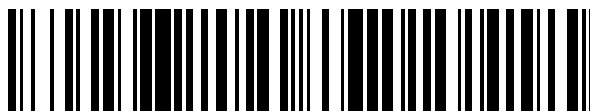


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 339**

51 Int. Cl.:

**H01J 49/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2014 PCT/IB2014/064364**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2015 WO15036918**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2014 E 14790331 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 3044804**

54 Título: **Dispositivo para detectar partículas y método de detección correspondiente**

30 Prioridad:

**11.09.2013 IT UD20130118**

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

**14.03.2018**

73 Titular/es:

**ELETTRA - SINCROTRONE TRIESTE S.C.P.A.  
(100.0%)  
S.S. 14, Km 163, 5 in Area Science Park  
34149 Basovizza - Trieste, IT**

72 Inventor/es:

**CAUTERO, GIUSEPPE;  
PITTANA, PAOLO y  
SERGO, RUDI**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 659 339 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo para detectar partículas y método de detección correspondiente

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo para detectar partículas, que se puede instalar en un aparato de detección, tal como un analizador electrónico de deflexión electrostático o un analizador de tiempo de vuelo (TOF), o ARTOF, u otro aparato utilizado para guiar, desviar, o centrar partículas y utilizado para estudiar materia en sus diversos estados agregados: sólido, líquido y gaseoso.

Aquí y en lo sucesivo en la descripción, el término partículas comprenderá electrones, iones u otras partículas eléctricamente neutras o cargadas, o fotones.

15 La presente invención se refiere también al método para detectar partículas.

**Antecedentes de la invención**

Se sabe de aparatos para la detección de partículas, por ejemplo, pero no solo de analizadores electrónicos de deflexión electrostáticos, tales como los aparatos para la producción de luz de sincrotrón.

En particular, tales aparatos de detección comprenden por lo general una cámara colocada en una condición de ultra alto vacío, también conocida como UHV, en la que se genera un haz de partículas, cuyo comportamiento se analiza por los dispositivos de detección.

Los dispositivos de detección están, por lo general, asociados con una de las paredes de la cámara mediante bridas, generando una interfaz entre el interior y el exterior de la cámara.

También se sabe asociar los dispositivos de detección, en el lado interior de la cámara, los dispositivos de amplificación de electrones o multiplicadores de carga, configurados para amplificar la señal de partículas.

Los dispositivos de amplificación de electrones son capaces de producir, para cada partícula individual, impulsos de  $10^3$  -  $10^8$  electrones temporalmente comprendidos en fracciones o en unos pocos nanosegundos, a través de procesos de multiplicación de avalancha.

Entre los dispositivos de amplificación, se conocen las Placas de Micro-Canal (MCP), que comprenden un conjunto de amplificadores de electrones miniaturizados dispuestos paralelos entre sí.

Los impulsos producidos por los dispositivos de amplificación son explotados por los dispositivos de detección para contar, decodificar la posición y, posiblemente, el tiempo de llegada de las partículas que van a ser detectadas de diferentes maneras.

Se conocen diferentes formas en este campo para la detección de los impulsos producidos por los dispositivos de amplificación.

Se conoce, por ejemplo, un modo de detección multi-canal por medio del que los impulsos se transfieren por uno o más ánodos, tomados en el aire del vacío a través de conexiones pasantes adecuadas y después se amplifican y discriminan antes de procesarse digitalmente. La posición en la que llega la partícula se indica por la posición del propio ánodo y la resolución depende de los tamaños de los ánodos. El número de conectores para llevar la información del vacío al aire es igual al número de ánodos que componen el detector y está tecnológicamente limitado a un par de docenas.

Un modo de detección de tipo óptico también es conocido, por ejemplo descrito en el documento US-A-2011/095177, basado en dispositivos de carga acoplada, también conocidos como CCD, que consisten en un circuito integrado formado por una línea o una cuadrícula de elementos semiconductores capaces de acumular una carga eléctrica proporcional a la intensidad de la radiación electromagnética que los golpea. En este caso el dispositivo de amplificación o MCP se monta en una ventana unida a la cámara en una junta UHV.

En la ventana, en el lado de la cámara, se deposita una capa de fósforo, mantenida a muy alta tensión positiva (algunos kVolts) con respecto al MCP. De esta manera, cuando los impulsos producidos son acelerados hacia el fósforo, los mismos producen una iluminación proporcional a la carga emitida por el MCP.

Una cámara CCD, dispuesta fuera de la cámara, traduce esta iluminación en información de la cantidad de electrones que han llegado, suministrando también información sobre su posición (adquisición bidimensional). La resolución espacial viene determinada por la resolución de la cámara CCD y por la cantidad de fósforo que "propaga" la carga después de la llegada de los de los impulsos (efecto de desenfoque).

Una capa de material conductor, por ejemplo de aluminio, se deposita sobre la capa de fósforo, en cualquier caso, con una resistencia de menos de  $1\Omega/\text{cuadrados}$ , y que permite descargar la carga generada tras el impacto contra la capa de fósforo.

5 También se conocen dispositivos de detección, basados en los denominados sistemas de "búsqueda del centroide", entre los que uno de los métodos más conocidos es el basado en "ánodos de retardo transversal". Una solución basada en este tipo de detección se describe por ejemplo en el documento WO-A-2011/109311.

10 En este caso la carga que sale de los dispositivos de amplificación de MCP induce impulsos electromagnéticos que se propagan en una o dos (en este caso uno ortogonal al otro) líneas de retardo fabricadas de material conductor - situado a algunos milímetros del MCP y depositadas directamente sobre el material de cerámica o en forma de cables, y dispuestos durante su uso dentro de la cámara de análisis.

15 Una vez que han llegado a los 4 cabezales de las dos líneas de retardo, los impulsos son llevados al aire por medio de conexiones pasantes, se amplifican y se discriminan. A partir de la medición del tiempo que transcurre entre la llegada de un impulso en un cabezal y de un impulso en el otro cabezal (de cada una de las dos líneas) la información temporal se extrae, así como la información espacial, en relación con la llegada de la partícula.

20 Mientras más precisa es la medición de la hora de llegada, más precisa será la decodificación de la posición. En estos casos es importante conservar la forma del impulso inicial, puesto que es mediante la identificación de su centroide que se deriva la información precisa de su posición, mientras que por el contrario el tamaño de los ánodos es algo menos relevante. El número de conectores (aire - vacío) necesarios para obtener esta información tridimensional (2D más el tiempo) es igual a 4.

