

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 568**

51 Int. Cl.:

**H04N 5/225** (2006.01)

**G03B 17/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2010 E 10718329 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2014 EP 2415253**

54 Título: **Cámara tolerante a la radiación**

30 Prioridad:

**30.03.2009 SE 0950199**

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

**28.04.2014**

73 Titular/es:

**ISEC INDUSTRIAL SECURITY AB (100.0%)  
Sporthallsvägen 2 B  
263 34 Höganäs, SE**

72 Inventor/es:

**BARRINGER, NIKLAS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 457 568 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**

Cámara tolerante a la radiación

**5 Campo técnico**

Esta invención se refiere a una cámara tolerante a la radiación, que comprende un módulo de cámara que tiene un sensor de imagen electrónico y un recinto de blindaje contra radiación, teniendo dicho recinto una abertura para permitir el paso de luz al sensor de imagen. La cámara está formada para ser usada principalmente para propósitos de monitorización en entornos con fuerte radiación ionizante, principalmente radiación gamma y de neutrones. En la industria de la energía nuclear se puede utilizar en sistema de vigilancia de reacción y contención, inspección de piscina de combustible y "misiones" de inspección para desmantelamiento. También se puede utilizar en la industria de la radioterapia, por ejemplo para monitorizar pacientes durante la radioterapia. La invención está indicada específicamente para funcionar en un entorno de radiación de neutrones.

**15 Técnica anterior**

El documento US 7.402.802 B1 describe una cámara de infrarrojos que incluye un alojamiento que tiene una pluralidad de agujeros, con un obturador, unas lentes, un detector de infrarrojos, y un primer espaciador dispuesto dentro del alojamiento. El primer espaciador está asegurado dentro del alojamiento por un adhesivo dispuesto en uno o más de los agujeros del alojamiento.

El documento WO 2004/051986 A1 describe un sistema y un método de refrigeración de una cámara CCD empleando un diseño de alojamiento de material compuesto que permite que el lado frío de un TEC se monte relativamente cerca del CCD y el lado caliente del TEC se aisle de la cavidad del alojamiento en la que reside el CCD.

El documento GB 921100 A describe un aparato que comprende una fuente de neutrones, un detector de rayos gamma y un equipo electrónico utilizado para medir captura de neutrones de espectro de rayos gamma en un pozo.

El documento JP 2003289458 describe una cámara resistente a la radiación donde el CCD se mueve en formación de imágenes a una posición en la que el CCD está frente a una abertura de un miembro de blindaje contra rayos gamma de una cara delantera y se mueve en no formación de imágenes a una posición rodeada por un miembro de blindaje contra rayos gamma a fin de proteger el CCD de los rayos gamma en la no formación de imágenes.

El documento JP 2003289498 describe una cámara resistente a la radiación con recinto de blindaje contra rayos gamma y neutrones. Las figuras 5 y 6 muestran realizaciones donde el sensor CCD está accionado o alejado de las partes de la lente y la abertura donde la potencia está apagada.

En muchas aplicaciones hoy se utilizan cámaras de tubo en los entornos antes mencionados porque son más tolerantes a la radiación en comparación con cámaras que se proporcionan con sensores de imagen CCD o CMOS. Normalmente es posible separar cualquier unidad de control electrónico necesaria del entorno activo de radio y así evitar o limitar algunos efectos graves de la radiación. Las condiciones de utilizar otros tipos de cámaras y específicamente cámaras digitales son, sin embargo, diferentes.

La radiación ionizante afecta y finalmente destroza el equipo electrónico, específicamente circuitos de voltaje bajo y circuitos más compactos y circuitos con alta resolución espacial. La radiación ionizante provoca principalmente daños temporales, llamados errores de software, o daños de eventos individuales, y daños permanentes, llamados desplazamientos atómicos.

Dispositivos comercialmente disponibles de hoy sufren de estos efectos y producen imágenes de calidad continuamente deteriorada. Las cámaras y lógica de control asociada se romperán o tendrán un nivel de rendimiento que disminuirá sólo después de un corto período de uso en el duro entorno antes descrito. Aún hay necesidad de mejor calidad de imágenes que se puede lograr con sensores de imagen digital y también una necesidad de cámaras que duren más en tales entornos.

