

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 782**

51 Int. Cl.:

H01J 49/00 (2006.01)

G01N 27/62 (2006.01)

G01N 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2009 PCT/IB2009/054710**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2010 WO10052604**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2009 E 09756819 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2364503**

54 Título: **Aparato de seguridad**

30 Prioridad:

06.11.2008 GB 0820321

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

17.07.2017

73 Titular/es:

**EYE ON AIR B.V. (100.0%)
Hengelosestraat 500
7521 AN Enschede, NL**

72 Inventor/es:

MITKO, SERGEY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 624 782 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

Aparato de seguridad

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un espectrómetro de movilidad de iones y se refiere particularmente a aparatos de seguridad capaces de detectar sustancias ilegales, especialmente en situaciones en las que pueden acceder a sistemas de transporte.

Antecedentes de la invención

10 Los componentes esenciales de un espectrómetro de movilidad de iones son una fuente de ionización, una región de reacción, una región de deriva y un detector. El principio en el que se basan los espectrómetros de movilidad de iones es que los iones cargados acelerados por un campo eléctrico alcanzan una velocidad de deriva terminal cuando se desplazan a través de un gas tal como el aire. La velocidad de deriva es característica de los iones, siendo dependiente de factores tales como su carga, tamaño, masa y forma. Como resultado, si se liberan al mismo tiempo diferentes iones en una región de deriva, a través de la cual se aplica un campo eléctrico, pueden distinguirse entre sí por su tiempo de llegada a un detector o electrodo colector.

15 El documento WO03/005014 describe un espectrómetro de movilidad de iones para analizar muestras discretas de un gas que comprende una disposición concéntrica de una región de ionización interior, una región de reacción anular que rodea la región de ionización y una región de deriva anular que rodea la región de reacción a través de la cual las moléculas ionizadas del gas a ser analizado fluyen en una dirección radial hacia un detector cilíndrico que forma la pared exterior de la región de deriva.

20 Usando este principio, pueden analizarse muestras de gases ionizados para determinar si contienen moléculas ionizadas asociadas con sustancias ilegales o peligrosas, tales como explosivos, narcóticos o materiales altamente combustibles. Como resultado, este principio es adecuado para su uso en aparatos de seguridad para prevenir ataques terroristas en sistemas de transporte público.

25 Se conoce la toma de una pequeña muestra de gas encerrando una persona en un portal. Mientras la persona se encuentra dentro del portal, se emiten ráfagas cortas de aire sobre la persona para generar una pequeña muestra de gas que a continuación es analizada, por ejemplo, con ayuda de un espectrómetro de movilidad de iones. Este enfoque adolece de algunos inconvenientes graves, debido al tiempo necesario para que cada persona pase a través del portal y debido a la falta de sensibilidad del equipo.

30 Una desventaja de los portales conocidos es que son demasiado lentos, necesitan más de 30 segundos para permitir que una persona pase a través del portal, lo cual es claramente inaceptable para un aeropuerto o un sistema de transporte subterráneo concurrido. Esto es debido a que se necesita mucho tiempo para que la muestra de gas creada por las bocanadas de aire alcance el espectrómetro.

Sumario de la invención

35 Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un espectrómetro de movilidad de iones para analizar un gas, que comprende una disposición concéntrica de una región de ionización interior, una región de reacción anular que rodea la región de ionización y una región de deriva anular que rodea la región de reacción a través de la cual fluyen las moléculas ionizadas del gas a ser analizado en dirección radial hacia un detector cilíndrico que forma la pared exterior de la región de deriva, caracterizado por que la región de reacción anular está definida por un conducto pasante para permitir que el gas a ser analizado fluya de manera continua a través de la región de ionización en la dirección axial del espectrómetro.

40 En contraste con los espectrómetros de movilidad de iones conocidos, tales como los descritos en el documento WO03/005014, que están diseñados para analizar una pequeña muestra de gas, el espectrómetro del segundo aspecto de la invención está diseñado para analizar un flujo de gas rápido y continuo y es esta característica la que lo hace particularmente adecuado para su uso en aparatos de seguridad.

45 Además, aunque el documento WO03/05014 en común con la presente invención emplea una configuración concéntrica, los tipos más comunes de espectrómetros de movilidad de iones conocidos se basan en un flujo axial de moléculas ionizadas hacia un detector. Esta configuración impone una limitación acerca del tamaño del detector y requiere un sistema complejo de electrodos para proporcionar el campo de aceleración uniforme necesario dentro del espacio de deriva. Por el contrario, el espectrómetro de la invención puede tener una abertura muy grande y no requiere la adopción de ninguna etapa especial para asegurar un campo radial uniforme en el espacio de deriva. La configuración concéntrica permite la introducción simultánea de múltiples muestras de moléculas ionizadas en el espacio de deriva, siendo expuestas todas las muestras al mismo campo eléctrico y debiendo recorrer todas las muestras exactamente la misma

distancia antes de llegar al colector. De esta manera, el espectrómetro puede conseguir una relación señal/ruido mejorada para conseguir una detección más fiable; siendo esto importante en los aparatos de seguridad.

Otro parámetro importante para juzgar el rendimiento de un espectrómetro de movilidad de iones es su resolución, es decir, su capacidad para distinguir entre moléculas ionizadas que tienen velocidades de deriva cercanas entre sí.

