

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 500**

51 Int. Cl.:

G01F 23/288 (2006.01)

G01T 1/203 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2010** **E 10275086 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018** **EP 2314992**

54 Título: **Aparato de medición de nivel**

30 Prioridad:

20.08.2009 GB 0914583

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

12.06.2019

73 Titular/es:

**JOHNSON MATTHEY PLC (100.0%)
5th Floor, 25 Farringdon Street
London EC4A 4AB, GB**

72 Inventor/es:

**FEATONBY, PAUL DAVID;
JONES, ALAN ROY y
GIBSON, SARA HILLARY MARGARET**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 716 500 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 medición de nivel

La presente invención se refiere a un aparato y método para medir el nivel de un material dentro de un recipiente.

5 La medición de los niveles de llenado, particularmente de fluidos que incluyen líquidos, gases y materiales multifásicos fluidos, tal como emulsiones y lodos, se ha llevado a cabo durante muchos años, utilizando calibradores de nivel nucleónico, midiendo la cantidad de radiación emitida por una fuente de radiación que se detecta en uno o más niveles dentro del recipiente. La radiación se atenúa a medida que pasa a través de los materiales; la cantidad de atenuación está relacionada con la densidad de los materiales entre la fuente y un detector. A partir de la comparación de la atenuación de la radiación detectada a diferentes niveles del recipiente, es posible estimar la altura de los materiales
10 contenidos en el recipiente. Tales calibradores a menudo comprenden una fuente de radiación gamma de suficiente energía para penetrar las paredes del recipiente, si es necesario, y para atravesar el material en el recipiente hasta el detector o detectores. Los detectores pueden comprender uno o más tubos Geiger-Müller (GM) o un detector de centelleo. Por ejemplo, el documento US-A-3654458 describe la detección y el control de un nivel de líquido en un barco submarino utilizando una fuente de radiación ionizante y una pluralidad de detectores.

15 En los calibradores de nivel típicos, el detector o detectores están dispuestos a lo largo de un eje lineal, generalmente contenido dentro de una cubierta permeable a la radiación, y se despliegan de manera que la matriz de detectores se extiende generalmente vertical con respecto al recipiente, de modo que, en operación, el nivel a medir se ubica entre el primer y el último detector de la matriz. Cuando se usa un solo detector de centelleo alargado, se despliega de manera similar, de modo que el nivel que se va a medir normalmente se ubica entre los extremos del centelleador.
20 Estas disposiciones típicas de la técnica anterior se ilustran esquemáticamente en la Figura 1. Los detectores se controlan y los datos se recopilan utilizando un aparato electrónico de procesamiento y control de datos que generalmente está alojado en una carcasa que tiene una sección transversal relativamente grande en comparación con la de la matriz de detectores y normalmente ubicada en un extremo del detector. En el caso de un detector de centelleo, la carcasa también contiene un fotomultiplicador y un convertidor de voltaje para producir los altos voltajes requeridos para operar el fotomultiplicador. Es un objeto de la invención proporcionar un aparato detector mejorado para uso en un calibrador de nivel nucleónico.

El documento DE20103881 describe un dispositivo para medir la radiación ionizante para uso en un aparato de medición de nivel. El dispositivo tiene un centelleador en forma de varilla que tiene dos caras extremas en donde al menos una de las caras extremas está acoplada a un dispositivo para detectar las señales de fotones generadas en el centelleador. El centelleador consta de al menos dos elementos centelleadores en forma de varilla que están acoplados ópticamente a través de sus superficies extremas opuestas. El documento "Gammapilot M FMG60" se encuentra en <https://portal.endress.com/wa001/dla/50002349515/000/02/TI363Ffr.pdf> divulga un aparato de medición de nivel.
30

De acuerdo con la invención, un aparato detector de radiación, adecuado para su uso en un aparato de medición de nivel, que comprende una carcasa alargada permeable a la radiación que tiene un área de sección transversal que es sustancialmente uniforme a lo largo de la carcasa y dos o más ensamblajes de detector, cada uno comprende:

