

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 932**

51 Int. Cl.:
G01N 27/64 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04717016 .2**
- 96 Fecha de presentación: **04.03.2004**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1601958**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.12.2005**

54 Título: **Procedimiento y sistema de medición para detectar sustancias peligrosas**

30 Prioridad:
07.03.2003 DE 10310394

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.05.2012

73 Titular/es:
**AIRSENSE ANALYTICS GMBH
HAGENOWER STRASSE 73
19061 SCHWERIN, DE**

72 Inventor/es:
**WALTE, Andreas y
MÜNCHMEYER, Wolf**

74 Agente/Representante:
Izquierdo Faces, José

ES 2 380 932 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

Procedimiento y sistema de medición para detectar sustancias peligrosas

5 **[0001]** La invención se refiere a un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un sistema de medición correspondiente de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 7.

10 **[0002]** Tales procedimientos y sistemas de medición se emplean para identificar sustancias nocivas en el aire ambiente. La detección de sustancias nocivas después de accidentes o catástrofes es importante, por ejemplo, para los equipos de intervención de bomberos o de policía. Para proteger a los equipos de intervención, en Alemania, por esta razón, se ha elaborado una lista de las 33 sustancias nocivas más comunes. Esta lista presenta también las concentraciones, los denominados valores de tolerancia para intervenciones, (Lista ETW), a las que puede asumirse que es posible un trabajo seguro a lo largo de un periodo de tiempo de cuatro horas sin protección de las vías respiratorias. En la actualidad se está trabajando en ampliar la lista teniendo en cuenta los Acute Exposure Guideline Levels (AEGl) (niveles de referencia de muy alta exposición) internacionales. Para el ejército y desde hace poco también para los equipos de intervención civiles es de interés, en particular, la detección adicional de armas químicas o explosivos.

20 **[0003]** Estas sustancias nocivas pueden detectarse parcialmente con sistemas de medición que están compuestos fundamentalmente por detectores de gas individuales o combinaciones de distintos detectores de gas. Las señales de medición de los detectores de gas individuales pueden compararse entonces con las señales medidas o también almacenadas previamente y describirse el estado medido. Como detectores se tienen en cuenta, por ejemplo, detectores de fotoionización (PID), celdas electroquímicas (EZ) y sensores de óxido de metal (MOS). Se emplean también aparatos de medición que proporcionan información bidimensional, es decir, espectros. Ejemplos de éstos son los espectrómetros de masas (MS), espectrómetros de infrarrojo de transformada de Fourier o espectrómetros de movilidad iónica (IMS).

30 **[0004]** Los detectores simples como, por ejemplo PID, MOS o EZ, con sus límites de detección en el intervalo de ppb superior o ppm inferior, son adecuados para detectar muchas sustancias nocivas pero son demasiado insensibles para detectar sustancias de combate. Además su selectividad a menudo no es suficiente para detectar las sustancias nocivas con la seguridad adecuada.

35 **[0005]** Por el documento US 2959677 se conocen las características funcionales fundamentales de un PID. Mediante una lámpara UV se ioniza el gas a detectar y a continuación se detecta eléctricamente. Lo determinante es en primer lugar el potencial de ionización del compuesto a detectar. En caso de que la energía de la radiación UV sea más alta que la energía de ionización del compuesto puede detectarse. Lo inconveniente es que muchas sustancias nocivas no se pueden detectar. No se proporciona ninguna información espectral. Además resulta inconveniente que las lámparas PID se contaminen rápido lo que deriva en un rendimiento de señal peor.

40 **[0006]** Por el documento US 3631436 se conocen las características funcionales fundamentales de los sensores de óxido de metal. Estos sensores reaccionan con gases reductores y oxidantes. Tienen una sensibilidad cruzada relativamente alta y no se pueden utilizar para detectar sustancias individuales o como indicadores de alerta por su alta tasa de falsas alarmas. Los sensores MOS se caracterizan por tiempos de respuesta rápidos después de una exposición al gas pero tienen el inconveniente de que los tiempos de desexcitación resultan mucho más largos.

