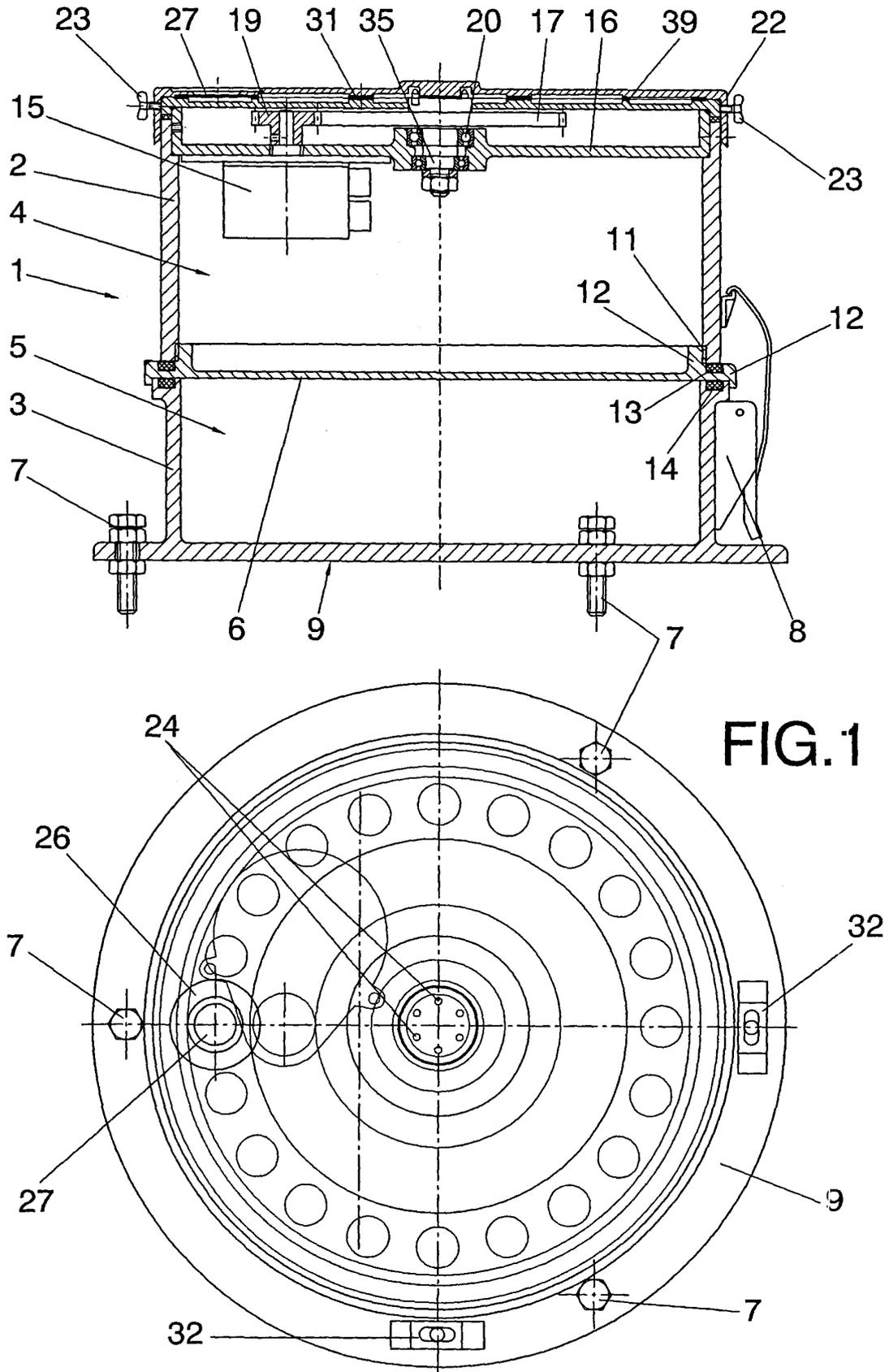
10. Equipo según reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque los medios electromecánicos de accionamiento consisten en un motor paso a paso que acciona unas ruedas dentadas, que a su vez accionan la tapa superior para producir su desplazamiento.