5 Es posible comenzar la medición del tiempo necesario para que las moléculas cargadas atraviesen la región de deriva desde el instante de su ionización. En este caso, la ionización puede ser iniciada por una descarga de corona creada mediante la aplicación de un pulso agudo a los cables de corona en la región de ionización. Como una alternativa, la región de deriva puede estar separada de la región de reacción por un obturador de iones cilíndrico, en cuyo caso la región de ionización puede tener cables de corona que son accionados continuamente.

10 Para mejorar la resolución, es preferible usar un obturador de iones que se pueda abrir y cerrar muy rápidamente para introducir sólo una breve ráfaga de moléculas ionizadas al espacio de deriva. El impulso de corriente creado por un constituyente particular del gas que está siendo analizado en el colector no puede ser más corto en el tiempo que el tiempo durante el cual el obturador de iones está abierto y si este tiempo se prolonga entonces los impulsos causados por diferentes moléculas de gas se fusionarán entre sí.

15 En una realización preferida de la invención, el obturador de iones comprende una lámina de material aislante intercalada entre dos capas de un material eléctricamente conductor, en el que la lámina aislante y las capas conductoras están perforadas por una matriz de orificios. Al aplicar tensiones de polaridad adecuada a las dos capas conductoras, se crearán campos eléctricos en los orificios que permiten o previenen el paso de moléculas ionizadas.

20 Para que el campo eléctrico creado dentro de cada orificio por los dos conductores que rodean sus extremos opuestos sea efectivo sobre todo el diámetro del orificio, es importante que el orificio tenga un diámetro de tamaño comparable en tamaño con el espesor de la lámina aislante. Típicamente, la lámina aislante puede tener un espesor de 0,2 a 0,3 mm y los orificios pueden tener un diámetro de aproximadamente 0,5 mm. En la práctica, existirá un compromiso entre el diámetro de los orificios y la separación entre los orificios. Los diámetros más grandes requerirán diferencias de potencial mayores para cerrar el obturador, mientras que los orificios de menor diámetro son difíciles de conseguir en la práctica, especialmente porque necesitan cubrir la mayor área posible del obturador.

25 Es difícil formar un obturador de iones en vista del gran número de pequeños orificios que es necesario realizar en la lámina original a partir de la cual se fabrica el obturador. Los orificios son demasiado pequeños y numerosos para poder ser perforados mecánicamente. En experimentos, no resultó posible utilizar un láser solo para formar los orificios ya que resultó en la formación de material conductor a lo largo de algunos de los orificios, causando un cortocircuito entre las dos capas conductoras.

30 Por lo tanto, se ideó un nuevo procedimiento para formar un obturador de iones, que comprendía comenzar con una lámina de material eléctricamente aislante intercalada entre dos capas eléctricamente conductoras, grabar químicamente una matriz de orificios en cada una de las capas conductoras, en el que los orificios en los lados opuestos de la lámina eléctricamente aislante están alineados entre sí, y exponer la lámina a radiación láser para quemar orificios en el material eléctricamente aislante sin cortocircuitar las capas eléctricamente conductoras.

35 Eliminando el conductor eléctrico en el patrón de orificios deseado antes de quemar los orificios en el material aislante usando un láser, fue posible conseguir una alta densidad de pequeños orificios (0,5 mm) sin crear ningún cortocircuito entre las capas conductoras.

40 La elección del material aislante es importante ya que un material plástico que se carboniza al ser expuesto a un rayo láser cortocircuitará las capas conductoras en sus lados opuestos. Se encontró que el PET era una buena elección de material que ofrecía alta resistencia y estabilidad sin dejar depósitos conductores cuando se quemaba por medio de un láser.

Otro factor que afecta a la resolución de un espectrómetro de movilidad de iones es el diseño del colector de iones. La razón de esto es que un colector podrá detectar una molécula cargada cuando la molécula está todavía a cierta distancia del mismo en el espacio de deriva. Una manera de evitar esto es colocando una rejilla con un potencial fijo a una corta distancia desde el colector que actúa como una pantalla, en el que la carga de una molécula ionizada solamente es detectada por el colector después de que haya pasado a través de la pantalla.

45 En un espectrómetro de movilidad de iones de la invención, en el que el colector es un cilindro de gran tamaño, es difícil proporcionar dicha rejilla y posicionarla con precisión frente al colector.

50 Para mitigar este problema, el colector puede estar formado por una placa de circuito flexible que tiene dos electrodos formados sobre la misma, en la que cada electrodo comprende pistas conductoras interconectadas paralelas que están entrelazadas con las pistas del otro electrodo.

5 Durante el uso, se aplican dos voltajes de polarización diferentes a los dos electrodos. Cuando una molécula ionizada está a una distancia desde el colector, cada electrodo se verá afectado igualmente por la carga y cuando las señales amplificadas por separado desde los dos electrodos se restan entre sí, la molécula no producirá una salida neta. Sin embargo, si se acerca al colector, cada molécula ionizada se verá atraída solamente al electrodo con el voltaje de polarización opuesto a su propia carga y de esta manera las moléculas ionizadas sólo se detectan cuando están en el punto de impacto con uno de los electrodos de colector.