25 El documento WO-A-2011/109311 describe también una forma de realización en la que las partículas se detectan por medio de un dispositivo de detección de tipo línea de retardo, que se encuentra fuera de la cámara de análisis.

30 El dispositivo consiste en una capa de material resistivo depositado sobre la cara exterior de un sustrato, fabricado de vidrio o de cerámica, que se une a una pared de la cámara de análisis y que sustituye a la capa de fósforo utilizada normalmente.

La capa de material resistivo constituye los ánodos para la detección de las partículas. Sin embargo, esta solución no permite efectuar adquisiciones alternativamente ni ópticas ni electrónicas.

35 Por todas las razones expuestas anteriormente, es obvio que los modos de detección descritos anteriormente tienen poco en común entre sí, de modo que pasar de un modo de detección a otro es extremadamente costoso, no solo en términos de tiempo sino también debido a los trabajos mecánicos de adaptación necesarios ya la necesidad de "romper" el vacío en la cámara. Interrumpir la condición de vacío en la cámara es prácticamente inaceptable en el marco de un experimento.

40 Por otra parte, la limitación de utilizar de un único detector está relacionada a la compra del analizador electrónico particular u otro instrumento.

45 Un dispositivo para detectar partículas se conoce también a partir del documento US-A-5.969.361, que permite la adquisición tanto óptica como electrónica. En este dispositivo de detección, un sustrato que constituye el elemento de interposición entre la cámara de análisis y el exterior se fija a la pared de la cámara de análisis.

50 En el elemento de interposición, de material transparente, y en el lado orientado hacia el interior de la cámara de análisis durante su uso, una capa de material conductor se deposita primero, constituyendo uno o más ánodos para la detección de partículas; por encima de esta, se deposita una capa de material luminiscente. Se proporciona una pluralidad de conexiones pasantes de la cámara de análisis hacia el exterior para conectar los ánodos con un sistema electrónico para detectar las partículas. Esto hace que el dispositivo sea particularmente complejo puesto que las conexiones pasantes se deben diseñar adecuadamente para garantizar la condición de vacío en la cámara de análisis.

55 Un dispositivo de adquisición óptica se fija fuera de la cámara de análisis para detectar las partículas que inciden en la capa luminiscente.

60 La partícula, que incide en la capa luminiscente y en la capa de material conductor, determina tanto una emisión luminosa que se detecta por el dispositivo de adquisición óptica como también un impulso de carga que se detecta por el sistema de detección electrónico conectado al ánodo.

Sin embargo, esta solución no es confiable, y no permite realizar detecciones exactas y precisas, puesto que no permite maximizar el rendimiento de los dos tipos de adquisición, sino que es un compromiso entre los dos.

65

Además, debido al hecho de que los ánodos se sitúan dentro de la cámara de análisis, es particularmente complicado sustituir este tipo de ánodos con otros, por ejemplo, para pasar de una detección de ánodo resistiva a una detección de múltiples ánodos. En este caso, la cámara de análisis debe llevarse a las condiciones ambientales, el desmontar el dispositivo de detección, sustituido por otro y la cámara de análisis debe ser devuelta a una condición de vacío.

Además, esta solución no se puede utilizar para la aplicación de las detecciones de retardo de ánodo transversales, que en el campo de la detección de ánodo es la más eficaz en términos de rendimiento. La presencia de la capa de material conductor haría, de hecho, que la carga generada por el impacto de las partículas se degenere muy rápidamente, tanto es así que las mismas no serían entonces capaces de detectarse por los sistemas de retardo de ánodo transversales.

Desde un punto de vista experimental, el problema es aún más grande porque cada uno de los métodos descritos para la adquisición tiene ventajas y desventajas, que hacen necesario adoptar un tipo de detección u otro en el marco del mismo experimento.

Una de las finalidades de la presente invención es obtener un dispositivo de detección de partículas que permita, en el mismo aparato de detección (analizador, TOF, ARTOF, etc.) adoptar diferentes modos de detección sin necesidad de llevar la cámara a las condiciones atmosféricas o realizar trabajos mecánicos complejos al vacío.

Otro objetivo de la presente invención es obtener un dispositivo de detección que permita simplificar y reducir las operaciones necesarias para adoptar un método de detección en lugar de otro.

El solicitante ha ideado, probado y realizado la presente invención para superar los inconvenientes del estado de la técnica y obtener estas y otras finalidades y ventajas.

### Sumario de la invención

La presente invención se expone y caracteriza en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención o variantes de la idea inventiva principal.

De acuerdo con las finalidades anteriores, un dispositivo para detectar partículas comprende un cuerpo de soporte acoplable de manera correspondiente a una abertura dispuesta en una pared de una cámara de análisis para un aparato de detección, tal como un analizador electrónico de desviación electrostático o un analizador del tiempo de vuelo. El cuerpo de soporte se configura para soportar al menos un elemento de interposición de un material eléctricamente aislante y transparente a la luz visible, y se configura para cerrar la cámara de análisis.

De acuerdo con una característica de la presente invención, en el elemento de interposición, en el lado que durante su uso se orienta hacia el interior de la cámara de análisis, se dispone una capa luminiscente, configurada para iluminarse cuando se pone en contacto con una partícula y, sobre la capa luminiscente, se dispone una capa resistiva con una resistencia óhmica comprendida entre 1 k $\Omega$ /cuadrados y 50 M $\Omega$ /cuadrados.

Aquí y en lo sucesivo en la descripción y reivindicaciones, el término luminiscente se tomará como significando una capa que se enciende cuando llega un impulso de carga. Meramente a modo de ejemplo, la capa luminiscente puede iluminarse debido al efecto de fluorescencia y fosforescencia, aunque no se excluyen otros métodos de iluminación de la llegada de un impulso de carga.

La aplicación en el elemento de interposición de una capa luminiscente y una capa resistiva que tiene las propiedades anteriores permite realizar tanto adquisiciones ópticas, detectando la emisión luminosa emitida por la capa luminiscente, como también adquisiciones de ánodo, detectando un impulso electromagnético generado por las partículas, y posiblemente amplificado primero por un elemento amplificador de carga.

Pasando a través del elemento de interposición, la emisión luminosa se puede detectar por un dispositivo de adquisición de imágenes que se encuentra fuera de la cámara de análisis.

Por el contrario el impulso de carga generado por el impacto de la partícula contra la capa resistiva se transfiere, debido a un efecto capacitivo, a través del elemento de interposición. Un detector asociado fuera de la cámara de análisis, y en contacto directo con el elemento de interposición, permite detectar el impulso de carga que llega a través de este último.