**Sumario de la invención**

Una cámara de acuerdo con la invención se expone en la reivindicación 1.

Según la invención un módulo de cámara digital que tiene un sensor de imagen electrónico está encerrado por un recinto de blindaje contra la radiación. Una abertura en el recinto permitirá el paso de luz en el sensor de imagen. El recinto está hecho de un material que tiene núcleos de poca masa. En tal material los neutrones pueden transferir grandes cantidades de su energía al núcleo de luz a través de colisiones. En numerosas realizaciones se añade boro al material del recinto para capturar neutrones térmicos resultantes de las colisiones.

El recinto completo en una realización se puede girar o inclinar entre varias posiciones de funcionamiento en las que la abertura está destapada y dirigida hacia un objeto observado, y una posición de descanso en la que la abertura se dirige hacia una protección de material de blindaje contra la radiación. Un lado posterior del recinto estará eficazmente protegido por la protección en la posición de funcionamiento.

La abertura del recinto está preferiblemente cubierta de una cubierta delantera transparente que permite la transmisión de luz y permite que una imagen se recoja por el sensor de imagen. El tamaño de la cubierta delantera transparente es suficiente para proporcionar un ángulo de visión deseado. Preferiblemente la cubierta delantera también está hecha de un material que tiene núcleo de masa baja.

Para mejorar aún más el blindaje contra efectos de la radiación el módulo de cámara está conectado térmicamente a un elemento de refrigeración de absorción de calor que facilitará y mejorará la disipación de calor del módulo de cámara. El elemento de refrigeración puede incluir un módulo de refrigeración termoeléctrico, como un módulo que utiliza el efecto Peltier. La capacidad de refrigeración del módulo de refrigeración se puede mejorar aún más por medios de disipación de calor que se extienden por el exterior del recinto desde el elemento de refrigeración. En una realización los medios de disipación de calor comprenden tubos de calor. Refrigerando el módulo de cámara para bajar las temperaturas, por ejemplo unos pocos grados por encima de cero, o unos 2°C a 5°C, la calidad de imagen desde el módulo de cámara mejorará sustancialmente.

El recinto puede tener un espesor medio de unos pocos centímetros, por ejemplo cinco centímetros. Con tal grosor el material proporcionará suficiente atenuación de radiación de neutrones.

En varias realizaciones el módulo de cámara comprende una cámara estándar que incluye sensor y electrónica asociada que está montada en un alojamiento aislado y sellado. En varias realizaciones el alojamiento comprende una capa a prueba de humedad, para asegurar que el contenido de humedad dentro del alojamiento se mantiene a un nivel bajo. Se puede disponer otra capa de blindaje contra radiación hecha de plomo, tungsteno u otro material con propiedades de construcción y protección similares para proteger el módulo de cámara de otra radiación, por ejemplo radiación gamma.

### Breve descripción de los dibujos

Con el fin de que se entienda fácilmente la forma en la que obtienen las ventajas y los objetos de la invención citados anteriormente y otros, una descripción más particular de la invención brevemente descrita anteriormente se ofrecerá por referencia a realizaciones específicas de la misma que se ilustran en los dibujos anexos.

Entendiéndose que estos dibujos sólo representan realizaciones típicas de la invención y por lo tanto no se considera que sean limitantes de su alcance, la invención se describirá y explicará con especificidad y detalle adicionales a través del uso de los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva esquemática y en parte en corte de una realización de una cámara según la invención incluyendo un módulo de cámara,

la figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de una realización de un recinto incluido en una cámara según la invención,

la figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de una realización de un alojamiento con medios de disipación de calor incluidos en una cámara según la invención,

la figura 4 es una vista en perspectiva esquemática del recinto de la figura 2 girado hasta una posición segura,

la figura 5 es una vista en perspectiva esquemática de una realización de una cámara totalmente equipada según la invención, y

la figura 6 es una vista en perspectiva esquemática de una realización de un elemento de refrigeración de absorción de calor conectado térmicamente al módulo de cámara.