11. Equipo según las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque la disquetera conteniendo al biofilm, los medios electromecánicos y los medios electrónicos programables están alojados en una carcasa cilíndrica, la cual está cerrada superiormente por dicha tapa superior y dispone de medios para su fijación a la intemperie sobre una superficie adecuada.

12. Equipo según la reivindicación 11ª, **caracterizado** porque la carcasa se compone de una carcasa superior y de una carcasa inferior acoplables entre sí con carácter desmontable, y dispone de una tapa intermedia en su interior que separa dichas carcasas y define con ellas respectivamente una cámara superior y una cámara inferior independientes entre sí, de modo que la disquetera, los medios electromecánicos y los medios electrónicos están alojados en la cámara superior y en la cámara inferior se alojan unas baterías de alimentación del equipo.

13. Método para la exposición automática de un elemento sensor a una radiación, **caracterizado** porque consiste en disponer de un elemento sensor de forma circular alojado en una disquetera circular donde permanece oculto de dicha radiación a excepción de una primera zona de exposición localizada del mismo, la cual permanece expuesta a dicha radiación durante un tiempo preestablecido, y desplazar relativamente dicho elemento sensor y dicha disquetera de modo que se oculta dicha primera zona de exposición y se abre una segunda zona de exposición, repitiéndose esta secuencia un número determinado de veces.

14. Método según la reivindicación 13ª **caracterizado** porque se utiliza más de una zona concéntrica del elemento sensor para su exposición a la radiación, ocultando la zonas concéntricas anteriormente utilizadas.