- a) al menos un detector de centelleo para detectar radiación;
- b) un aparato electrónico para controlar al menos un detector y procesar las señales electrónicas producidas por al menos un detector; y
- 40 c) un fotodetector;

en donde dichos ensamblajes de detector están contenidos en dicha carcasa, en donde dicha carcasa tiene una sección transversal circular y dichos detectores de centelleo tienen una sección transversal cuadrada, que tiene una dimensión mayor que está dimensionada para permitir que el detector de centelleo encaje dentro de la carcasa de sección transversal circular, en donde al menos un cable, capaz de transportar señales eléctricas y energía hacia y desde al menos uno de los ensamblajes de detector, pasa entre al menos uno de dichos detectores de centelleo y dicha carcasa a lo largo de al menos una porción de la longitud del detector de centelleo
45

Por sustancialmente uniforme, queremos decir que el área de la sección transversal no varía en más del 10% a lo largo de la longitud de la carcasa, y preferiblemente en menos del 5%. En una realización preferida, el área de la sección transversal es la misma, dentro de las tolerancias mecánicas normales, a lo largo de la longitud de la carcasa. El diámetro de la carcasa es preferiblemente menor que aproximadamente 200 mm y más preferiblemente menor que 100 mm.
50

La sección transversal es circular, porque esta forma puede hacerse fuerte y resistente a la presión. Un beneficio significativo de usar una carcasa de aparato detector de sección transversal uniforme es que la carcasa puede fabricarse con menos soldaduras y, como consecuencia, es probable que sea más liviana y más fácil de fabricar.

El detector de radiación puede comprender uno o más materiales de centelleador alargados. Tales materiales, que emiten luz en respuesta a la interacción con la radiación gamma, son bien conocidos para su uso como detectores de radiación. En esta realización se prefiere un centelleador polimérico o plástico. Los centelleadores plásticos son bien conocidos y típicamente comprenden una solución de un centelleador orgánico en un disolvente que posteriormente se polimeriza para formar un sólido. Algunos de los solutos comunes son p-terfenilo, PBD (2-(4-bifenilil)-5-fenil-1,3,4-oxadiazol), b-PBD (PBD de butilo), PBO (2-fenil-5-(4-bifenil)-oxazol), POPOP (1,4-bis(5-feniloxazol-2-il) benceno). Los disolventes plásticos más utilizados son poliviniltolueno y poliestireno. El material de centelleo puede ser de cualquier longitud que sea adecuada para usar en la aplicación de medición de nivel particular para la cual está diseñado el aparato detector. Típicamente el material es de aproximadamente 500 mm a 3000 mm de longitud, pero puede ser más largo o más corto. El centelleador tiene preferiblemente una sección transversal cuadrada o rectangular, que tiene una dimensión mayor que está dimensionada para permitir que el centelleador encaje dentro de una carcasa de sección circular. El uso de un centelleador de sección cuadrada en una carcasa de sección circular deja espacio para que los cables o conectores se extiendan junto con el material del centelleador. Se cree que la disposición de un centelleador de plástico alargado dentro de una carcasa en donde un cable se extiende a lo largo de al menos una parte de la longitud del centelleador para conectar entre detectores es nueva. El espacio entre los componentes del ensamblaje de detector y la carcasa se puede llenar con un material de relleno tal como un plástico en forma de piezas o como un relleno moldeado. El espacio también puede contener un gas inerte. Alternativamente, el centelleador puede tener otra forma de sección transversal, por ejemplo, puede tener una sección transversal que es una forma similar a la de la carcasa.