### Descripción detallada

La realización mostrada en la figura 1 comprende un módulo de cámara 10 que incluye un sensor de imagen digital convencional 11 y un grupo de lentes 13. El módulo de cámara 10 está incrustado en un cuerpo aislante 12 hecho de un material que tiene una conductividad térmica baja. El cuerpo aislante 12 está rodeado por un alojamiento 14. Preferiblemente, el módulo de cámara encaja ajustadamente en el cuerpo aislante y el cuerpo aislante en el alojamiento 14 para reducir la cantidad de aire dentro del alojamiento y para evitar la condensación en cualquier componente óptico. En algunas realizaciones cualquier aire restante está reemplazado por otro gas apropiado, tal como CO<sub>2</sub> o N<sub>2</sub>. En la realización mostrada en la figura 1 otra capa de blindaje contra radiación 15 se proporciona entre el módulo de cámara 10 y el cuerpo aislante 12.

5 El alojamiento 14 está hecho de un material hermético y de blindaje contra la radiación de neutrones tal como plástico o material similar y está completamente sellado. La capa de blindaje contra la radiación 14 se proporciona principalmente como medios de blindaje contra rayos gamma o rayos X. Una parte delantera del alojamiento 14 así como de la capa de blindaje 15 forma una abertura que está cerrada por un panel delantero transparente 16. El cuerpo aislante 12 está formado con un orificio 17 frente al panel delantero transparente 16. El orificio 17 del cuerpo aislante 12 está biselado desde la posición del grupo de lentes 13 hasta un espacio abierto más amplio adyacente al panel delantero 16.

10 El alojamiento 14 está encerrado en un recinto 18 formado por una primera parte en forma de caja y una segunda parte de lado trasero, consúltese también la figura 2. La dimensión externa del alojamiento 14 corresponde muy bien con las dimensiones internas del recinto 18 para minimizar el espacio libre que hay entre ellos. El recinto proporciona como una eficiente protección de radiación de neutrones.

15 El sensor de imagen 11 y también el módulo de cámara 10 como un todo están térmicamente conectados a un elemento de refrigeración de absorción de calor 20. En la realización mostrada en la figura 1, el elemento de refrigeración 20 en un extremo se extiende desde un lado trasero del módulo de cámara opuesto al grupo de lentes. Un extremo opuesto del elemento de refrigeración se aplica, a través de una vaina eléctricamente aislante (no mostrada), al sensor de imagen o una placa de circuito que soporta el sensor de imagen. El elemento de refrigeración de absorción de calor 20 se extiende en parte fuera del alojamiento 14 donde se conecta térmicamente a un dispositivo de refrigeración, consúltese la figura 3, y una pluralidad de tubos de calor 22. Los tubos de calor se extienden fuera del recinto y transfieren calor eficientemente a un disipador de calor montado fuera del recinto, consúltese la figura 3. El elemento de refrigeración 20 está diseñado para mantener la temperatura del módulo de cámara y cualquier electrónico asociado a una temperatura por debajo de 5°C, preferiblemente a temperaturas entre 25 2°C y 5°C.

30 Como se muestra en la figura 2 el recinto 18 está dividido en dos partes separadas. Una primera parte en forma de caja 24 encierra básicamente el alojamiento completo 14 con el módulo de cámara 10. Una abertura 26 en una porción delantera con corte en superficies de borde está dimensionada para recibir el panel delantero transparente 16. La porción delantera está arqueada de forma que puede girar para protegerse en una protección, consúltese la figura 4.

35 Una segunda parte del recinto forma una trasera 28 que se aplica de forma estanca a la parte en forma de caja 24. Para sellar más la conexión entre la parte en forma de caja 24 y la trasera 28, ambas partes se pueden formar con nervaduras 30 y recesos correspondientes (no mostrados). La trasera comprende además un bloque de soporte 32 dispuesto para soportar los tubos de calor. Una sección lateral de la parte en forma de caja 24 está formada con muescas 34 que reciben los tubos de calor.