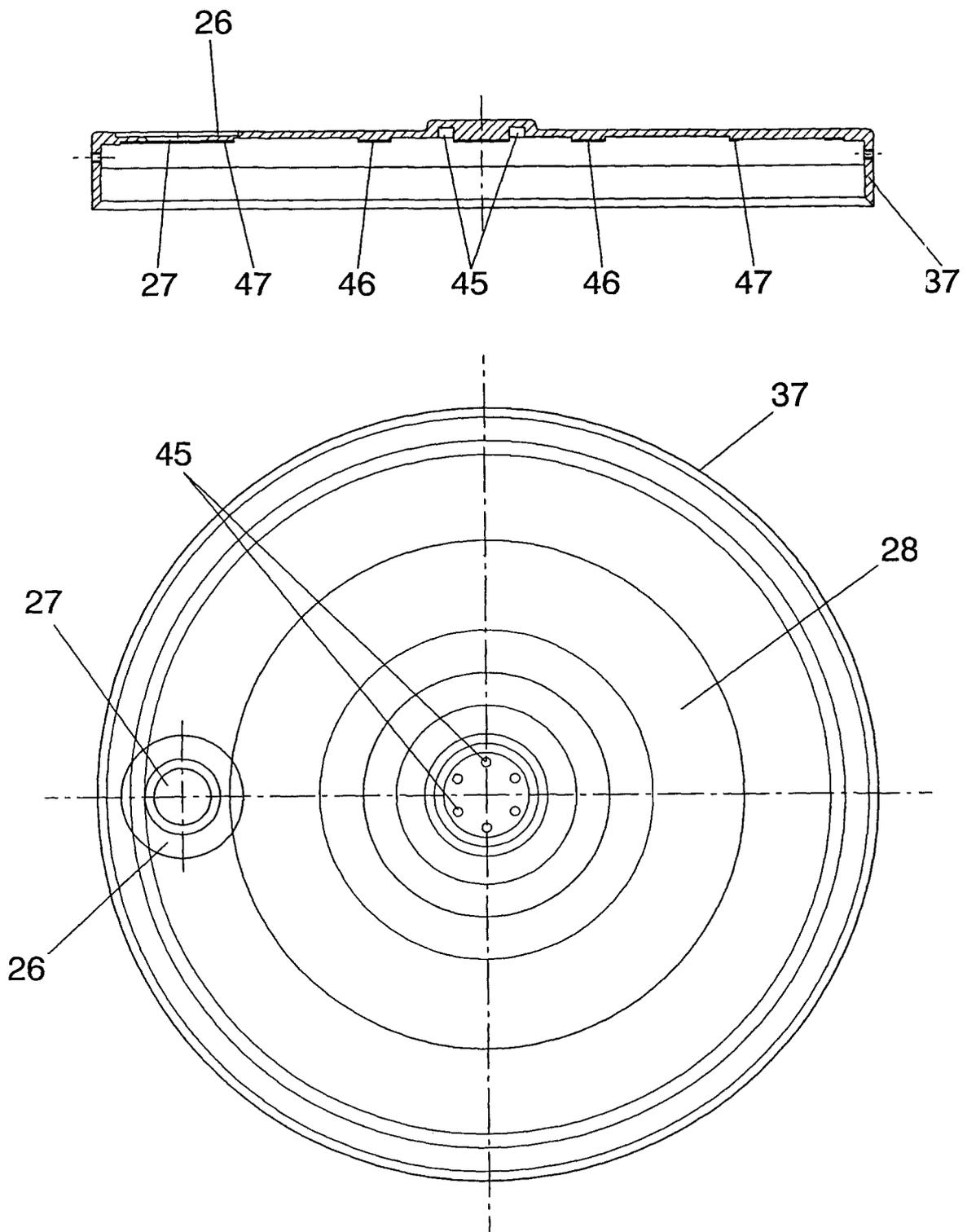


FIG.3

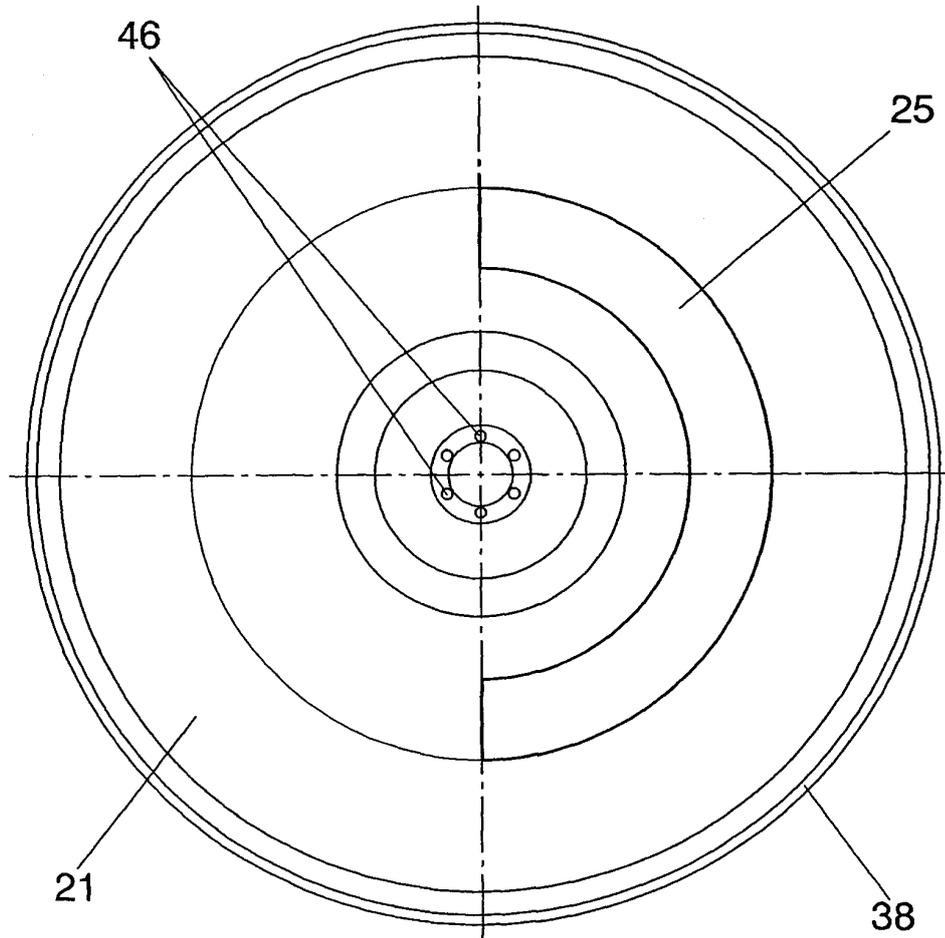
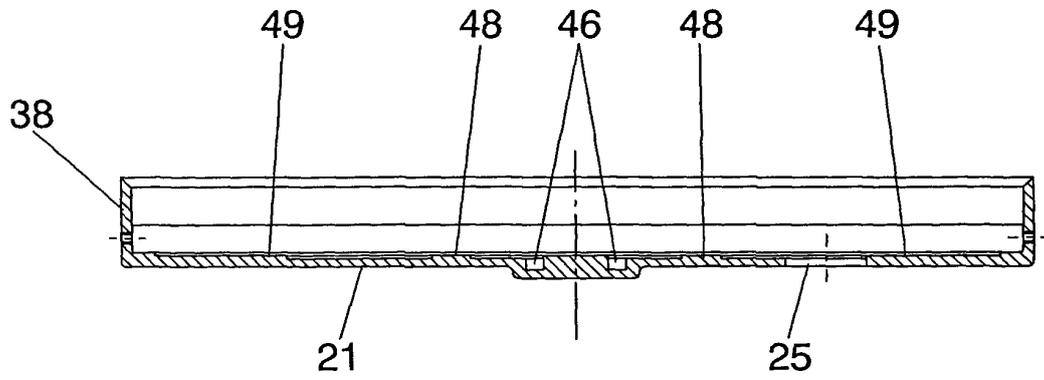