La elección de la capa resistiva particular, con los valores de resistencia óhmica mostrados anteriormente, permite que la carga generada en la capa luminiscente no se disperse rápidamente en su superficie, y que permanezca confinada en el punto de impacto de la partícula durante el tiempo necesario para su detección, por ejemplo, por líneas de retardo cruzadas. De esta manera el impulso de carga se transfiere, sin distorsiones o atenuaciones de la señal, a través del elemento de interposición para poder detectarse fácilmente por los detectores. El elemento de

interposición garantiza también la junta del vacío dentro de la cámara de análisis, y permite la adquisición óptica directa por dispositivos de adquisición que se pueden disponer fuera de la cámara de análisis.

5 Con el dispositivo de acuerdo con la presente invención, es por lo tanto posible realizar detecciones de partículas con diferentes métodos sin la necesidad de sustituir el dispositivo de detección o de interrumpir el vacío en la cámara de análisis. Con respecto a las detecciones de ánodo es, por ejemplo, suficiente reemplazar un detector con otro de otro tipo, simplemente sustituyendo el detector en sí y disponiendo el otro en contacto directo con el elemento de interposición en el lado exterior de la cámara de análisis. Ya no se requiere llevar la cámara de análisis a las condiciones ambientales. Si se requiere una detección de imágenes será, por el contrario, suficiente retirar el detector y disponer, fuera de la cámara de análisis y orientado hacia el elemento de interposición, un dispositivo de adquisición de imágenes para detectar las emisiones luminosas que pasan a través del elemento de interposición.

15 Algunas formas de realización de la presente invención se refieren también a un método para detectar partículas en un aparato de detección, tal como un analizador electrónico de deflexión electrostático o un analizador de tiempo de vuelo, que proporciona acelerar las partículas en contra de un elemento de interposición fabricado de un material eléctricamente aislante, transparente a la luz visible y asociado a un cuerpo de soporte. El cuerpo de soporte se fija de manera correspondiente a una abertura dispuesta en una pared de una cámara de análisis del aparato de detección.

20 En algunas soluciones del método de acuerdo con la presente invención, las partículas aceleradas contra el elemento de interposición impactan primero en una capa resistiva que tiene una resistencia óhmica comprendida entre 1 k $\Omega$ /cuadrados y 50 M $\Omega$ /cuadrados y después sobre una capa luminiscente, polarizada y depositada sobre el elemento de interposición, produciendo una emisión luminosa y un impulso de naturaleza electromagnética. La emisión luminosa y, por efecto capacitivo, el impulso, pasan a través del elemento de interposición. Al menos uno de o bien la emisión luminosa o el impulso se detectan fuera de la cámara de análisis.

#### Breve descripción de los dibujos

30 Estas y otras características de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de algunas formas de realización, proporcionadas como un ejemplo no restrictivo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la Figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de detección de partículas de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;
- la Figura 2 es un detalle ampliado de una parte del dispositivo de acuerdo con la presente invención de acuerdo con una posible forma de realización;
- la Figura 3 es una vista en despiece ordenado de un dispositivo de detección de acuerdo con la presente invención de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención;
- la Figura 4 es una representación esquemática de un dispositivo de detección asociado a un dispositivo de adquisición óptica de acuerdo con algunas formas de realización de la invención;
- 40 – la Figura 5 es una representación esquemática del principio de funcionamiento del dispositivo de detección en la Figura 4;
- las Figuras 6 y 7 son representaciones esquemáticas de un dispositivo de detección de acuerdo con la presente invención de acuerdo con las posibles formas de realización.

45 Para facilitar la comprensión, los mismos números de referencia se han utilizado, cuando sea posible, para identificar elementos comunes idénticos en los dibujos. Se entiende que los elementos y las características de una forma de realización se pueden incorporar, convenientemente, en otras formas de realización, sin más aclaraciones.

#### Descripción detallada de algunas formas de realización

50 De acuerdo con algunas formas de realización, mostradas simplemente a modo de ejemplo en las Figuras 1-3, un dispositivo de detección 10 de acuerdo con la presente invención se puede instalar en un aparato de detección 11, solamente mostrado parcialmente en los dibujos, para detectar partículas como electrones, iones o fotones.

55 En algunas formas de realización de la presente invención, el aparato de detección 11 puede ser un analizador electrónico de deflexión electrostático o un analizador de tiempo de vuelo (TOF), o ARTOF, u otro aparato utilizado para guiar, desviar, o centrar partículas.

60 El aparato de detección 11 comprende una cámara de análisis 13 que durante su uso se pone en una condición de vacío, y en el que las partículas, indicadas en la Figura 1 con la flecha C, se hacen transitar, y posiblemente se aceleran contra el dispositivo de detección 10 para su detección.

65 En la forma de realización mostrada en la Figura 1, el dispositivo de detección 10 comprende un cuerpo de soporte 14 instalado de manera correspondiente a una abertura pasante 15 realizada en una pared 12 del aparato de detección 11.

La pared 12 define al menos parte de la cámara de análisis 13 que, durante su uso, se pone en una condición de vacío.

5 Solamente, a modo de ejemplo, la cámara de análisis 13 se pone a aproximadamente  $10^{-5}$  -  $10^{-12}$  mbar, aunque no se excluyen valores de presión más altos, en el intervalo de  $10^{-3}$  mbar, utilizando gases inertes, por ejemplo. La condición de vacío en la cámara de análisis 13 es necesaria tanto por razones experimentales como también para los instrumentos de multiplicación de carga, o MCP, que no pueden funcionar a presiones superiores a  $10^{-5}$  mbar.

10 El cuerpo de soporte 14 se puede fijar a la pared 12 de la cámara de análisis 13 por medios de conexión sustancialmente conocidos, no mostrados en los dibujos.

Posibles implementaciones de la presente invención pueden proporcionar que los medios de conexión se entre un grupo que comprende conexiones roscadas, conexiones de ajuste a presión, conexiones de acoplamiento con la misma forma, conexiones de acoplamiento geométrico, o medios adecuados para fines similares o comparables.

15 El cuerpo de soporte 14 se configura para soportar al menos un elemento de interposición 16 fabricado de un material eléctricamente aislante y transparente a la luz visible. El elemento de interposición 16 funciona como un medio intermedio entre la cámara de análisis 13, en la que transitan partículas C, y los medios para detectar/adquirir las partículas C situados fuera de la cámara de análisis 13.