10 En un segundo aspecto de la invención, se proporciona un aparato de seguridad que comprende un pasadizo para la admisión de personas o paquetes a una zona segura y un ventilador para hacer que una corriente de gas extraída desde el conducto fluya a través de un espectrómetro de movilidad de iones tal como se ha explicado anteriormente que está operativo para analizar la corriente de gas repetidamente a medida que fluye a través del espectrómetro.

15 En este aspecto, la invención reconoce que la gran mayoría de las personas que usan un sistema de transporte público no transportarán ninguna sustancia peligrosa o ilegal. Un pasadizo largo capaz de contener varias personas, artículos de equipaje o artículos más grandes, tales como vehículos, puede ser verificado por lo tanto para dichas sustancias continuamente y cada vez que el espectrómetro proporciona una lectura positiva sólo las personas dentro del pasadizo en ese momento deben ser sometidas a un examen más riguroso, por ejemplo, verificando cada una por separado en un portal que sólo permite una persona en cada momento.

En este caso, el flujo continuo de gas garantizará que el aire que ha estado en contacto con cada pasajero ha sido analizado en el tiempo que el pasajero necesita para atravesar la longitud del pasadizo, evitando de esta manera la necesidad de detener y examinar cada pasajero por separado.

20 Según un aspecto adicional de la invención, se proporciona un aparato de seguridad para analizar los gases que pasan sobre una persona o un paquete para detectar sustancias ilegales o peligrosas, en el que el aparato comprende una cámara suficientemente grande para alojar una persona o un paquete a ser analizado, un conducto de recirculación conectado en paralelo con la cámara para formar un circuito cerrado, un ventilador para hacer circular continuamente una corriente de gas alrededor del circuito cerrado y un espectrómetro de movilidad de iones, tal como se ha indicado anteriormente, dispuesto en el conducto de recirculación para analizar repetidamente la corriente de recirculación de gas a través de la cámara.

30 Este aspecto de la invención difiere de las propuestas de la técnica anterior en que el espectrómetro de movilidad de iones no analiza una pequeña muestra de gas producida por una ráfaga rápida de aire sino una corriente de gas continua. Esto en sí mismo es equivalente a tomar numerosas muestras discretas que aumentarán la fiabilidad de las mediciones. El hecho de que se recircule la corriente de gas es importante en el sentido de que el gas analizado pasará sobre la persona o el paquete sospechoso varias veces, aumentando cada vez la concentración de las sustancias a ser detectadas transportadas por el aire.

35 Este aspecto de la invención es particularmente adecuado para el análisis de contenedores de transporte. Dichos contenedores tienen orificios de ventilación que permitirán analizar los contenedores para buscar sustancias prohibidas sin ni siquiera la necesidad de abrirlos, simplemente conectando el conducto de recirculación que contiene el ventilador y el espectrómetro de movilidad de iones a dos de los orificios de ventilación. Todo el equipo de análisis puede estar montado en un pórtico usado para levantar y mover contenedores en un puerto, permitiendo de esta manera que los contenedores sean verificados mientras están siendo movidos.

40 Un problema que se encuentra con cualquier detector que analiza la composición de un gas y busca rastros de sustancias no permitidas es que es posible que algunas sustancias no emitan iones o moléculas para que el detector los detecte. El calentamiento del aire de admisión y la adopción de medidas para aumentar la acción de "recogida de iones o moléculas" del aire auxiliar pueden no ser siempre suficientes.

45 Con el fin de resolver este problema, se proporciona, según un aspecto adicional de la invención, un aparato de seguridad que tiene una cámara para recibir un artículo a ser ensayado y un espectrómetro de movilidad de iones tal como se ha expuesto anteriormente para analizar el aire que ha pasado por la cámara para detectar si hay presente una sustancia no permitida en el artículo, caracterizado por que se proporcionan medios para introducir en el aire admitido en la cámara una sustancia dopante que reacciona químicamente con la sustancia no permitida para aumentar o disminuir la concentración de moléculas a las que es sensible el detector dentro del aire que ha pasado a través de la cámara.

50 Preferiblemente, el aparato comprende un segundo espectrómetro de movilidad de iones para analizar el aire admitido en la cámara y medios para comparar los resultados del análisis de los dos detectores para detectar cualquier aumento o disminución en la concentración de moléculas seleccionadas debido al paso del aire a través de la cámara. Un espectrómetro de movilidad de iones, tal como se ha indicado anteriormente, resulta adecuado para su uso en dicho aparato ya que la cámara anular de gran área que rodea un portal puede ser dividido en dos detectores separados, uno dispuesto aguas arriba y el otro dispuesto aguas abajo con relación al tubo que contiene la persona o artículo objeto de verificación.

55

Dicho aparato puede detectar sustancias no permitidas no sólo a partir de las moléculas que emiten, sino también a partir de las moléculas que absorben y a partir de las que generan cuando reaccionan con los dopantes que pueden ser específicamente dirigidos.

La invención se describirá a continuación, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 La Figura 1 es una sección a través de un aparato de seguridad de la invención,

La Figura 2 es una sección a través de un espectrómetro de movilidad de iones de una realización preferida de la invención, y

La Figura 3 es un diagrama esquemático que se usará para describir en detalle la construcción del espectrómetro de movilidad de iones de la Figura 2.