40 La figura 3 muestra una sección trasera del alojamiento 14 y un dispositivo de refrigeración 36 que está conectado térmicamente al elemento de refrigeración 20. El dispositivo de refrigeración 36 en una realización comprende un módulo de refrigeración Termoeléctrico (TEC) 38. Es posible proporcionar una pluralidad de módulos de refrigeración interconectados, si hubiera necesidad de ello para obtener una diferencia de temperatura adecuada. En realizaciones alternativas el módulo de cámara se refrigera por un sistema de refrigeración de fluido y/o aire convencional.

45 El dispositivo de refrigeración 36 soporta además los tubos de calor 22, que se extienden a través del recinto y dentro de un disipador de calor 40 proporcionado en el exterior del recinto. El disipador de calor 40 puede comprender un elemento con aletas y si es necesario un ventilador. Los tubos de calor 22 también están térmicamente conectados al dispositivo de refrigeración 36. Los tubos de calor 22 se extienden durante las condiciones de funcionamiento y descanso en dirección horizontal. La orientación horizontal de los tubos de calor resulta en una capacidad de transmisión de calor constante durante el funcionamiento y en diferentes posiciones de inclinación.

50 El recinto 18 se puede girar alrededor de un eje 42 que se extiende en una dirección horizontal. En la figura 4 la cámara se muestra en una posición de descanso y protegida donde la sección arqueada de la porción delantera del recinto se aplica a una protección 44 hecha del mismo material o un material de blindaje contra radiación similar al del recinto.

55 Como se muestra en la figura 4, la protección 44 se forma con un lado arqueado cóncavo que corresponde a la porción delantera arqueada del recinto 18. Como resultado la cámara completa se puede rotar entre posiciones activas ajustables y una posición de descanso en la que la abertura del recinto 18 está muy bien protegida por la protección 44 contra la radiación. La rotación entre la posición activa y la posición de descanso se puede controlar manualmente por personal operativo o controlar automáticamente por un sistema de control, por ejemplo basado en un calendario.

60

65

5 Una cámara totalmente equipada se muestra en la figura 5. En esta realización la cámara incluye también lámparas 45. Las lámparas están preferiblemente montadas al mismo lado del recinto 18 que los tubos de calor y disipador de calor a fin de no restringir los movimientos de inclinación de la cámara. Un pirómetro (no mostrado) se puede montar en un lado del recinto o preferiblemente dentro del recinto. El pirómetro puede estar proporcionado con uno o más indicadores láser para indicar la dirección y área de medición a un operador de la cámara.

10 La cámara completa se puede montar en una posición fija en un soporte de pared o una unidad de giro e inclinación comercialmente disponible. En la realización mostrada en la figura 5 la cámara se monta en un soporte motorizado 45 que permite la inclinación independiente y movimientos de paneo. Una unidad de base 47 comprende un transformador, medios electrónicos necesarios y medios de conexión para conectar la cámara y soporte motorizado a una posición de control dispuesta remotamente.

15 Dispositivos electrónicos sensibles usados para controlar y dirigir la cámara se pueden disponer en una posición remota o dentro de una extensión 49 de la protección 44. En esta realización los dispositivos electrónicos sensibles a la radiación junto con dispositivos reguladores de potencia están térmicamente conectados a un sistema de refrigeración formado por los tubos de calor y los medios de absorción de calor. Un micrófono 48 se proporciona para obtener información sobre el sonido y ruido que aparece en los alrededores. Preferiblemente, el micrófono está específicamente diseñado y la radiación endurecida.

20 La realización del elemento de refrigeración de absorción de calor 20 mostrado en la figura 6 comprende un cuerpo 21 hecho de un material que tiene una alta conductividad térmica como un metal. El cuerpo 31 tiene bordes laterales rectangulares y una parte inferior y una parte superior. Los bordes laterales rectangulares tienen una altura y anchura que corresponden a las dimensiones del módulo de cámara 10. Una placa base 23 se extiende desde la parte inferior del cuerpo 21 y se aplica al menos a una parte sustancial de una parte inferior del módulo de cámara 10. La placa base contribuirá a la transferencia de calor desde el módulo de cámara.