45 **[0007]** Las celdas electroquímicas son más selectivas que los sensores MOS. A pesar de esto no resulta posible determinar sustancias individuales con los detectores ya que en este caso también aparecen sensibilidades cruzadas o no se encuentran disponibles celdas electroquímicas para todas las sustancias. Por el documento US 3925183 se conocen las características funcionales fundamentales de las celdas electroquímicas.

50 **[0008]** El espectrómetro de movilidad iónica (IMS) o el cromatógrafo de plasma se conoce desde hace bastante tiempo. Al contrario que otros espectrómetros, en el IMS no son necesarias piezas individuales móviles o costosas de modo que estos sistemas pueden construirse pequeños y económicos. Para muchos compuestos pueden alcanzarse límites de detección muy bajos en el intervalo de ppt a ppb. Por esta razón estos sistemas se emplean desde hace años en el ejército para detectar sustancias de combate. Una descripción de los componentes individuales de un IMS se encuentra, por ejemplo, en el documento US 3621240. La diferente movilidad de los iones se aprovecha en un IMS. Estos aparatos están compuestos por un sistema de entrada, una fuente de iones, utilizándose habitualmente laminillas radiactivas de Ni63 típicamente, un tubo de deriva eléctrico en el que los iones tras un inicio definido se separan por medio de una rejilla alimentada eléctricamente en función de su movilidad a la presión ambiental, y de un indicador de medida para detectar la escasa corriente eléctrica que generan los iones al colisionar. En la fuente de iones se ionizan a la presión ambiental fundamentalmente moléculas de aire que a continuación ionizan agrupaciones de agua, que también se denominan iones reactantes. A través de transferencias de protones, transferencias de electrones o reacciones de captación de protones se ionizan a continuación las sustancias nocivas. Cambiando la polaridad de los tramos de deriva pueden detectarse en un modo de funcionamiento positivo los iones positivos o en un modo de funcionamiento negativo los iones negativos.

5 **[0009]** En los sistemas móviles la entrada consiste por lo general en una membrana. En el documento US 4311669 se describe un sistema de entrada tipo membrana para un IMS. Resulta ventajoso que gracias a la membrana la influencia en la señal de medición debida a magnitudes interferentes como, por ejemplo, humedad, presión y temperatura, se reduzca y así los sistemas IMS se puedan fabricar pequeños y portátiles. Lo inconveniente es que la membrana hace que el sistema de medición tenga un tiempo de reacción algo más lento.

10 **[0010]** Es especialmente inconveniente de los IMS el largo tiempo que hay que esperar tras encender el aparato hasta que el sistema esté listo para seguir midiendo. El detector IM necesita este tiempo puesto que las sustancias interferentes que se han acumulado mientras estaba apagado se tienen que purgar del sistema. Es inconveniente además que para una breve sobredosificación los sistemas ya no están listos para medir y tienen que purgarse durante varios minutos, incluso hasta horas. Las interferencias se deben también a que los espectros dependen de la concentración.

15 **[0011]** Otro problema es la selectividad en parte reducida del IMS. Un motivo de esto es que por las regiones que compiten en el espacio de ionización frecuentemente no se ionizan las sustancias nocivas de interés y por tanto no pueden detectarse. Estas reacciones que compiten pueden derivar en que, por ejemplo, en el caso de presencia de gases, como, por ejemplo, amoníaco o sustancias nocivas con bastante poca afinidad protónica, como, por ejemplo, muchos disolventes, ya ni aparezcan en el espectro. A la inversa, debido a la presencia de disolventes en altas concentraciones (ppm) la detección de sustancias nocivas puede complicarse, si no se hace incluso imposible. Por 20 la superposición de espectros en una mezcla de gases se aumenta entonces la tasa de alarmas falsas. Además, las sustancias nocivas con poca afinidad protónica o afinidad electrónica no pueden obtenerse con los límites de detección exigidos.

25 **[0012]** Otra desventaja del IMS es el intervalo de medición limitado que alcanza, por ejemplo, para una fuente de radiación beta normalmente como máximo dos órdenes de magnitud. Resulta por tanto difícil hacer una afirmación cuantitativa.