10 La Figura 1 muestra un portal para verificar una persona o paquete individual. El portal comprende un tubo 10 vertical que tiene una entrada y una puerta de salida (no mostrada). El tubo 10 está rodeado por una cámara 12 y se hace circular gas alrededor del circuito cerrado que consiste en el interior del tubo 10 y la cámara 12 por medio de una bomba de aire que sopla o aspira el aire y se representa en el dibujo como un ventilador 14 simple. La cámara 12 está formada dentro de una carcasa 30 que está realizada enteramente en metal para prevenir la interferencia con el funcionamiento del
15 espectrómetro de movilidad de iones que está contenido dentro de la cámara 12.

El espectrómetro de movilidad de iones está formado por una región 16 de ionización definida entre los cables 18 de descarga de corona y una primera rejilla 20; una región 22 de reacción definida entre la primera rejilla 20 y una segunda rejilla 24; y una región 26 de deriva definida entre la segunda rejilla 24 y un detector o electrodo 28 colector. El electrodo 28 está soportado sobre la carcasa 30 metálica de la cámara 12 por medio de una capa 32 aislante. Los cables 18 de
20 corona y las barras de la rejilla 20 se montan sobre bridas 34 y 36 aislantes del tubo 10 mientras que la segunda rejilla 24 está soportada por un tubo 38 exterior partido y concéntrico. De manera alternativa, ambas rejillas pueden estar montadas sobre un aislante de plástico, escalonado.

Durante el funcionamiento del portal ilustrado, una persona permanece de pie dentro del tubo 10 mientras el ventilador 14 es accionado para hacer circular aire sobre la persona y a través de la cámara 12, tal como se representa mediante las
25 flechas 40. Debido a que el aire se recircula constantemente, éste pasa varias veces sobre la persona dentro del portal, aumentando cada vez la concentración de vapores de cualquier sustancia transportada por la persona en el aire circulante. El aire puede ser calentado para ayudar a la vaporización de las sustancias a ser detectadas. El gas es analizado repetidamente en el espectrómetro de movilidad de iones que rodea el tubo 10 para proporcionar una indicación de si la persona transporta sustancias peligrosas, explosivas u otras sustancias ilegales no permitidas.

30 Aunque el espectrómetro se ilustra como asociado con un portal cerrado, de manera alternativa es posible que el tubo 10 sea reemplazado por un pasillo que está abierto en ambos extremos para que las personas caminen a través del mismo. En este caso, en lugar de analizar los vapores emitidos por una sola persona, el espectrómetro de movilidad de iones detectará los vapores de un grupo de personas al mismo tiempo y si se detecta cualquier sustancia no permitida, entonces puede emitirse una advertencia para que los individuos que se encuentran dentro del corredor en ese momento
35 sean sometidos a un examen más exhaustivo. La ventaja de tener un corredor abierto es que el flujo de personas hacia una zona segura sólo será interrumpido en la rara ocasión de que se detecte que una persona transporta una sustancia no permitida. Esto evita la necesidad de verificar cada persona por separado, lo cual en ciertos casos es totalmente impracticable.

Dentro de la región 16 de ionización, la primera rejilla 20 estará a un potencial constante alto de, por ejemplo, 3 kV. Se aplican pulsos de un voltaje más alto, por ejemplo 15 kV, a los cables 18 de corona. Varios cables de corona distribuidos sobre toda la superficie de la primera rejilla 20 están comúnmente conectados a un suministro de voltaje pulsado para crear una descarga de corona sobre toda el área de la primera rejilla 20. Cada impulso aplicado a los cables 18 de corona resultará en la inyección de iones de aire a la región 22 de interacción entre la primera rejilla 20 y la segunda rejilla 24, estando esta última a un potencial inferior que la primera rejilla 18, para el ejemplo 1 kV.

45 Dentro de la región de interacción entre la primera rejilla 20 y la segunda rejilla 24, los iones de aire chocan con, y pasan su carga a, las moléculas del gas en el que deben detectarse sustancias no permitidas y estas moléculas ionizadas pasarán a continuación a la segunda rejilla 24 y realizarán un movimiento de deriva hacia el electrodo 28 detector a través de la región 26 de deriva. El tiempo de llegada de los iones al electrodo 28 detector, referenciado a la temporización de los impulsos de alto voltaje aplicados a los cables 18 de corona, es indicativo de los iones que pasan a través de la región 26 de deriva. El flujo de iones resultará en la detección de una corriente del orden de microamperios en el electrodo 28 detector y la forma de onda de la corriente, si se muestra en un osciloscopio, tendrá picos cada uno de los cuales
50 coincidirá con cada molécula ionizada presente en el gas que está siendo analizado.

Debido a que los cables 18 de corona son pulsados continuamente, por ejemplo, a una frecuencia de 1 KHz, se toman y

analizan numerosas muestras consecutivas desde el tubo o corredor 10, lo que aumenta la fiabilidad de las mediciones.

De manera conveniente, la corriente que fluye a través del electrodo detector puede ser analizada digitalmente. La señal puede ser convertida mediante un convertidor analógico a digital a un flujo de dígitos que son introducidos a un registro de desplazamiento de manera que las corrientes causadas por los iones que llegan en tiempos diferentes son almacenadas en ubicaciones diferentes en el registro. Los valores almacenados durante los diferentes ciclos de medición pueden ser analizados estadísticamente para proporcionar una indicación de qué iones están presentes y sus concentraciones relativas. De esta manera, es posible detectar sustancias particulares por su firma, es decir, la forma de sus espectros.