25 El cuerpo 21 tiene salientes en dos lados opuestos. Un primer saliente 25 se apoya en el módulo de cámara 10 y más específicamente una sección del módulo de cámara donde se sitúa una placa de circuito 27 que soporta el sensor de imagen digital 11. Un segundo saliente 29 está dimensionado para sobresalir a través de una abertura del alojamiento 14 para asegurar una transferencia de calor eficiente fuera del alojamiento 14. El segundo saliente 29 también se aplicará al dispositivo de refrigeración 36 fuera del alojamiento 14 y dentro del recinto 18.

30 El material usado para el recinto de blindaje contra radiación y protección puede incluir o estar basado en plásticos de hidrocarburo (como polietileno, polipropileno y poliéster); caucho natural y sintético (como caucho de silicona); y otros plásticos y resinas que contienen átomos además de hidrógeno y carbono (como resinas acrílicas, poliéster, poliuretanos y de vinilo). Estos polímeros orgánicos muestran una alta eficacia de blindaje contra neutrones debido a grandes concentraciones de átomos de hidrógeno en estos materiales. La combinación de un recinto de blindaje contra radiación comprende plásticos de hidrocarburo y la refrigeración eficiente del módulo de cámara resulta en una mayor calidad de imagen, en la perspectiva a corto plazo igual que en perspectiva a largo plazo.

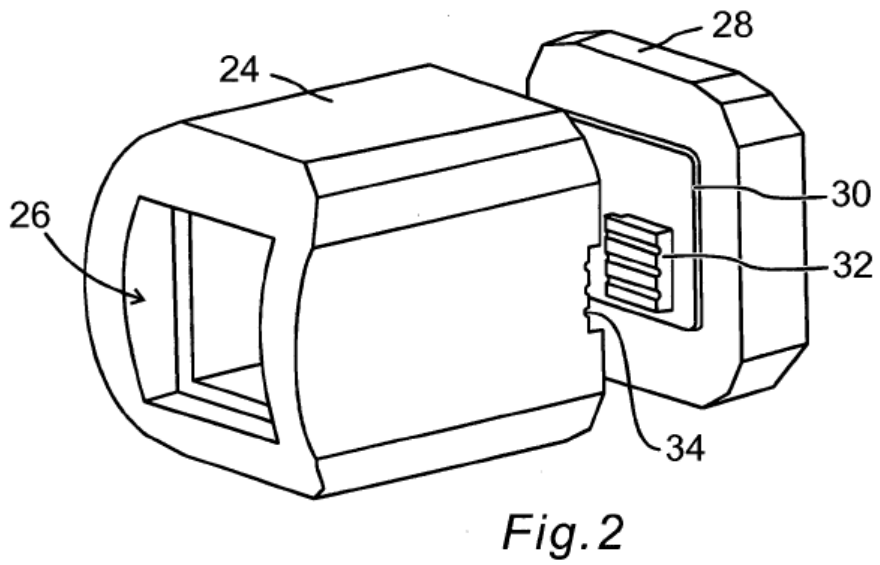
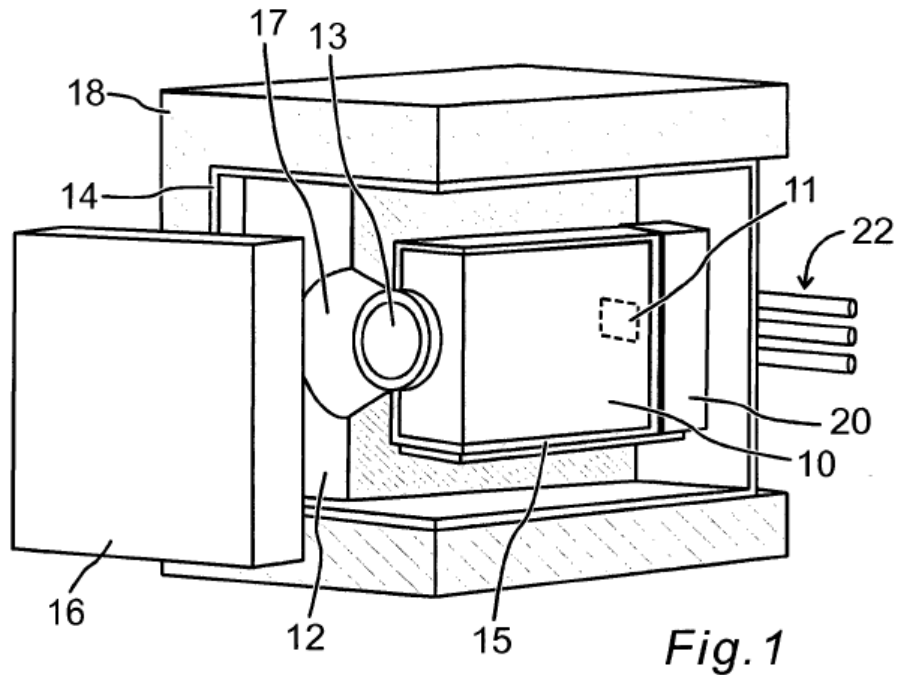
35 Los neutrones rápidos se ralentizan por colisiones repetidas con núcleos ligeros de neutrones térmicos que se pueden absorber por reacciones nucleares. La capacidad total de blindaje contra neutrones del polietileno se puede mejorar se añade un buen material de absorción de neutrones térmicos. Un material apropiado de absorción de neutrones térmicos es el boro.