FIG.4

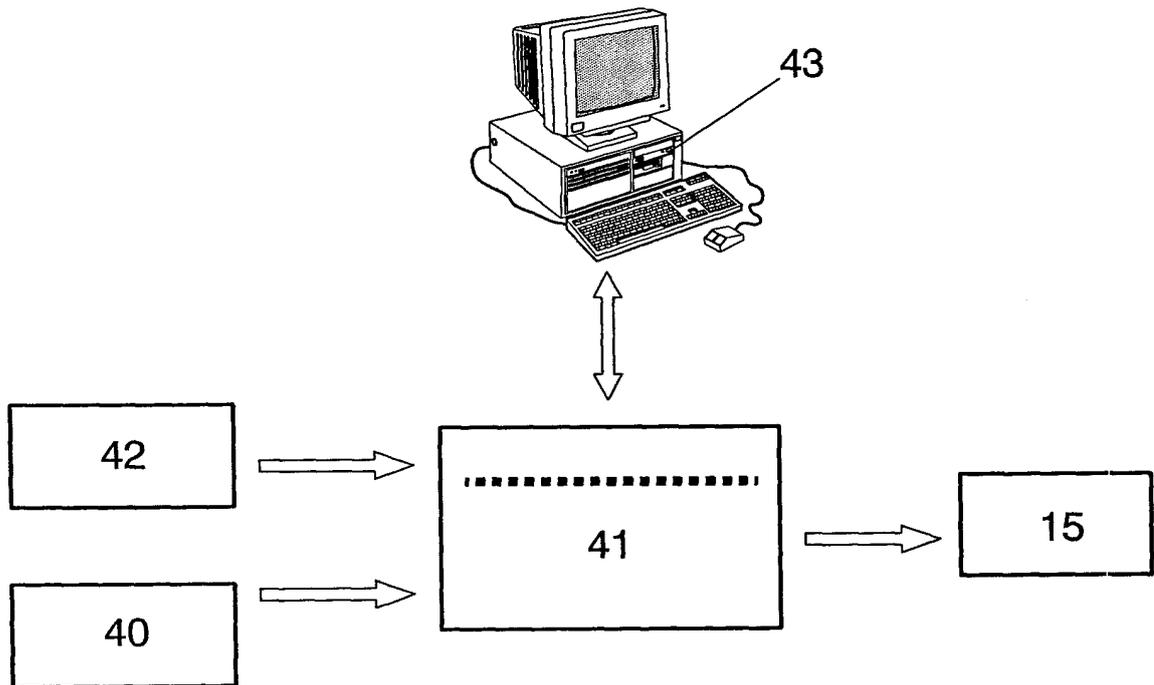


FIG.5