30 **[0013]** Además es problemático que muchas sustancias nocivas presentan una presión de vapor baja de modo que los límites de detección de los detectores no bastan para registrar las mismas.

35 **[0014]** Una publicación de L.V. Haley [Development of an Explosives Detection System using Fast GC-IMS Technology; Proc. 32 Annual 1998 Int. Canada Conf. Alexandria, VA, USA Págs. 59-64] describe la combinación de un cromatógrafo de gases con un espectrómetro de movilidad iónica (IMS). En el documento EP 0401861 se presenta un sistema de detección de gases explosivos conduciéndose a una cámara de ensayo en donde se efectúa una emisión de vapor y/o partículas.

40 **[0015]** La separación de la mezcla de vapor y/o la emisión de partículas que luego se hacen pasar a un cromatógrafo de gases y a un espectrómetro de movilidad iónica (IMS) para hacer un análisis de las sustancias detallado.

45 **[0016]** Además por una publicación de O.D. Sparkman [The 12th Sanibel Conference on Mass Spectrometry: Field-Portable and Miniature Mass Spectrometry; J. Am. Soc. Mass. Spectrom. 11 (2000) Págs: 468-471] se conoce un procedimiento en el que para la determinación de sustancias nocivas gaseosas se utiliza una combinación de un IMS y otros detectores. Con esos detectores se detectan las sustancias nocivas que no pueden detectarse con el IMS debido a su baja afinidad protónica o baja afinidad electrónica.

[0017] Por tanto, existe el objetivo de desarrollar un procedimiento y un dispositivo con el que puedan detectarse las sustancias nocivas mencionadas anteriormente. Para ello hay que eliminar o minimizar los inconvenientes del IMS.

50 **[0018]** El objetivo, en lo que se refiere al procedimiento, se soluciona mediante las características identificadoras de la reivindicación 1 y, en cuanto al dispositivo, mediante las características identificadoras de la reivindicación 6.

[0019] Las reivindicaciones dependientes 7 a 10 contienen configuraciones convenientes.

55 **[0020]** Con la invención se eliminan los inconvenientes mencionados del estado de la técnica.

60 **[0021]** Algunos de los inconvenientes del IMS pueden eliminarse mediante combinaciones adecuadas del IMS y otros detectores. Los detectores adicionales detectarán las sustancias nocivas que no se miden con el IMS. Entonces, un PID puede detectar, por ejemplo, los compuestos aromáticos como el benceno. Otros compuestos como, por ejemplo, fosgeno pueden detectarse con celdas electroquímicas con límites de detección bajos. La sensibilidad cruzada de los sensores MOS puede aprovecharse para detectar otras sustancias nocivas como, por ejemplo, monóxido de carbono.

65 **[0022]** Otro recurso para mejorar la selectividad del IMS puede realizarse mediante una dosificación de gases de reacción. De acuerdo con el documento US 4551624, en el modo de funcionamiento positivo se mejora la selectividad del sistema con respecto a los compuestos orgánicos de fósforo como, por ejemplo, sustancias de

combate, mediante la dosificación de acetona. En el modo de funcionamiento negativo se mejora la selectividad del sistema con respecto a los compuestos orgánicos de nitrógeno como, por ejemplo, en el caso de sustancias explosivas, cuando se utiliza tetracloruro de carbono.

5 **[0023]** Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, la dosificación de estos gases de reacción deriva en que muchas de las otras sustancias nocivas ya no se detectan.

10 **[0024]** Por tanto para la detección general de sustancias nocivas se propone un funcionamiento sin gas de reacción dosificado. Para validar un hallazgo se dosifica, en una segunda etapa, un gas de reacción. Así, por ejemplo, en el modo de funcionamiento positivo puede utilizarse acetona o amoniaco para hacer posible la detección mejor y más segura de sustancias de combate. En el modo de funcionamiento negativo puede usarse diclorometano o tetracloruro de carbono para detectar compuestos explosivos.