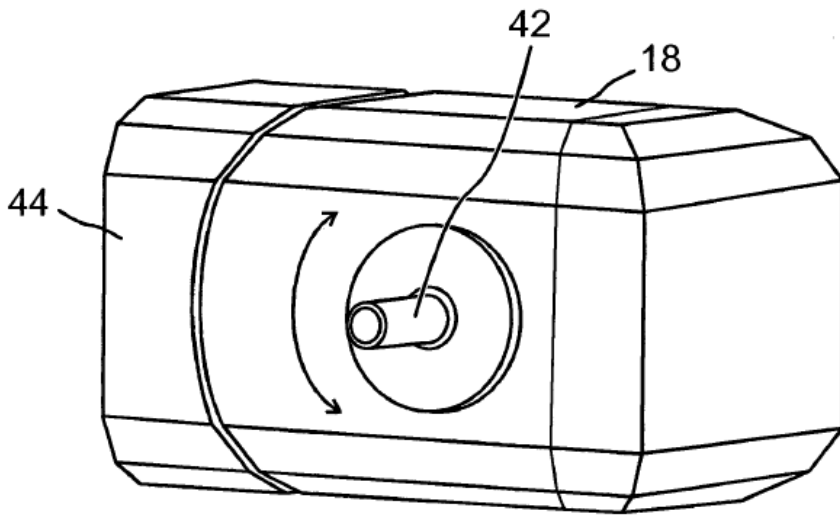
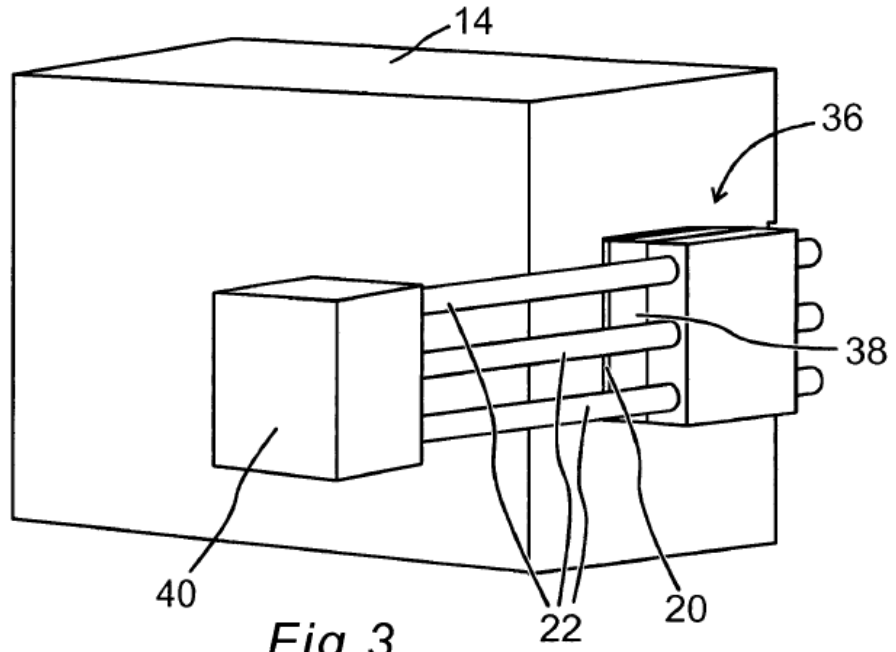
40 El material utilizado para el panel delantero transparente 16 es preferiblemente completamente transparente como para producir una imagen verdadera de cualquier objeto en frente del módulo de cámara. En una realización preferida se usan los materiales con gran contenido de hidrógeno, por ejemplo polimetilmetacrilato (PMMA) conocido como PLEXIGLÁS.