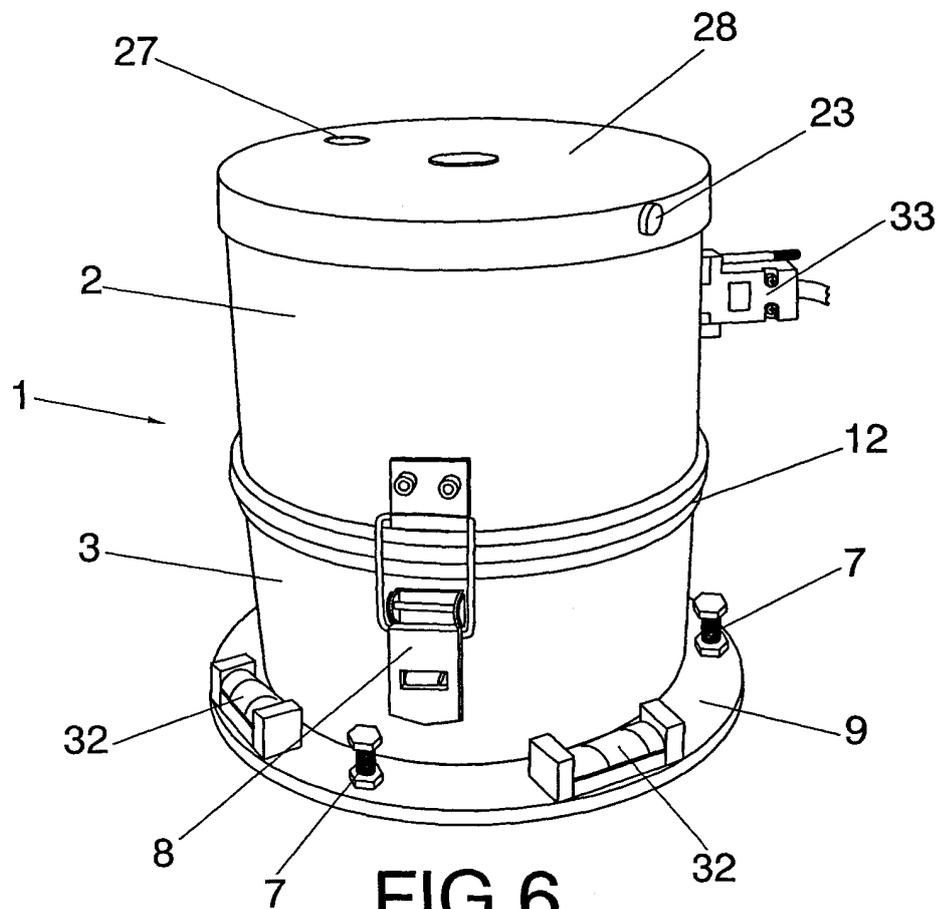
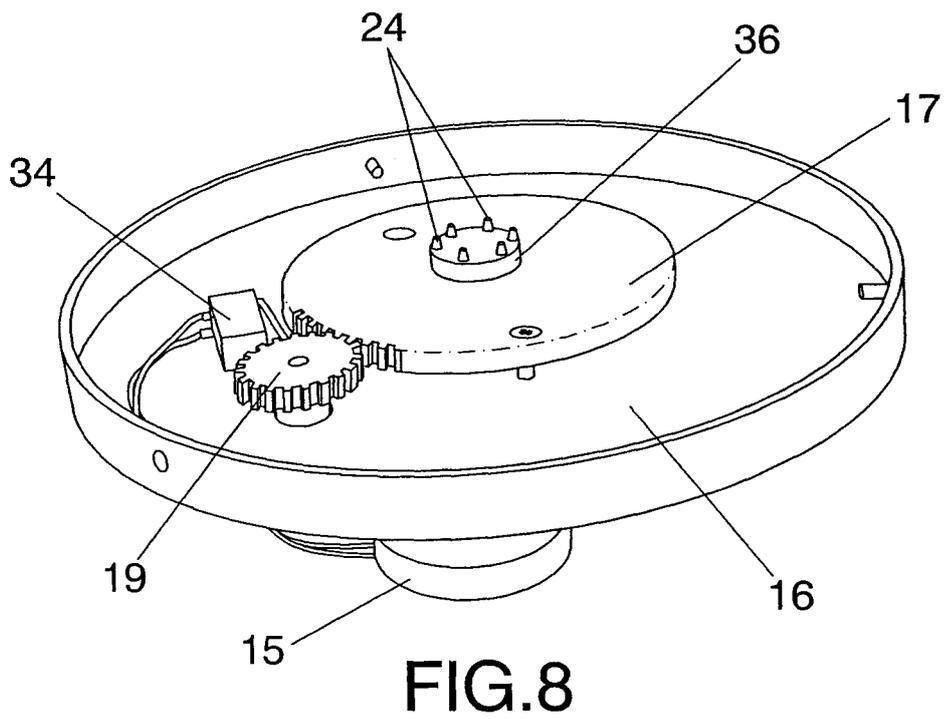