15 **[0025]** Una dosificación controlada de un gas de referencia como, por ejemplo, aire fresco depurado en la entrada puede evitar que se produzca una sobredosificación del IMS. Para regular las magnitudes de control de la dilución puede servir un IMS o, preferentemente, un detector más rápido como, por ejemplo, un sensor MOS. Adicionalmente el intervalo de medición del IMS puede mejorarse así en uno o dos órdenes de magnitud.

20 **[0026]** Para que el sistema de medición esté listo más rápidamente para medir tras encenderlo, el sistema puede purgarse incluso cuando esté apagado haciendo que lo atraviese aire fresco. Un gas de limpieza como, por ejemplo, el ozono de una fuente de ozono puede utilizarse adicionalmente para descomponer los contaminantes en el sistema de medición, de modo que el sistema quede listo para usarlo más rápido.

25 **[0027]** La invención se describirá en detalle a modo de ejemplo mediante una representación esquemática. El dispositivo para realizar el procedimiento para la determinación de sustancias nocivas gaseosas consiste en lo fundamental de un sistema 1 de medición constituido, por ejemplo, por una combinación de un IMS 2, un PID 3, un EZ 4 y dos MOS 5, 6. El gas a medir se aspira a través de una bomba 9 de alimentación y tras pasar por una bifurcación del conducto de gas llega hasta el IMS y los otros detectores. La trayectoria hasta los otros detectores está subdividida a su vez en dos trayectorias, una trayectoria lleva al EZ y la otra tras pasar por los MOS 5, 6 al PID 3. Las trayectorias de gas se juntan a continuación antes unirse con la bomba 9 de alimentación. El sistema de medición dispone de otra bomba 7 de alimentación para añadir un gas de referencia en la trayectoria 8 de gas de medición que se aspira con la bomba 9 de alimentación mencionada anteriormente. Para cuidar los detectores el sistema de medición se hace funcionar de tal manera que en lo fundamental se mida el gas de referencia. Para unas señales de medición pequeñas la cantidad que pone en circulación la bomba 7 de alimentación se reduce de modo que la fracción de aire ambiente que hay que medir aumenta. La dosificación del gas de referencia puede tener lugar a través de fases definidas o mediante la señal de medición de un detector.

40 **[0028]** En el caso de presencia de espectros complejos de IMS o, en particular, en el caso de sospechas fundadas puede aumentarse la selectividad del IMS conduciéndose gases de reacción al IMS a través de la unidad 10 de dosificación. Al evaluar las señales de medición puede mejorarse la selectividad del sistema combinando los espectros con o sin gases de reacción.

45 **[0029]** Los ordenadores 11 electrónicos procesan los datos de los detectores individuales y los presentan gráficamente a través de una unidad 12 de visualización o acústicamente. Por ejemplo, en el IMS, pueden utilizarse sólo las señales de medición integradas antes y después del pico de iones de reactantes. Puesto que el sistema puede funcionar tanto en el modo de funcionamiento positivo como negativo resultan por tanto cuatro canales de medición. Junto con las señales de los otros detectores en la configuración explicada anteriormente están disponibles ocho canales de medición. Evidentemente los espectros del IMS pueden dividirse todavía más de modo que en principio pueden considerarse más de cuatro canales para la valoración.

50 **[0030]** Los canales pueden utilizarse como señales de entrada para un reconocimiento de muestras posterior. Los clasificadores sencillos basados en distancias como, por ejemplo, el clasificador que usa la distancia euclídea, o hasta los clasificadores del análisis discriminante o las redes neuronales pueden utilizarse también.

55 **[0031]** Una representación de los espectros IMS en la que se representa la señal de medición del detector IMS en función del tiempo resulta también posible y necesaria para la identificación de compuestos individuales como, por ejemplo, sustancias de combate.

60 **[0032]** Para examinar las superficies contaminadas sirve una fuente 13 de calor opcional que, por ejemplo, puede calentar las superficies mediante radiación infrarroja, de modo que los compuestos puedan volatilizarse. Adicionalmente resulta posible añadir al sistema de medición un procedimiento de localización, por ejemplo, GPS y una memoria. Así pueden asociarse las señales de medición de los detectores espacial y temporalmente.