El elemento de interposición 16 se configura para cerrar la cámara de análisis 13 y garantizar una condición de vacío estanca dentro de la misma.

25 De acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, el elemento de interposición 16 se fabrica de cuarzo.

De acuerdo con una posible forma de realización, el elemento de interposición 16 se hace de cuarzo tipo BK07.

30 Las posibles soluciones de la presente invención prevén que el elemento de interposición 16 tenga un espesor S (Figura 2) comprendido entre 1 mm y 5 mm, preferentemente entre 2,5 mm y 4 mm, incluso más preferentemente de aproximadamente 3 mm.

35 Las formas posibles de realización pueden prever que el elemento de interposición 16 tenga un diámetro de aproximadamente 100 mm y un espesor de aproximadamente 3 mm.

Está claro, sin embargo, que en otras formas de realización, el espesor del elemento de interposición 16 se puede elegir con el fin de garantizar la junta del ultra alto vacío y es tan fino como permita el material del que se fabrica.

40 En formas posibles de realización, el elemento de interposición 16 es sustancialmente plano y comprende una primera superficie 17, dentro durante su uso, y una segunda superficie 18, fuera durante su uso con respecto a la cámara de análisis 13.

45 De acuerdo con algunas formas de realización de la presente invención, en la primera superficie 17 del elemento de interposición 16 se dispone una capa luminiscente 20, configurada para iluminarse, por ejemplo debido al efecto de fluorescencia, si las partículas C impactan contra la misma.

De acuerdo con las posibles soluciones, la capa luminiscente 20 se fabrica de materiales tales como el fósforo estándar, también conocido como "Fósforo Tipo Estándar".

50 De acuerdo con una forma de realización, la capa luminiscente 20 se elige de un grupo que comprende P43 (Gd<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Tb), P46 (Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>:Ce), P47 (Y<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>:Ce, Tb), P20 (Zn, Cd, S:Ag), P11 (ZnS:Ag).

55 De acuerdo con una posible solución, la capa luminiscente 20 se determina por varias deposiciones de material hasta que se obtiene un espesor máximo de 500 micrómetros.

60 De acuerdo con una posible solución, posiblemente combinable con las formas de realización descritas aquí, la capa luminiscente 20 comprende una mezcla de fósforo y cola configurada para mantener la mezcla de adherente de fósforo con el elemento de interposición 16, compatibilidad con la condición de alto vacío que se genera en la cámara de análisis 13.

65 De acuerdo con las posibles soluciones, la capa luminiscente 20 se conecta a dispositivos electrónicos, no representados en los dibujos, que se accionan eléctricamente para polarizar la capa luminiscente 20 y atraer las partículas C contra la misma.

De acuerdo con una posible forma de realización de la presente invención, en la capa luminiscente 20, en el lado

que durante su uso se orienta hacia el interior de la cámara de análisis 13, se dispone una capa resistiva 21, con una resistencia óhmica comprendida entre 1 kΩ/cuadrados y 50 MΩ/cuadrados, preferentemente entre 10 kΩ/cuadrados y 10 MΩ/cuadrados.

5 De acuerdo con una posible forma de realización de la presente invención, la capa resistiva tiene una resistencia óhmica comprendida entre 5 MΩ/cuadrados y 6 MΩ/cuadrados. De hecho, el solicitante ha comprobado que este rango de valores permite obtener una óptima fiabilidad y exactitud de las adquisiciones/detecciones.

Los valores de resistencia indicados anteriormente se refieren a la unidad de superficie considerada.

10 La adopción de este valor de resistencia óhmica permite utilizar el dispositivo de detección 10 de acuerdo con la presente invención no solo para la adquisición directa de imágenes, por ejemplo, por medio de un dispositivo de adquisición óptica basado en tecnología CCD, sino también para las detecciones del tipo de electrónica tales como la aplicación de detectores de ánodo, tal como un detector de línea de retardo transversal, un detector de múltiples ánodos o un detector de ánodo resistivo.

15 [Esta elección de la resistencia óhmica indicado anteriormente garantiza que el impulso electromagnético que se genera por una partícula no se propague instantáneamente sobre toda la superficie como ocurriría si la capa estuviera fabricada de un material eléctricamente conductor, por ejemplo, un material de metal; una propagación instantánea del impulso haría del dispositivo de detección 10 inutilizable con un modo de decodificación basado en líneas de retardo.

20 El valor de la resistencia óhmica de la capa resistiva 21 debe, por otra parte, ser tal como para permitir descargar las cargas acumuladas, de lo contrario la capa estaría eléctricamente cargada y los impulsos de carga posteriores encontrarían un campo defectuoso cada vez mayor. Al mismo tiempo, la resistividad de la capa resistiva 21 debe ser suficientemente alta para garantizar que la carga que llega no se propague de inmediato sobre toda la capa luminiscente 20, lo que pudiera afectar negativamente la naturaleza impulsiva de la misma e imposibilitaría la detección a través del acoplamiento capacitivo.

25 De acuerdo con posibles formas de realización de la presente invención, la capa resistiva 21 tiene también propiedades ópticas reflectantes para mejorar la eficacia del material que se ilumina cuando las partículas impactan contra la misma.

30 Algunas soluciones de la presente invención prevén que la capa resistiva 21 pueda polarizarse hasta al menos 2 kVolts sin que se produzca ninguna descarga a masa, es decir, a través del cuerpo de soporte 14.

De acuerdo con las posibles soluciones, la capa resistiva 21 se fabrica de un material semiconductor.

35 De acuerdo con posibles formas de realización, la capa resistiva 21 se fabrica de un material seleccionado de un grupo que consiste de germanio y grafito.

Sin embargo, no se puede excluir que en otras formas de realización, otros materiales que cumplen los requisitos indicados anteriormente se pueden adoptar.

40 Posibles implementaciones de la invención pueden prever que la capa resistiva 21 tenga un espesor comprendido entre 30 μm y 200 nm. En particular, el espesor de la capa resistiva 21 se elige en función del material utilizado y para alcanzar un valor de resistividad como se ha indicado anteriormente.

45 El material eléctricamente aislante del que se fabrica el elemento de interposición 16 permite aislar eléctricamente la alta tensión presente en la capa luminiscente 20 en el lado del elemento de interposición 16 que se encuentra en el aire.

50 De acuerdo con posibles formas de realización de la presente invención, un elemento de amplificación de carga 22 se asocia con el cuerpo de soporte 14, y se dispone adyacente a la capa luminiscente 20 y configura para amplificar la señal de las partículas.