Si se aplican voltajes positivos a los cables y rejillas de corona, entonces el espectrómetro será sensible a iones positivos e, inversamente, pueden usarse voltajes negativos para detectar moléculas e iones cargados negativamente. Es posible alternar la polaridad a una frecuencia inferior a la frecuencia de repetición de los impulsos aplicados a los cables de corona con el fin de detectar tanto iones positivos como negativos.

Independientemente de si los gases a analizar son recirculados a través de un tubo cerrado o simplemente son extraídos de un corredor abierto, el espectrómetro de movilidad de iones ilustrado funcionará de la misma manera y proporcionará las ventajas de alta sensibilidad y fiabilidad debido a la gran área de las tres regiones.

En un portal en el que el aire es aspirado a una cámara que contiene una persona o un paquete y el aire es descargado de nuevo a la atmósfera ambiente, es posible dividir el espectrómetro de movilidad de iones en dos partes, una dispuesta aguas arriba y la otra dispuesta aguas abajo de la cámara en la dirección del flujo de aire. Mediante el análisis de la diferencia entre las señales de salida de las dos partes del espectrómetro es posible compensar el ruido de fondo, en otras palabras, ignorar cualquier señal causada por sustancias que se encuentren en la atmósfera ambiente, en lugar de sustancias que emanan de la persona o del paquete dentro de la cámara.

En un portal con este diseño, además es posible dopar la corriente de aire con pequeñas cantidades inofensivas de una composición química que reaccionará químicamente con las sustancias a ser detectadas. En este caso, la diferencia entre las dos señales de salida de las partes del espectrómetro no sólo indicará si los vapores han sido emitidos por la persona o el paquete, sino también si los vapores han sido absorbidos por la persona o el paquete. El dopado del aire de entrada de esta manera puede ayudar a identificar las sustancias que no se vaporizan fácilmente. El dopante puede estar dirigido a sustancias específicas, siendo seleccionado debido a que es absorbido por la sustancia a ser detectada o debido a que reacciona químicamente con la sustancia a ser detectada para desprender moléculas que serán detectadas en la parte aguas abajo del espectrómetro.

Las Figuras 2 y 3 muestran una construcción alternativa del espectrómetro de movilidad de iones. El espectrómetro se muestra en sección en la Figura 2, cuyos componentes esenciales se muestran esquemáticamente en la Figura 3 junto con vistas detalladas que muestran la construcción de estos componentes.

En común con el espectrómetro de la Figura 1, el espectrómetro de las Figuras 2 y 3 tiene una configuración cilíndrica en la que las moléculas ionizadas se hacen derivar radialmente mientras el gas a ser analizado fluye continuamente en una dirección axial. De manera similar, el espectrómetro tiene una región 110 de ionización, rodeada por una región 112 de reacción a través de la cual el gas a ser analizado es succionado axialmente por medio de un ventilador 114 y una región de deriva que rodea la región 126 de reacción. El aire es ionizado de nuevo por medio de una descarga corona generada por un conjunto 120 de ionización, pero esta vez la descarga no es pulsada sino continua y asegura que las moléculas ionizadas estén presentes continuamente en la región 112 de reacción. Sin embargo, en esta realización la región de reacción 114 está separada de la región 126 de deriva por un obturador 122 de iones y la velocidad de deriva de las moléculas ionizadas se mide usando el tiempo en el que son admitidas en la región 126 de deriva por el obturador 122 y el tiempo en el que son detectadas en el colector 124.

La superficie del conjunto 120 de ionización se muestra en el detalle A ampliado en la Figura 3. El conjunto 120 comprende un electrodo de referencia tubular con hendiduras que se extienden axialmente en su superficie mostradas en líneas gruesas en el detalle A. Centralmente detrás de cada hendidura, hay un cable de corona (mostrado en líneas más delgadas) que es mantenido a un potencial de aproximadamente 5 kV a 7 kV con relación al electrodo de referencia.

El obturador de iones mostrado en el detalle B comprende una lámina delgada de PET (de aproximadamente 0,3 mm) con una capa de cobre en cada lado. Se forma una matriz hexagonal de orificios con un diámetro de aproximadamente 0,5 mm en la lámina, asegurándose de no cortocircuitar las dos capas de cobre. Esto se consiguió eliminando primero el cobre químicamente, usando el mismo procedimiento que se usa en la fabricación de placas de circuito impreso de doble cara y, a continuación, quemando orificios en el PET usando un láser.

La capa de cobre radialmente interior define el extremo de la región de reacción y es mantenida a un voltaje de aproximadamente 5 KV con relación al electrodo de referencia del conjunto 120 de ionización. La capa de cobre exterior es mantenida a un voltaje de aproximadamente 50 V por encima (o por debajo, dependiendo de la polaridad del ion) del voltaje de la capa de cobre interior para mantener el obturador cerrado. Para abrir el obturador con el fin de admitir

moléculas cargadas en la región 126 de deriva, se aplica un pulso corto de polaridad opuesta a la capa de cobre exterior del obturador 122 de iones.

5 El colector 124 tiene dos electrodos 124a, 124b mostrados en el detalle C de la Figura 3. Cada electrodo tiene pistas paralelas conectadas entre sí en un extremo y las pistas de cada electrodo están entrelazadas con las pistas del otro. Cada uno de los electrodos está conectado por separado a un amplificador y las áreas de las dos salidas amplificadas se sustraen entre sí para detectar el instante de impacto de las moléculas cargadas.