65 **[0033]** En caso de que el sistema de medición no se utilice, se almacena en una estación 14 de procesamiento especial que dispone de una bomba 15 de alimentación. La bomba de alimentación se encarga de que el sistema se purgue continuamente con el gas de referencia. Así se impide que los componentes interferentes se acumulen en el

sistema de medición. El sistema de medición queda entonces listo para utilizarse en cuestión de pocos minutos. La estación de procesamiento sirve simultáneamente para cargar las baterías y también puede leer los datos almacenados en el sistema y en caso necesario transmitirlos.

5 **Lista de números de referencia**

[0034]

- | | | |
|----|----|---|
| 10 | 1 | sistema de medición |
| | 2 | IMS, espectrómetro de movilidad iónica |
| | 3 | PID, detector de fotoionización |
| 15 | 4 | EZ, celda electroquímica |
| | 5 | MOS, sensor de óxido de metal |
| | 6 | MOS, sensor de óxido de metal |
| 20 | 7 | bomba de alimentación |
| | 8 | trayectoria de gas de medición |
| 25 | 9 | bomba de alimentación |
| | 10 | unidad de dosificación de gases de reacción |
| | 11 | ordenador electrónico |
| 30 | 12 | unidad de visualización |
| | 13 | fuentes de calor |
| 35 | 14 | estación de procesamiento |
| | 15 | bomba de alimentación |
| 40 | 16 | líneas eléctricas |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de sustancias nocivas gaseosas en el que se aspira a un sistema (1) de medición una corriente de gas de muestra, con una combinación de un espectrómetro (2) de movilidad iónica y otros detectores que detectan las sustancias nocivas que no se detectan con el espectrómetro (2) de movilidad iónica **caracterizado por que** la corriente de gas de muestra, antes de llegar a los detectores, alternativamente también sólo antes de llegar al espectrómetro (2) de movilidad iónica, se mezcla con un gas de referencia que se dosifica mediante una bomba (7) de alimentación y así, la concentración de sustancias nocivas que se conduce hasta los detectores se mantiene siempre por debajo de una concentración prefijada, en caso de presencia de espectros complejos en el espectrómetro de movilidad iónica durante la medición, al espectrómetro (2) de movilidad iónica alimenta un gas de reacción a través de una unidad (10) de dosificación de gases de reacción para así aumentar la selectividad del espectrómetro (2) de movilidad iónica, y porque a partir de las señales de medición obtenidas, mediante la proporción del flujo de gas en una trayectoria (8) de gas de medición antes de la dosificación y del flujo de gas del gas de referencia se calcula la concentración inicial de sustancias nocivas en un gas de medición y, entonces, con valores de medición almacenados y definidos previamente mediante una sencilla comparación de los niveles de señal o un reconocimiento de patrones, comparándose todas las señales de detector de una vez con las señales almacenadas previamente, puede dispararse una alarma y el sistema (1) de medición se purga después de la fase de medición, alimentando el gas de referencia y en el caso de presencia de contaminantes se limpia alimentando un gas de limpieza adicional.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el mezclado de las sustancias nocivas gaseosas con el gas de referencia tiene lugar antes de llegar a los detectores, alternativamente también sólo antes de llegar al espectrómetro (2) de movilidad iónica, alimentándose el gas de referencia en cantidades definidas, empezándose con la cantidad de flujo máxima posible y reduciéndose después, a continuación se divide el flujo de gas y se conduce al espectrómetro (2) de movilidad iónica y en paralelo a los otros detectores.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la señal de medición de uno o varios detectores se utiliza para regular la dosificación del gas de referencia utilizándose, por ejemplo, el nivel de señal relativo de un sensor rápido, por ejemplo, un sensor (5) de óxido de metal directamente para aumentar el flujo de gas de la bomba (7) de alimentación durante poco tiempo, en caso de que la señal de medición del detector aumentara o disminuirlo en caso de que la señal de medición del detector disminuyera, además puede usarse adicionalmente la señal de medición de un sensor más lento, por ejemplo, la del espectrómetro (2) de movilidad iónica para ajustar los intervalos absolutos de la cantidad de flujo de gas del gas de referencia, utilizándose los niveles de señal absolutos durante un intervalo de tiempo más largo para hacer posible el ajuste grueso, es decir, un ajuste del intervalo mínimo y máximo del caudal del gas de referencia del flujo de gas.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** las sustancias nocivas gaseosas se conducen a través de una combinación del espectrómetro (2) de movilidad iónica y un detector (3) de fotoionización para detectar compuestos aromáticos y a través de una celda (4) electroquímica adicional para detectar sustancias individuales como, por ejemplo, fosgeno y a través de sensores (5, 6) de óxido de metal adicionales para detectar, por ejemplo, hidrocarburos y monóxido de carbono, dividiéndose la corriente de gas de muestra y conduciéndose al espectrómetro (2) de movilidad iónica y en paralelo a los otros detectores.