55 De acuerdo con posibles soluciones de la presente invención, el elemento de amplificación de carga 22 puede ser una placa de micro-canal (MCP), aunque no se excluye que en otras formas de realización, pueda ser un dispositivo diferente adecuado para la finalidad, tal como un Multiplicador de Electrones de Gas (GEM), o un Micro Compteur à Trous (MicroCAT), o dispositivos análogos por lo general indicados como detectores de avalanchas de micro-patronos de gas, que utilizan gas para efectuar la multiplicación y son capaces de producir una carga de impulso detectable tras la llegada de una sola partícula.

60 Entre la capa luminiscente 20 y el elemento de amplificación carga 22 un espacio intermedio 23 se puede proporcionar, con una distancia D. A modo de ejemplo, la distancia D puede variar de 1 mm a 15 mm.

65

En una posible solución, el elemento de amplificación de carga 22 puede estar separado del elemento de interposición 16 por medio de un separador 24.

5 El separador 24 puede ser del tipo fijo, por ejemplo un anillo, o de tipo ajustable de modo que sea capaz de variar la distancia D en función de las adquisiciones a realizar.

Las formas posibles de realización pueden prever que el elemento de amplificación de carga 22 se monte en el cuerpo de soporte 14 por medio de un elemento de sujeción 25 tal como un anillo roscado, soportes de fijación, elementos roscados.

10 Con referencia a la Figura 1, el elemento de sujeción 25 comprende una tuerca de anillo a pesar de que otros tipos de sujeción no están excluidos, tal como una fijación encolada.

15 Cuando el aparato de detección 11 está funcionando (véase Figuras 4 y 5), la capa luminiscente 20 se polariza para acelerar los impulsos producidos por el elemento de amplificación de carga 22. El elemento de amplificación carga 22 emite impulsos de carga P que contienen de  $10^3$  a aproximadamente  $10^8$  electrones para cada partícula C que los golpea.

20 El impulso carga amplificado determinado por la amplificación, también gracias a la alta polarización a la que éste se somete durante su uso, lo que aumenta la energía cinética, que golpea contra la capa luminiscente 20 produce una emisión luminosa L.

25 Si una adquisición de la imagen se va a realizar, en el lado exterior del elemento de interposición 16, transparente a la luz visible, es decir, frente a su segunda superficie 18, un dispositivo de adquisición de imágenes 26 se puede proporcionar, configurado para adquirir imágenes de la emisión luminosa L y para evaluar al menos su grado de iluminación y la posición del impacto de la partícula C.

30 En posibles formas de realización, el dispositivo de adquisición de imágenes 26 puede ser del tipo basado en tecnología de Dispositivos de Carga Acoplada (CCD).

El dispositivo de detección 10 de acuerdo con la presente invención se puede adoptar también con otros métodos para la detección de partículas, sin modificar la arquitectura o estructura principal del dispositivo de detección 10, o sin requerir la interrupción del vacío en la cámara de análisis 13.

35 De hecho, gracias a las propiedades descritas anteriormente del elemento de interposición 16, los impulsos P generados por el elemento de amplificación de carga 22 se pueden transmitir a través del elemento de interposición 16 por medio de acoplamiento capacitivo, así como para que puedan detectarse por técnicas de adquisición electrónicas situadas en el aire. Para este fin, el espesor del elemento de interposición 16 debe elegirse también de modo que se garantice que el impulso P a medida que se propaga en el espesor S del elemento de interposición 16 llega distribuido sobre un área en el orden de  $\text{mm}^2$ . Esto permite utilizar las técnicas de decodificación habituales para el análisis de partículas, por ejemplo, técnicas basadas en la "búsqueda del centroide".

45 Con el fin de ejecutar los métodos de detección utilizando técnicas de ánodo, un detector de tipo ánodo 27 se puede asociar con el cuerpo de soporte 14. En particular, el detector 27 se asocia con el elemento de interposición 16 en el lado opuesto con respecto a donde se encuentra la capa luminiscente 20, y por lo tanto fuera de la cámara de análisis 13.

50 Esta condición permite sustituir fácilmente el detector de tipo de ánodo 27 con otro, por ejemplo, puesto que se requiere por el análisis específico requerido, sin necesidad de interrumpir la condición de vacío dentro de la cámara de análisis 13.

El detector 27 está provisto de al menos un elemento de detección 28, en este caso una pluralidad de elementos de detección 28, que durante su uso están en contacto directo con la segunda superficie 18 del elemento de interposición 16. De este modo el impulso P transmitido capacitivamente a través del elemento de interposición 16 se detecta directamente por los elementos de detección 28.

60 Con referencia a la Figura 6, los elementos de detección 28 comprenden un electrodo de tipo línea de retardo transversal, conectado a una pluralidad de cables de transmisión de señal 29. Los cables están a su vez conectados a un aparato de detección general.

Con referencia a la Figura 7, los elementos de detección 28 comprenden una pluralidad de electrodos dispuestos en una configuración de múltiples ánodos, cada uno de los que se conecta a los cables de transmisión de señales 29 respectivos que se conectan a su vez a un aparato de detección general.

65 Otras formas de realización pueden prever que los elementos de detección 28 comprendan uno o más ánodos resistivos.



Los elementos de detección 28 se pueden disponer en una placa de soporte 30 a través de la que se hacen a continuación las conexiones 31 a los cables 29.

5 Los elementos de detección 28 se pueden disponer en la placa de soporte 30, por ejemplo, utilizando técnicas de deposición catódica.

La placa de soporte 30 se dispone, durante su uso, con los elementos de detección 28 en contacto contra la segunda superficie 18 del elemento de interposición 16.

10 Las superficies de contacto entre la placa de soporte 30 y la segunda superficie 18 del elemento de interposición 16 son sustancialmente planas de modo que puedan acoplarse recíprocamente descansando una contra la otra.

15 La placa de soporte 30 se puede montar en un elemento de soporte 32 acoplable al cuerpo de soporte 14 por ejemplo, mediante conexiones roscadas u otros tipos de acoplamiento.

Gracias a este sencillo mecanismo del detector 27, extraíble y completamente en el aire, es posible reemplazar un tipo por otro, a fin de cambiar los modos de adquisición sin necesidad de intervenciones complejas en la cámara de análisis 13.

20 Si se requiere un análisis óptico, por otra parte, es posible retirar el detector 27 rápidamente para situar el dispositivo de adquisición de imágenes 26.