El aparato comprende un fotodetector, que puede ser un fotomultiplicador o fotodiodo, para detectar la luz emitida por el centelleador y que produce un voltaje medible en respuesta a los fotones incidentes. El fotodetector está acoplado al centelleador por métodos conocidos. Un tipo preferido de fotodetector es un fotomultiplicador. Los circuitos fotomultiplicadores generalmente requieren un alto voltaje (generalmente en el rango de 1000 - 2000 V) para su funcionamiento. Esto contribuye al requisito, en el aparato de la técnica anterior, de una carcasa de extremo grande para que el calor generado por el generador de alto voltaje se pueda disipar satisfactoriamente. Una característica de nuestra invención es que, en una realización preferida, el aparato comprende El generador de baja energía y alto voltaje consume preferiblemente <0.5W de energía y más preferiblemente <0.1W. El uso de un generador de baja energía, alto voltaje y permite que la carcasa sea más pequeña, de modo que todo el aparato pueda estar contenido dentro de una carcasa más pequeña porque la generación de calor es menor que con los dispositivos de la técnica anterior.

El aparato que comprende el (los) detector (es), el fotodetector, el convertidor de voltaje y el aparato electrónico está alojado dentro de la carcasa que está cerrada con una tapa para protección. La longitud total del interior de la carcasa es generalmente mayor que la longitud del aparato contenido dentro de ella para permitir la expansión y contracción térmica. Preferiblemente, un resorte está ubicado entre el aparato y la carcasa, de modo que el detector se mantiene enganchado con el fotomultiplicador y se aleja del extremo de la carcasa.

El aparato electrónico comprende una unidad de procesamiento de señal para suavizar y/o promediar y/o aplicar cálculos de compensación (por ejemplo, para temperatura o presión) a la señal producida por el fotomultiplicador, utilizando algoritmos de procesamiento de señales conocidos. Una unidad de procesamiento de datos calcula la cantidad de radiación recibida en una o más ubicaciones en el detector o la matriz de detectores. La unidad de procesamiento de datos también puede calcular la ubicación de un cambio de nivel o fase en el contenido de un recipiente a partir de la cantidad de radiación recibida por el detector, pero este cálculo y las tareas relacionadas, tales como la salida de la información a una interfaz de usuario adecuada, pueden llevarse a cabo de manera remota del aparato detector. Por lo tanto, el aparato comprende además medios para enviar una señal o datos desde el aparato detector a una interfaz de usuario. El funcionamiento de los detectores y las unidades de procesamiento de señales/datos se controla utilizando una unidad de control programable, también ubicada dentro de la carcasa. Los componentes electrónicos pueden estar encapsulados dentro de un material a prueba de gases para minimizar el riesgo de explosión en áreas peligrosas. El uso de un generador de alto voltaje y baja energía también contribuye a la capacidad de usar el aparato en áreas peligrosas y permite que el aparato detector se diseñe como un aparato intrínsecamente seguro.

El aparato detector de acuerdo con la invención comprende:

- i. una carcasa alargada y
- ii. dos o más ensamblajes de detector, cada uno compuesto por
 - a) al menos un detector de radiación;
 - b) un aparato electrónico para controlar al menos un detector y procesar las señales electrónicas producidas por al menos un detector; y
 - c) Un fotodetector.

En una realización, dichos ensamblajes de detectores están dispuestos en serie.

El uso de más de un ensamblaje de detector permite que la longitud efectiva del aparato detector sea mayor que la de un único ensamblaje de detector. Cuando se usa un centelleador como detector de radiación, la longitud efectiva de un solo ensamblaje de detector está limitada por las longitudes de centelleador disponibles. Aunque es posible unir longitudes de material centelleador, el uso de un aparato detector de acuerdo con esta realización de la invención evita la necesidad de hacerlo mientras proporciona un método para fabricar detectores largos a partir de ensamblajes de detector prefabricados. En realizaciones preferidas, el detector de radiación comprende un centelleador de plástico.