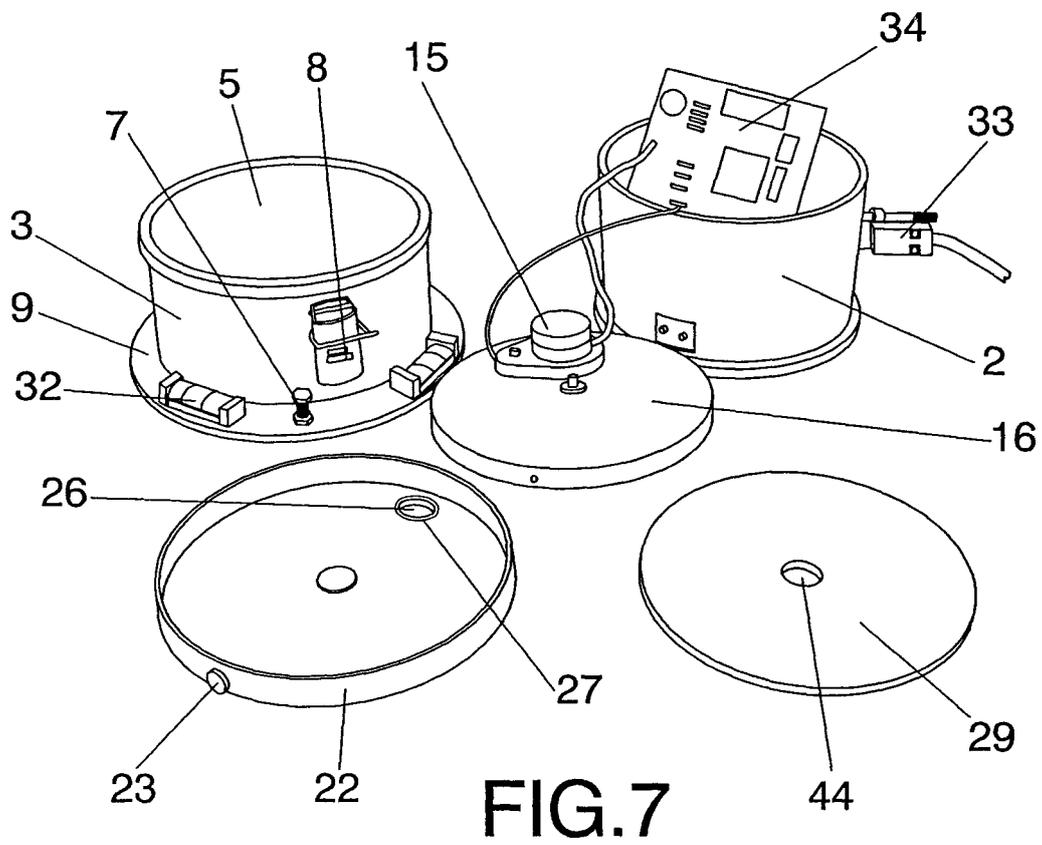
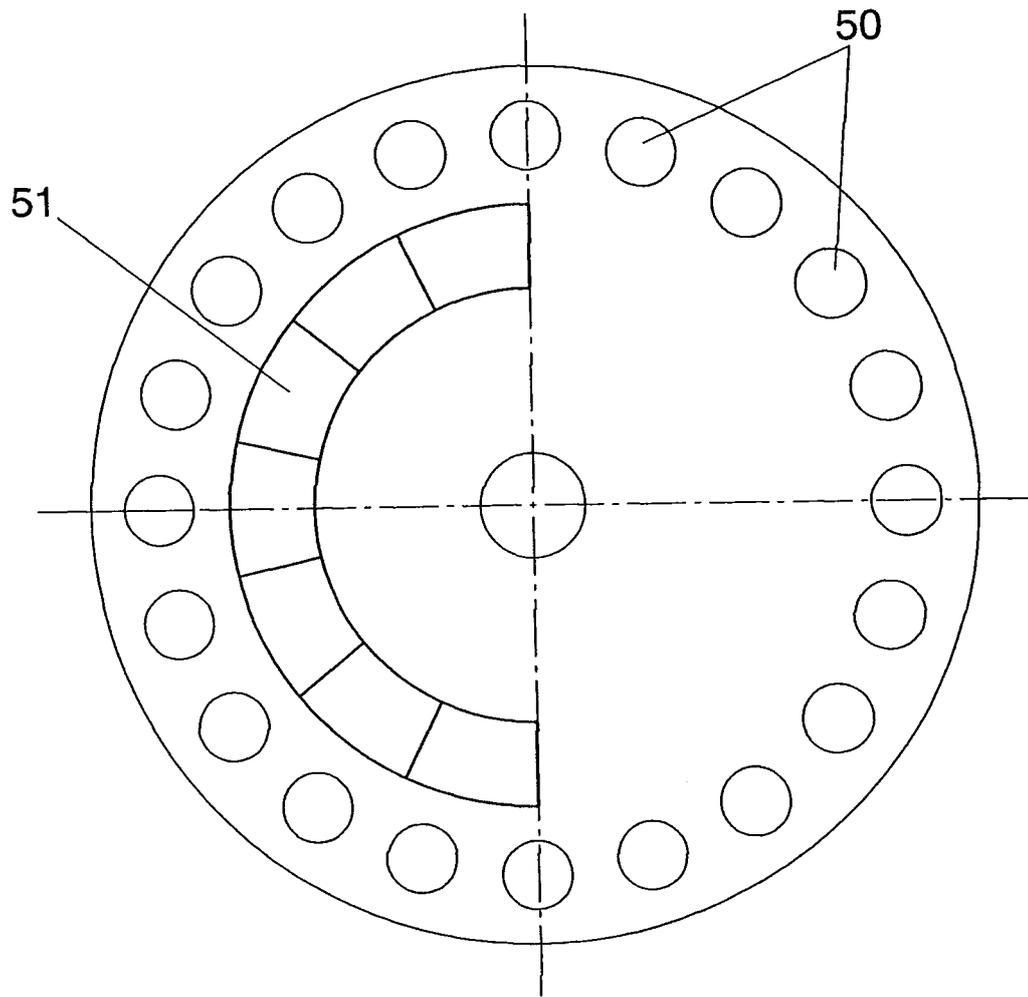