25 En formas posibles de realización, el cuerpo de soporte 14 puede estar provisto de conexiones pasantes de vacío - aire 33 que se extienden desde el cuerpo de soporte 14 hasta el elemento de interposición 16.

Las conexiones pasantes de vacío - aire 33 se pueden configurar para llevar potencia a la capa luminiscente 20, por ejemplo, garantizando la estanqueidad del ultra alto vacío de la cámara de análisis 13.

30 A continuación se describirá un método para hacer el dispositivo de detección 10, y en particular, las etapas para la fabricación de la capa luminiscente 20 y la capa resistiva 21.

35 Para hacer la capa luminiscente 20 se hace una mezcla de tres elementos: alcohol isopropílico, una cola compatible con vacío o ultra alto vacío (dependiendo de los requisitos del experimento) y material luminiscente en forma de polvo. El alcohol y la cola, aunque no fundamental para el proceso de luminiscencia, son útiles para la consecución de las características de adherencia y uniformidad necesarias para una deposición exitosa. En el siguiente ejemplo, P 47 (Y<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>:Ce, Tb) se utilizará como material luminiscente, pero el mismo proceso también es válido para otros tipos de fósforo estándar. La relación entre los tres elementos es de 1:1:1.

40 La mezcla se deja gotear sobre la primera superficie 17 del elemento de interposición 16 y, mediante un control de giro por ejemplo, una capa uniforme se genera con un espesor de algunos cientos micrómetros.

45 A continuación, el alcohol isopropílico se deja evaporar. Una vez que se ha secado, la capa luminiscente 20 aparece como una película en blanco y uniforme, eléctricamente aislante. En este punto la capa resistiva 21 se puede depositar.

50 A continuación se va a describir la realización de una capa resistiva de grafito. Comenzamos con grafito en una suspensión coloidal (disponible en el mercado) mezclado con alcohol isopropílico, y la mezcla se vierte sobre la capa luminiscente 20. El espesor de la capa resistiva 21 se hace uniforme mediante el uso de un control de giro, una espátula u otro dispositivo parecido o comparable. Aunque el alcohol no es necesario, se puede observar que, gracias a la presencia del alcohol, es más simple la deposición de una mezcla que alcanza (una vez que el alcohol se ha evaporado) una resistencia superficial que viene dentro de los valores de resistencia óhmica antes especificados. El espesor de la capa resistiva depositada es del orden de cientos de nanómetros, lo que corresponde - en el caso de grafito - a unos pocos MΩ/cuadrados. Otros espesores y otros valores de resistividad pueden obtenerse mediante el uso de diferentes métodos de deposición (alternativo al control de giro, que suelen ofrecer mayores espesores) o diferentes proporciones en la mezcla de alcohol-grafito. Sea cual sea el método, lo que cuenta es la resistencia óhmica antes identificada.

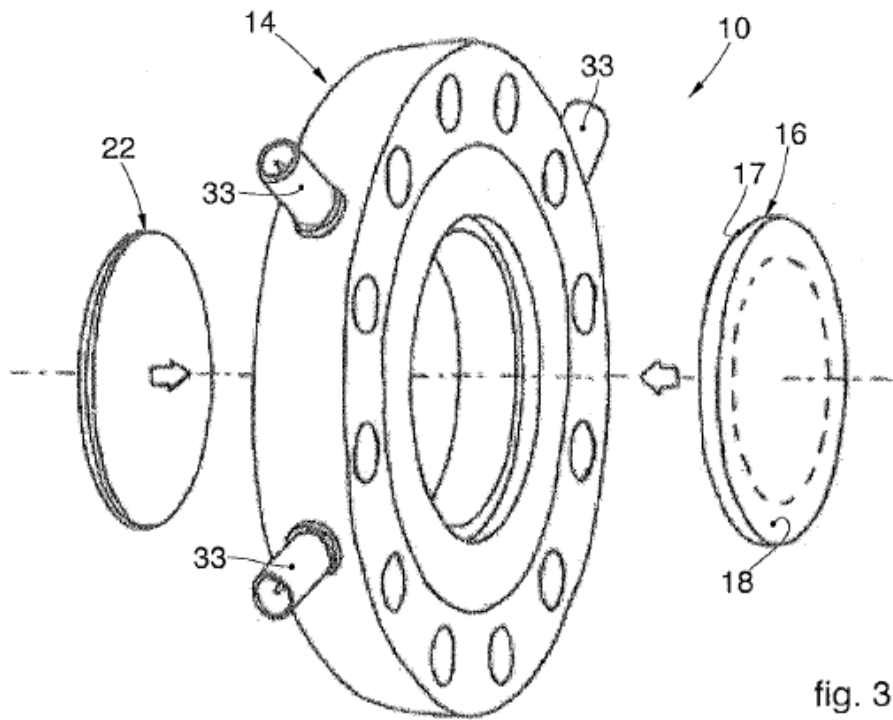
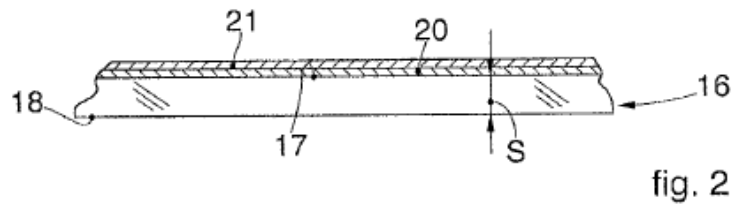
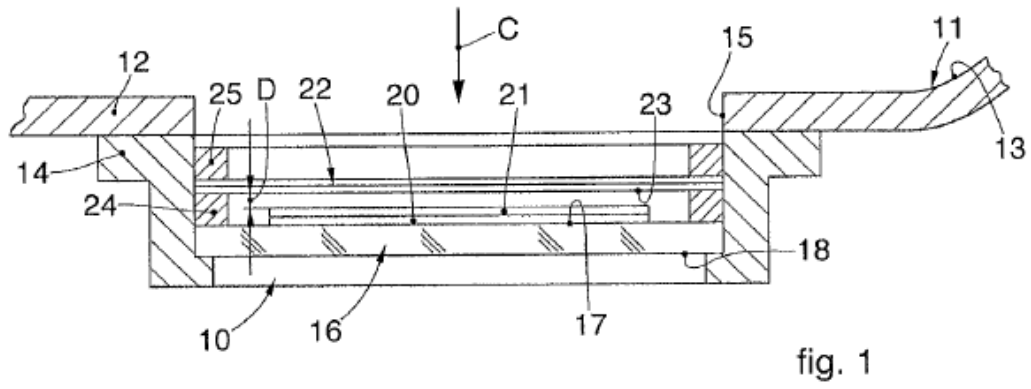
60 Queda claro que modificaciones y/o adiciones de piezas se pueden realizar al dispositivo de detección de partículas 10 y al método de detección correspondiente como se ha descrito hasta ahora, sin apartarse del campo ni del alcance de la presente invención.