Los ensamblajes de detector pueden estar encerrados en una carcasa permeable a la radiación, preferiblemente de sección transversal sustancialmente uniforme. En una realización preferida, los ensamblajes de detector están todos contenidos en una única carcasa, que preferiblemente tiene un área de sección transversal que es sustancialmente uniforme a lo largo de la longitud de la carcasa. La carcasa individual se construye preferiblemente utilizando la menor cantidad de piezas posible para evitar soldaduras y otros puntos débiles potenciales causados por la unión de componentes. Es preferible proporcionar una carcasa para los ensamblajes de detector que se construya como una pieza unitaria, por ejemplo, construido a partir de una sola tubería con clasificación de presión. Los ensamblajes de detector se ubican preferentemente en la carcasa en serie. Los ensamblajes de detector pueden tener cada uno aproximadamente la misma longitud o pueden tener diferentes longitudes. Cuando un ensamblaje de detector tiene sus componentes electrónicos y/o un fotomultiplicador en un extremo del ensamblaje, es posible disponer dos ensamblajes de detector adyacentes para que sus componentes electrónicos sean adyacentes, sus detectores de radiación sean adyacentes o un extremo detector de radiación sea adyacente a un extremo del componente electrónico. Se puede usar una disposición diferente dependiendo del uso para el que se diseñó el detector. Por ejemplo, puede preferirse colocar los detectores de radiación de los ensamblajes de detector juntos adyacentes de manera que un punto muerto resultante de la ubicación de la electrónica pueda colocarse lejos de la porción central del detector, donde se puede requerir que sea más sensible. Cada ensamblaje de detector puede estar contenido dentro de una caja interior que está provista de medios para permitir que las señales eléctricas pasen hacia y desde el ensamblaje de detector incluido. La carcasa puede estar cerrada con una tapa.

El ensamblaje de detector puede formar parte de un calibrador de nivel, que se utiliza para medir el nivel de llenado de un material en un recipiente, que comprende un aparato detector de radiación y una fuente de radiación penetrante. El ensamblaje de detector se puede montar en o en un recipiente en una posición separada de la fuente de radiación penetrante de tal manera que la radiación emitida desde la fuente pase a través de al menos una porción del recipiente donde se debe medir el nivel y puede ser detectado por el ensamblaje de detector. La radiación comprende preferiblemente radiación ionizante tal como rayos X o, más preferiblemente, rayos gamma. La radiación utilizada se selecciona por la transparencia a la radiación del recipiente y/o su contenido, es decir, el coeficiente de atenuación del medio y la disponibilidad de fuentes y detectores adecuados. Para penetrar grandes estructuras sólidas, como los recipientes de proceso, se prefiere mucho la radiación gamma. Las fuentes adecuadas de gamma incluyen ^{60}Co y ^{137}Cs , ^{133}Ba , ^{241}Am , ^{24}Na y ^{182}Ta , sin embargo, se podría usar cualquier isótopo de emisión gamma de suficiente poder de penetración, y muchas de esas fuentes ya se usan de manera rutinaria en dispositivos de medición de nivel. Para una instalación permanente, se debe elegir una fuente de radioisótopos para tener una vida media relativamente larga, tanto para dar al equipo una vida útil satisfactoria como para reducir la necesidad de recalibrar para tener en cuenta la reducción en la intensidad de la fuente debido al envejecimiento de la fuente. Las vidas medias de los radioisótopos mencionados anteriormente son: ^{137}Cs gamma ca. 30 años, ^{133}Ba ca. 10 años y ^{241}Am ca. 430 años. Las fuentes adecuadas emiten radiación a energías entre aproximadamente 40 y 1500 keV y los detectores adecuados pueden detectar dicha radiación con la sensibilidad suficiente para que la radiación detectada varíe de acuerdo con la densidad del medio de transmisión.

El aparato detector puede estar provisto de medios de montaje tales como un soporte, pestaña, etc., mediante los cuales se puede montar ya sea fuera o dentro de un recipiente, utilizando métodos que se conocen.