45 50 Mientras se han descrito en particular ciertas realizaciones ilustrativas de la invención, se entenderá que otras modificaciones serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una cámara tolerante a la radiación para uso en entornos con fuerte radiación ionizante, que comprende un sensor de imagen electrónico (11), un grupo de lentes (13) y un recinto de blindaje contra la radiación de neutrones (18) que tiene una abertura (28) para permitir el paso de luz al sensor de imagen (11), caracterizada:
- porque el sensor de imagen (11) y el grupo de lentes (13) están dispuestos en un módulo de cámara (10) que forma parte de la cámara;
- 10 porque el módulo de cámara (10) está dispuesto en dicho recinto (18);
- porque la cámara comprende además un elemento de refrigeración de absorción de calor (20) que está conectado al módulo de cámara (10) para disipar el calor del mismo;
- 15 porque la cámara comprende además una protección (44) hecha de material de blindaje contra radiación y dispuesta fuera de dicho recinto;
- porque la cámara además comprende un soporte motorizado; y
- 20 porque el recinto (18) con el módulo de cámara (10) en él está dispuesto en dicho soporte motorizado para ser girado por el soporte motorizado en relación a dicha protección (44) entre una posición de descanso en la que la abertura (26) del recinto (18) está dirigida hacia dicha protección (44) y una posición ajustable de funcionamiento en la que la abertura (26) del recinto (18) está destapada.
- 25 2. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 1, en la que el elemento de refrigeración de absorción de calor (20) está conectado térmicamente a un dispositivo de refrigeración (36).
3. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 2, en la que el dispositivo de refrigeración (36) comprende un módulo de refrigeración termoeléctrico (38).
- 30 4. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 1, en la que tubos de calor (22) están proporcionadas para la disipación de calor desde el elemento de refrigeración de absorción de calor (20) hasta una posición fuera del recinto (18).
- 35 5. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 4, en la que los tubos de calor (22) se extienden de manera sustancialmente horizontal.
6. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 4, en la que los tubos de calor (22) están conectados a un disipador de calor (40) montado en una pared externa del recinto (18).
- 40 7. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 1, en la que el recinto (18) está hecho de un material que comprende plásticos de hidrocarburo.
8. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 7, en la que el recinto (18) está hecho de un material que comprende boro.
- 45 9. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 1, en la que la abertura (26) está cubierta por un panel delantero transparente (16).
- 50 10. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 1, en la que el módulo de cámara (10) está dispuesto en un cuerpo aislante y resistente a la humedad (12).
11. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 10, en la que el módulo de cámara (10) está encerrado en un alojamiento (14).
- 55 12. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 11, en la que el alojamiento (14) comprende material de blindaje contra la radiación por neutrones.
- 60 13. Una cámara tolerante a la radiación según la reivindicación 10, en la que el módulo de cámara (10) está encerrado en una capa de blindaje contra la radiación gamma (15)