10 En la práctica, los dos electrodos del colector 124 pueden tener por ejemplo voltajes de polarización de +50 V y -50 V aplicados a los mismos. El voltaje constante aplicado a la capa interior del obturador 122 de iones puede ser típicamente de 10 kV. El voltaje aplicado al electrodo de referencia del conjunto de ionización puede ser de 15 kV y el voltaje de los cables de corona puede ser de 22 kV. Pueden usarse valores negativos de la misma magnitud para detectar moléculas con una carga de la polaridad opuesta.

15 Un suministro de nitrógeno a una presión muy ligeramente superior a la presión atmosférica está conectado al exterior de la región de deriva, tal como se representa mediante un conector 130 en la Figura 2. Se introduce un flujo constante, muy lento, de nitrógeno en la zona 126 de deriva, manteniéndola a una presión ligeramente más alta que la región 112 de reacción. Esto asegura que sólo las moléculas cargadas del gas que está siendo analizado entren en la región de deriva y asegura también que la velocidad de deriva sea medida siempre en una atmósfera de nitrógeno sustancialmente puro, a una presión conocida. La purga de nitrógeno de la región de deriva es también eficaz para prevenir una contaminación cruzada entre las lecturas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un espectrómetro de movilidad de iones para analizar un gas, que comprende una disposición concéntrica de una región (10, 110) de ionización interior, una región (12, 112) de reacción anular que rodea la región (10, 110) de ionización y una región (26, 126) de deriva anular que rodea la región (12, 112) de reacción a través de la cual fluyen las moléculas ionizadas del gas a ser analizado en una dirección radial hacia un detector (28) cilíndrico que forma la pared exterior de la región (26, 126) de deriva, **caracterizado por que** la región (12, 112) de reacción anular está definida por un conducto para permitir que el gas a ser analizado fluya continuamente a través de la región (12) de ionización en la dirección axial del espectrómetro.
- 10 2. Espectrómetro de movilidad de iones según la reivindicación 1, en el que la región (10, 110) de ionización comprende medios para generar una descarga de corona pulsada.
3. Espectrómetro de movilidad de iones según la reivindicación 1, en el que la región (10, 110) de ionización comprende medios para generar una descarga de corona continua y un obturador (122) de iones está dispuesto entre la región (112) de reacción y la región (126) de deriva.
- 15 4. Espectrómetro de movilidad de iones según la reivindicación 3, en el que el obturador (122) de iones comprende una lámina de material aislante intercalada entre dos capas de un material eléctricamente conductor, estando la lámina aislante y las capas conductoras perforadas por una matriz de orificios.
5. Espectrómetro de movilidad de iones según la reivindicación 4, en el que el diámetro de los orificios es del mismo orden de magnitud que el espesor de la lámina aislante.
- 20 6. Espectrómetro de movilidad de iones según la reivindicación 4 o 5, en el que el obturador (122) de iones es fabricado mediante el procedimiento de proporcionar una lámina de material eléctricamente aislante intercalada entre dos capas eléctricamente conductoras, grabando químicamente una matriz de orificios en cada una de las capas conductoras, en el que los orificios en los lados opuestos de la lámina eléctricamente aislante están alineados entre sí, y exponiendo la lámina a radiación láser para quemar orificios en la materia eléctricamente aislante sin cortocircuitar las capas eléctricamente conductoras.
- 25 7. Espectrómetro de movilidad de iones según la reivindicación 6, en el que el material aislante es PET (tereftalato de polietileno).
8. Espectrómetro de movilidad de iones según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el detector (124) comprende una placa de circuito que tiene dos electrodos formados en la misma, en el que cada electrodo comprende pistas conductoras paralelas que están entrelazadas con las pistas del otro electrodo.
- 30 9. Un aparato de seguridad que comprende un pasadizo para la admisión de personas o paquetes a una zona segura, y un ventilador para causar que una corriente de gas extraída desde el pasadizo fluya a través de un espectrómetro de movilidad de iones construido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 que es operativo para analizar la corriente de gas repetidamente a medida que fluye a través del espectrómetro.
- 35 10. Un aparato de seguridad para analizar los gases que pasan sobre una persona o un paquete para detectar sustancias ilegales o peligrosas, en el que el aparato comprende una cámara suficientemente grande para alojar una persona o un paquete a ser analizado, un conducto de recirculación conectado en paralelo con la cámara para formar un circuito cerrado, un ventilador para hacer circular continuamente una corriente de gas alrededor del circuito cerrado y un espectrómetro de movilidad de iones construido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 dispuesto en el conducto de recirculación para analizar repetidamente la corriente de gas que recircula a través de la cámara.
- 40 11. Un aparato de seguridad que tiene una cámara para recibir un artículo a ser verificado y un espectrómetro de movilidad de iones según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para analizar el aire que ha pasado a través de la cámara para detectar si una sustancia no permitida está presente en el artículo, en el que se proporcionan medios para introducir en el aire admitido en la cámara un dopante que reacciona químicamente con la sustancia no permitida para aumentar o disminuir la concentración de las moléculas a las que es sensible el detector dentro del aire que ha pasado a través de la cámara.
- 45 12. Aparato de seguridad según la reivindicación 11, que comprende además un segundo espectrómetro de movilidad de iones para analizar el aire admitido en la cámara y medios para comparar los resultados del análisis de los dos espectrómetros de movilidad de iones para detectar cualquier aumento o disminución en la concentración de moléculas seleccionadas debido al paso del aire a través de la cámara.
- 50