La invención se describirá adicionalmente con referencia a los dibujos adjuntos, que son:

Figura 1: una vista esquemática de un ensamblaje de detector de la técnica anterior para un calibrador de nivel.

Figura 2: una sección longitudinal a través de un ensamblaje de detector adecuado para su uso en un aparato detector de radiación para un calibrador de nivel, pero no en sí mismo una realización de la invención.

Figura 3: una sección longitudinal a través de un ensamblaje de detector compuesto para un calibrador de nivel de acuerdo con la invención.

Figura 4: una sección transversal a través del calibrador que se muestra en la Fig. 3 en la línea A --- A.

Figura 5: una vista esquemática de un calibrador de nivel que incorpora un detector de radiación de acuerdo con la invención.

La figura 1 muestra un ensamblaje de detector de la técnica anterior para un calibrador de nivel. El ensamblaje de detector comprende una carcasa 10 superior, que contiene la electrónica de control y procesamiento de datos y también la fuente de energía; y una carcasa 12 alargada que contiene un detector 20 de centelleo plástico dispuesto a lo largo de la carcasa. Los detectores están montados en una placa de circuito. El ensamblaje de detector se muestra

montado en un recipiente 14 que contiene un fluido 16, por medio de soportes 21, opuestos a una fuente 18 de radiación.

5 La figura 2 muestra una sección a través de un ejemplo de ensamblaje de detector adecuado para su uso en un aparato detector de radiación de acuerdo con la invención, pero no como una forma de realización de la invención. El detector 20 es un material detector de centelleo de plástico alargado de sección cuadrada que se acopla a un tubo 22 fotomultiplicador (PM). El acoplamiento cercano entre el tubo de PM y el centelleador está asegurado por los resortes 30 y 28, que también permiten cierta expansión y contracción térmica de los componentes y o de la carcasa. Los componentes 24 electrónicos incluyen uno o más microprocesadores para el procesamiento de señales, el procesamiento de datos y las funciones de control, y también una fuente de energía de alto voltaje de baja energía que es capaz de energizar el tubo PM. Todos los componentes están alojados dentro de una carcasa 12 que tiene una sección transversal circular y un diámetro esencialmente uniforme. La carcasa está cerrada con una tapa 32 adecuada.

15 La figura 3 muestra una sección a través de un detector 25 de radiación que comprende un ensamblaje de detector compuesto de acuerdo con la invención. La carcasa 12 cilíndrica contiene dos ensamblajes 34a y 34b de detector individuales, cada uno de los cuales comprende un centelleador, un tubo PM, microprocesadores y una fuente de energía como se describe en relación con la figura 2. Los ensamblajes de detector están dispuestos dentro de la carcasa de modo que sus centelleadores se extiendan desde los respectivos tubos PM uno hacia el otro. La carcasa 12 está cerrada por la tapa 32. La figura 4 es una sección transversal a través de la línea A---A de la figura 3, que muestra cómo el material 12 centelleador de la sección 35 cuadrada encaja en la carcasa de la sección circular con espacio para que los cables 36 se desplacen al lado del centelleador. El empaque 38 moldeado de plástico mantiene el contenido en su lugar y protege el centelleador y otros componentes.

20 La figura 5 muestra un calibrador de nivel que incorpora un detector 25 de radiación de acuerdo con la invención. El detector de radiación está montado en el recipiente 14, por medio de soportes 21, opuestos a una fuente 18 de radiación. El detector comprende una carcasa 12 que contiene dos ensamblajes de detector, dispuestos de manera que el centelleador 20a del primer ensamblaje de detector esté adyacente a los componentes 24b electrónicos del segundo ensamblaje de detector.