FIG.6





**FIG.9**



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 222 807

② Nº de solicitud: 200301675

③ Fecha de presentación de la solicitud: 16.07.2003

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: H01L 51/20, C12N 11/04, C12Q 1/02

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados  | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|---|----------------------------|
| A         | EP 0282029 A (DEUTSCHE FORSCHUNGS- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT UND RAUMFAHRT) 14.09.1988, todo el documento. | 1,10,13                    |
| A         | DE 4440692 A (ILKA PRÄZIMATIC/KRYOTECHNIK) 23.05.1996, columna 3, líneas 6-17.                                | 1,10,13                    |
| A         | DE 4039002 A (DEUTSCHE FORSCHUNGS- UND VERSUCHSANSTALT FÜR LUFT) UND RAUMFAHRT) 11.06.1992, reivindicaciones. | 1-3                        |
| A         | EP 0706228 A (INSTITUT FÜR BIOPROZESS- UND ANALYSENMESSTECHNIK) 10.04.1996, todo el documento.                | 1-3                        |
| A         | US 4308459 A (WILLIAMS) 29.12.1981, reivindicaciones 1,2; columna 3, líneas 51-61.                            | 1,2,5-7                    |

#### 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

26.11.2004

Examinador

A. Cardenas Villar

Página

1/1