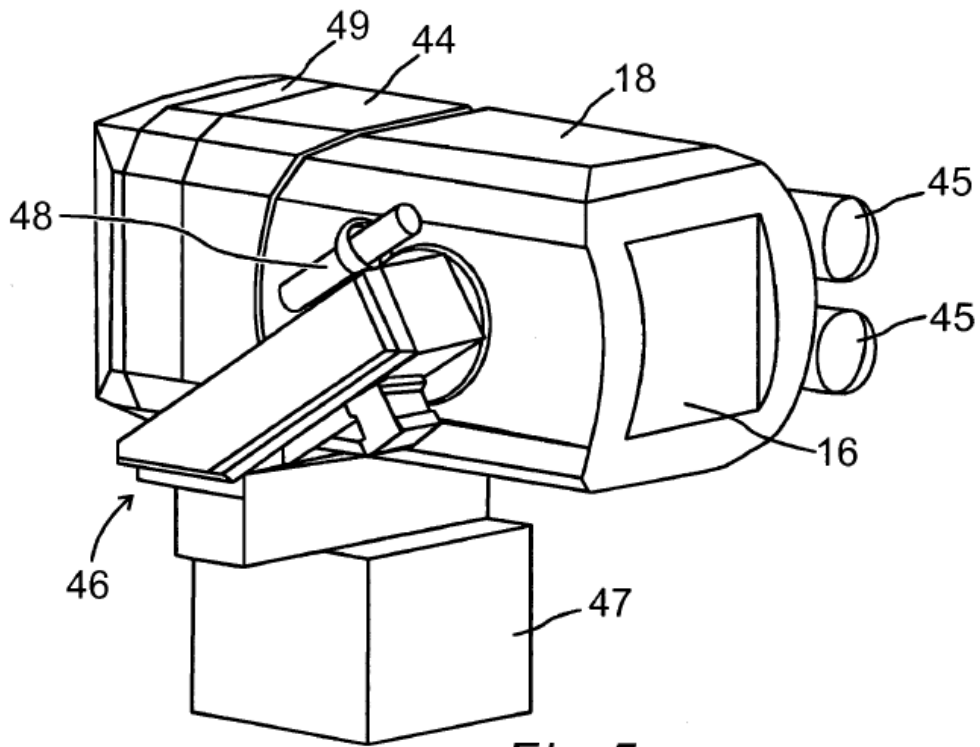


Fig. 5

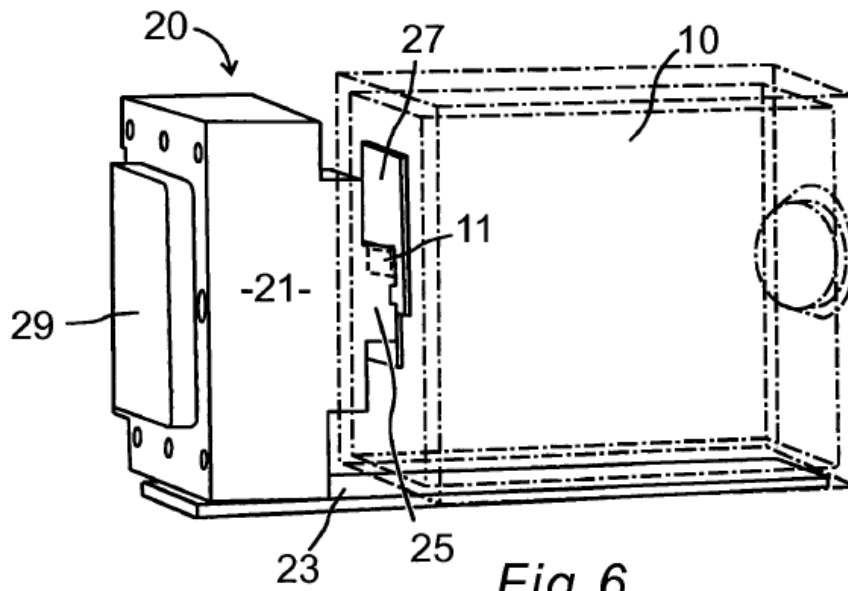


Fig. 6