65 También queda claro que, aunque la presente invención se ha descrito con referencia a algunos ejemplos específicos, una persona experta en la materia será ciertamente capaz de conseguir muchas otras formas equivalentes de dispositivo de detección de partículas 10 y del método de detección, con las características establecidas en las reivindicaciones y que, por tanto, entran dentro del campo de protección definido por las mismas.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para detectar partículas que comprende un cuerpo de soporte (14) que puede fijarse, de manera correspondiente, a una abertura (15) prevista en una pared (12) de una cámara de análisis (13) de un aparato de detección (11), tal como un analizador electrónico de deflexión electrostático o un analizador de tiempo de vuelo, estando dicho cuerpo de soporte (14) configurado para soportar al menos un elemento de interposición (16) fabricado de un material eléctricamente aislante y transparente a la luz visible, y configurado para cerrar dicha cámara de análisis (13), en el que en dicho elemento de interposición (16), en el lado que durante su uso se orienta hacia el interior de dicha cámara de análisis (13), hay dispuesta una capa luminiscente (20) configurada para iluminarse cuando está en contacto con una partícula y, en la parte superior de dicha capa luminiscente (20) hay depositada una capa resistiva (21), estando dicha capa luminiscente (20) fabricada de materiales de Fosforo de Tipo Estándar, **caracterizado por que** dicha capa resistiva se deposita con una resistencia óhmica comprendida entre 1 k $\Omega$ /cuadrados y 50 M $\Omega$ /cuadrados y fabricándose dicha capa resistiva (21) de material semiconductor.
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha capa resistiva (21) está fabricada de un material seleccionado de un grupo que consiste en germanio y grafito.
3. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicha capa resistiva (21) tiene un espesor comprendido entre 30  $\mu$ m y 200 nm.
4. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicha capa resistiva (21) tiene propiedades ópticas reflectantes.
5. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho elemento de interposición (16) está fabricado de cuarzo.
6. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** dicho elemento de interposición (16) tiene un espesor (S) comprendido entre 1 mm y 5 mm, preferentemente entre 2,5 mm y 4 mm, incluso más preferentemente de aproximadamente 3 mm.
7. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende un elemento de amplificación de carga (22) dispuesto frente a dicha capa luminiscente (20) y dicha capa resistiva (21) y configurado para amplificar la señal de dichas partículas (C) antes de su impacto sobre esta última.
8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** dicho elemento de amplificación de carga (22) se elige de un grupo que comprende Placas de Micro-Canal, un Multiplicador de Electrones de Gas o un Micro Compteur à Trous, u otros dispositivos adecuados para producir un impulso de carga detectable.
9. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** si se realiza una detección de tipo electrónico de dichas partículas, esta comprende un detector (27) de tipo ánodo asociado a dicho elemento de interposición (16), en el lado opuesto con respecto a donde se encuentra la capa luminiscente (20), fuera de dicha cámara de análisis (13), y configurado para detectar impulsos (P) de naturaleza electromagnética generados por dichas partículas.
10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** dicho detector (27) está provisto de al menos un elemento de detección (28) en contacto directo con dicho elemento de interposición (16).
11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** dicho elemento de detección (28) se elige de un grupo que consiste en electrodos de línea de retardo transversal, electrodos de múltiples ánodos y ánodos resistivos.
12. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** si se realiza una adquisición óptica de dichas partículas, esta comprende un dispositivo de adquisición de imágenes (26) proporcionado en el lado, exterior durante su uso, del elemento de interposición (16).
13. Aparato para detectar partículas tal como un analizador electrónico de desviación electrostático o un analizador de tiempo de vuelo, que comprende al menos una cámara de análisis (13) colocada, durante su uso, en una condición de vacío y en la que se hacen transitar las partículas (C), y al menos un dispositivo de detección (10) como en cualquier reivindicación anterior, estando dicho dispositivo de detección (10) fijado a al menos una pared (12) de dicha cámara de análisis (13) de manera correspondiente a una abertura pasante (15) de la misma.
14. Método para detectar partículas en un aparato de detección (11), tal como un analizador electrónico de deflexión electrostático o un analizador de tiempo de vuelo, que facilita acelerar dichas partículas contra un elemento de interposición (16) fabricado de un material eléctricamente aislante, transparente a la luz visible y asociado a un cuerpo de soporte (14), estando dicho cuerpo de soporte (14) fijado de manera correspondiente a una abertura (15) proporcionada en una pared (12) de una cámara de análisis (13) de dicho aparato de detección (11), en el que

5 dichas partículas, aceleradas contra dicho elemento de interposición (16), impactan primero contra una capa resistiva (21), fabricada de material semiconductor y que tiene una resistencia óhmica comprendida entre 1 k $\Omega$ /cuadrados y 50 M $\Omega$ /cuadrados, y después contra una capa luminiscente (20), polarizada, depositada sobre dicho elemento de interposición (16) y fabricada de materiales de tipo Fosforo Estándar, **por que** dichas partículas producen una emisión luminosa (L) y un impulso (P) de naturaleza electromagnética, **por que** dicha emisión luminosa (L) y, por efecto capacitivo, dicho impulso (P), se hacen pasar a través de dicho elemento de interposición (16), y **por que** al menos uno de dicha emisión luminosa (L) o dicho impulso (P) se detectan fuera de dicha cámara de análisis (13).