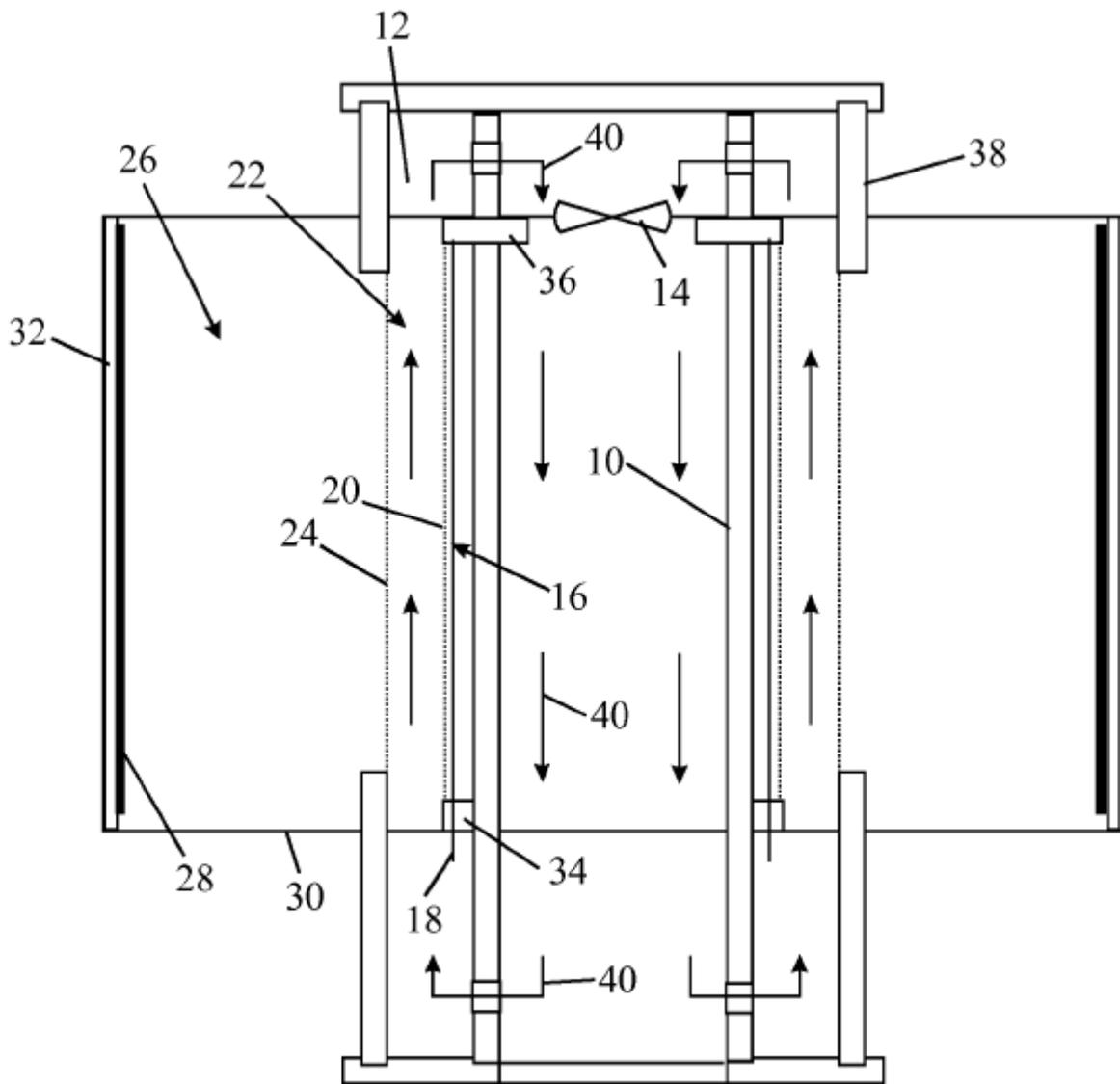


Fig. 1

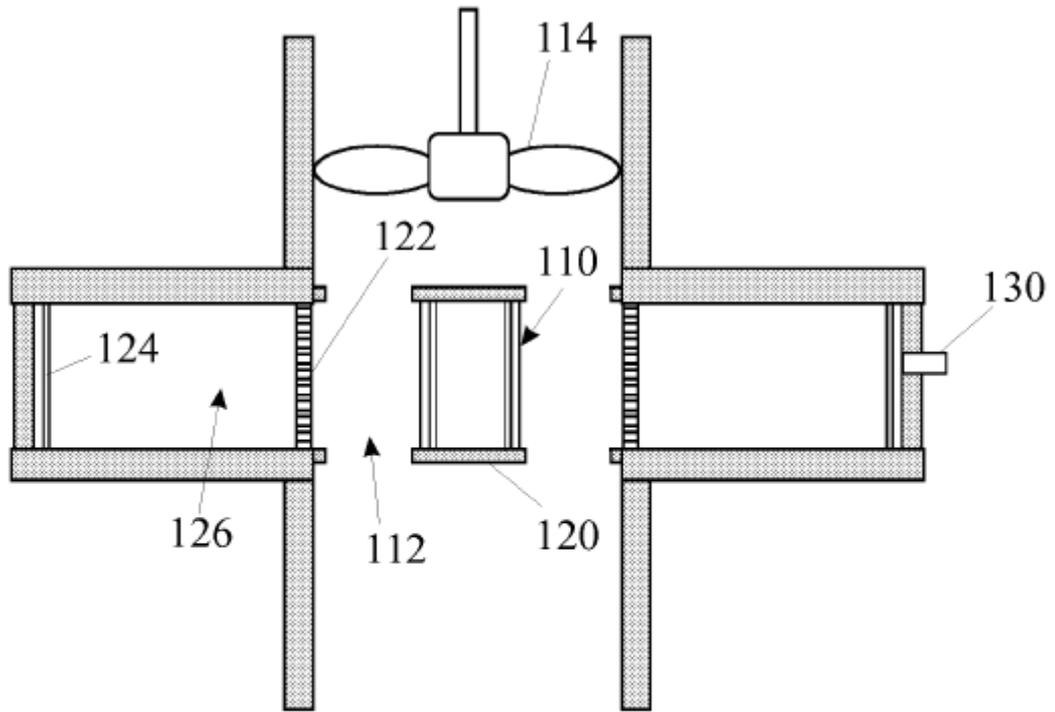