25

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (25) detector de radiación, adecuado para uso en un aparato de medición de nivel, que comprende una carcasa (12) alargada permeable a la radiación que tiene un área de sección transversal que es sustancialmente uniforme a lo largo de la longitud de la carcasa y dos o más ensamblajes (34) de detector, comprendiendo cada uno:
- 5 a) al menos un detector (20) de centelleo para detectar radiación;
- b) aparato (24) electrónico para controlar el al menos un detector y procesar las señales electrónicas producidas por al menos un detector; y
- c) un fotodetector (22);
- 10 en donde dichos ensamblajes de detector están contenidos en dicha carcasa, en donde dicha carcasa tiene una sección transversal circular y dichos detectores de centelleo tienen una sección transversal cuadrada, que tiene una dimensión más grande que está dimensionada para permitir que el detector de centelleo encaje dentro de la carcasa de sección transversal circular, en donde al menos un cable, capaz de transportar señales eléctricas y energía hacia y desde al menos uno de los ensamblajes de detector, pasa entre al menos uno de dichos detectores de centelleo y dicha carcasa a lo largo de al menos una porción de la longitud del detector de centelleo.
- 15 2. Un aparato detector de radiación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho ensamblaje de detector comprende un aparato electrónico que usa menos de 2W de energía.
3. Un aparato detector de radiación de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde dicho detector de centelleo comprende un material plástico.
- 20 4. Un aparato detector de radiación de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde dichos al menos dos ensamblajes de detector están dispuestos sustancialmente coaxialmente.
5. Un aparato detector de radiación de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde dichos al menos dos ensamblajes (34a, 34b) de detector están dispuestos en serie.
6. Un aparato detector de radiación de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde dos ensamblajes de detector adyacentes están dispuestos de manera que sus aparatos electrónicos estén adyacentes entre sí.
- 25 7. Un aparato detector de radiación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dos ensamblajes de detector adyacentes están dispuestos de modo que sus detectores de centelleo estén adyacentes entre sí.
8. Un aparato detector de radiación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dos ensamblajes de detector adyacentes están dispuestos de manera que el aparato electrónico de un ensamblaje de detector está adyacente al detector de centelleo de otro ensamblaje de detector.
- 30 9. Un aparato de medición de nivel que comprende un aparato (25) detector de radiación como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes y una fuente de radiación (18) penetrante que es detectable por dicho aparato detector de radiación, estando dicha fuente y aparato detector de radiación montados sobre o en un recipiente (14) en una posición separada entre sí de tal manera que la radiación emitida desde la fuente pase a través de al menos una porción del recipiente donde se medirá un nivel de material (16) y se podrá detectar por el aparato detector de radiación.
- 35 10. Un aparato de medición de nivel de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dicha fuente es una fuente de radiación gamma.

Figura 1

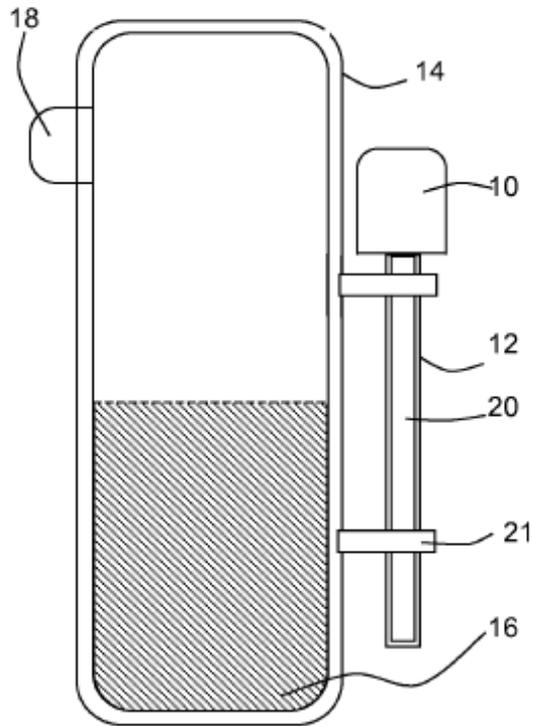


Figura 2