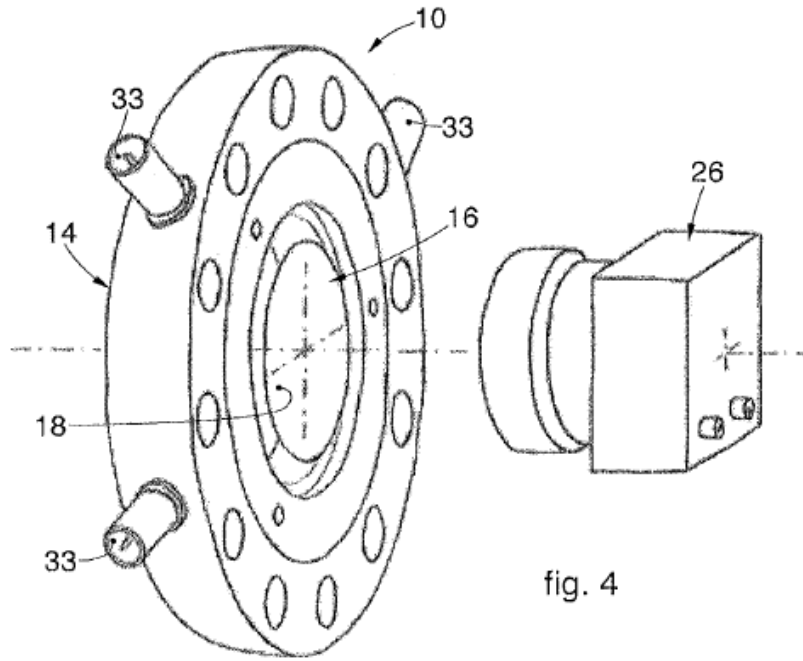


fig. 4

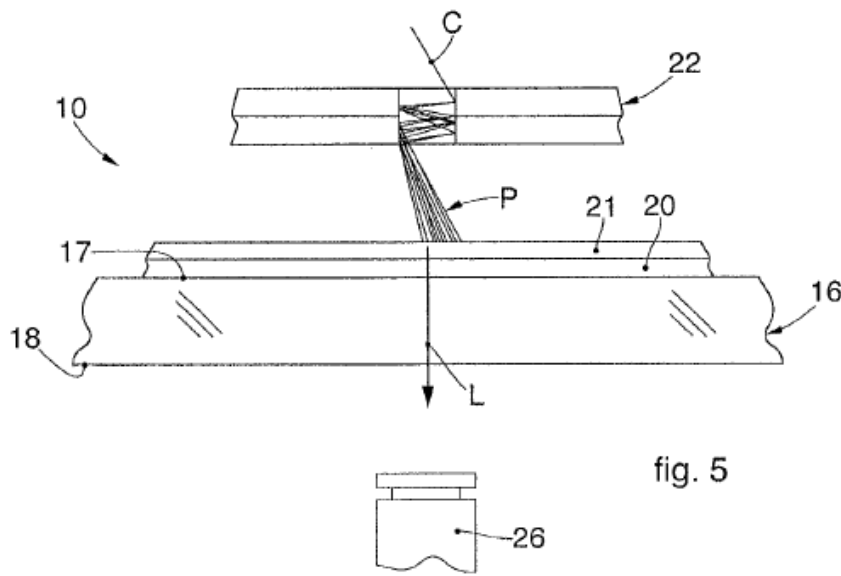


fig. 5

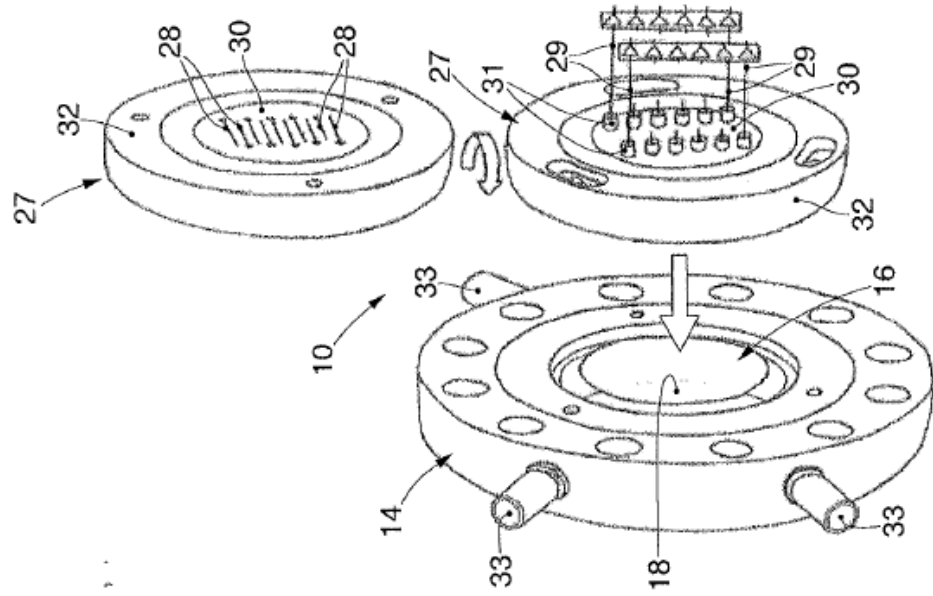


fig. 7

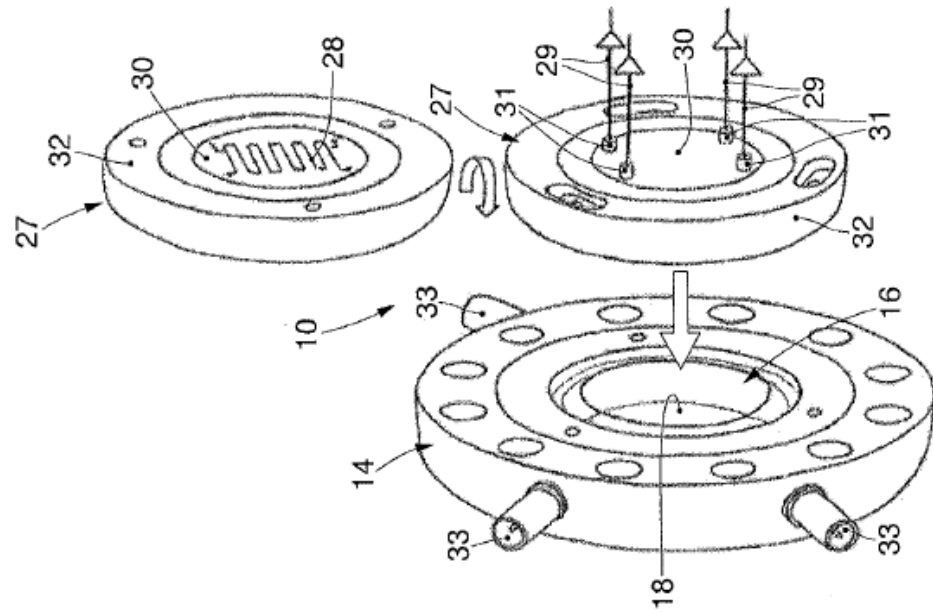


fig. 6