Fig. 2

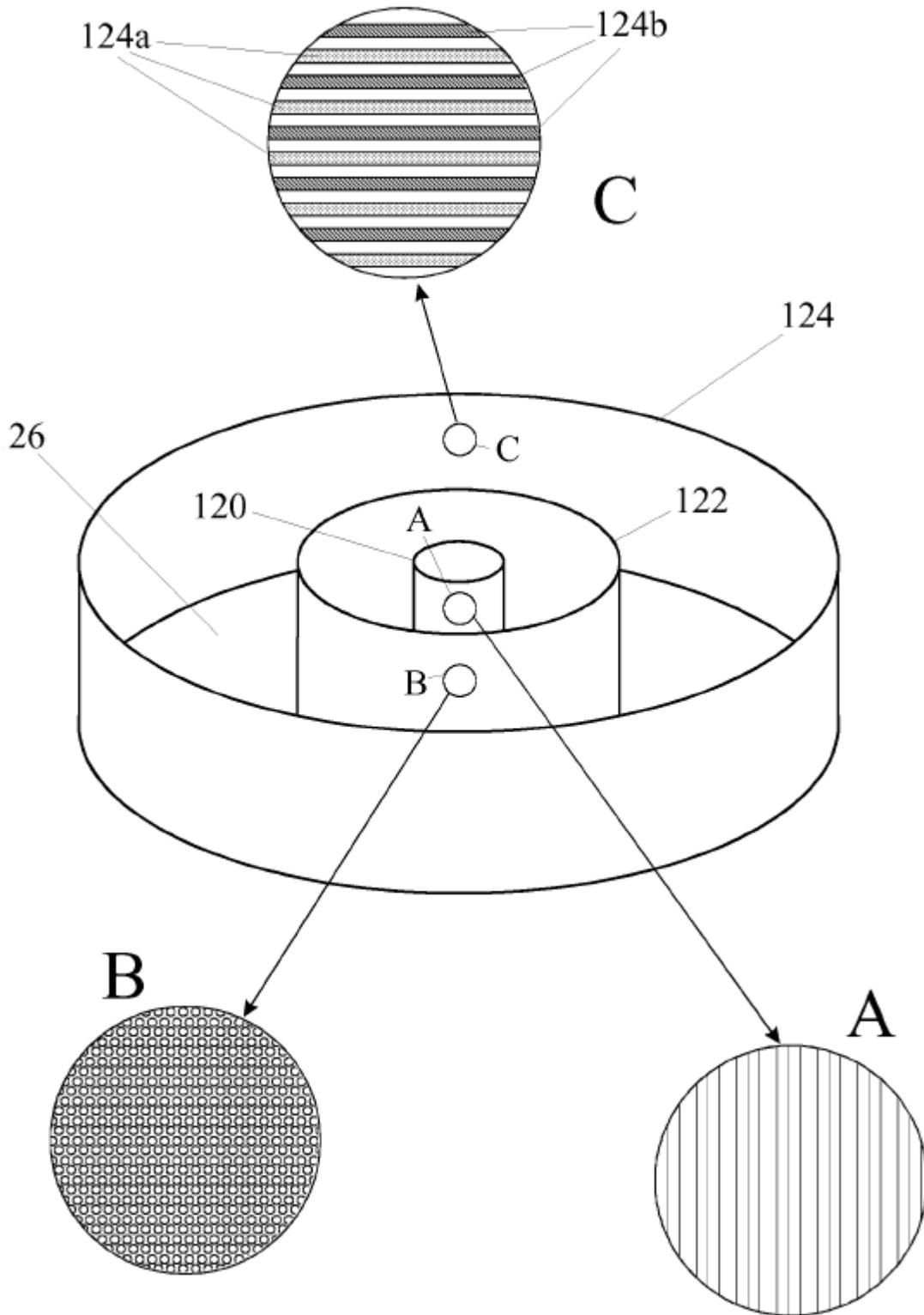


Fig. 3