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** directamente después de detectar sustancias nocivas gaseosas de fuentes industriales se inicia un funcionamiento de medición para la detección más selectiva de sustancias nocivas con alta afinidad protónica o electrónica como, por ejemplo, agentes químicos militares o sustancias explosivas, dosificándose según un funcionamiento de medición normal uno o distintos gases de reacción al espectrómetro (2) de movilidad iónica a través de la unidad (10) de dosificación de gases de reacción de forma definida, caracterizándose estos gases de reacción por que presentan afinidades protónicas o electrónicas algo más bajas que las sustancias nocivas a detectar y así hacen posible la detección con mayor especificidad puesto que muchos compuestos interferentes no se ionizan entonces y a continuación, para la valoración, se considera una combinación de las señales de medición del espectrómetro (2) de movilidad iónica con y sin gas de reacción conjuntamente.

6. Dispositivo para la determinación de sustancias nocivas gaseosas compuesto por un sistema (1) de medición móvil con un espectrómetro (2) de movilidad iónica y otros detectores, siendo los otros detectores, por ejemplo, un detector (3) de fotoionización, una celda (4) electroquímica y dos sensores (5, 6) de óxido de metal que están conectados a través de unas conducciones de gas con una primera bomba (9) de alimentación, **caracterizado por que** delante de los detectores está instalada una disposición de dosificación controlada de un gas de referencia por medio de una segunda bomba (7) de alimentación y adicionalmente delante del espectrómetro (2) de movilidad iónica una unidad (10) de dosificación de gases de reacción y están presentes una unidad electrónica con un ordenador (11) electrónico, una unidad (12) de visualización e indicadores de señal de alerta ópticos y acústicos opcionales y una estación (14) de procesamiento que dispone de una tercera bomba (15) de

alimentación para purgar y limpiar el sistema (1) de medición.

7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6,

5 **caracterizado por que** un gas de medición se divide en tres trayectorias de gas de medición, conduciendo uno al espectrómetro (2) de movilidad iónica, otro a una celda (4) electroquímica y el último a una disposición de dos sensores (5, 6) de óxido de metal y un detector (3) de fotoionización posterior.

8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7,

10 **caracterizado por que** la unidad (10) de dosificación está colocada en el espectrómetro (2) de movilidad iónica que puede dosificar a través de una válvula, en caso necesario, uno o varios gases de reacción que están almacenados en bombonas de gas, tubos de difusión, o recipientes de permeación.

9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6,

15 **caracterizado por que** el sistema (1) de medición con la estación (14) de procesamiento, que dispone de la tercera bomba (15) de alimentación para purgar y limpiar el sistema (1) de medición y de una fuente para generar un gas de limpieza o que tiene acceso a una fuente, como, por ejemplo, la lámpara UV del detector (3) de fotoionización, dispone adicionalmente de una unidad de carga para baterías.

10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6,

20 **caracterizado por que** para examinar las superficies se coloca una fuente (13) de calor, preferentemente en forma de una lámpara infrarroja, en el sistema (1) de medición, con la que pueden volatilizarse las sustancias nocivas en las superficies.

