

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 948**

51 Int. Cl.:

H04N 5/32	(2006.01)
G03B 17/56	(2006.01)
G03B 17/02	(2006.01)
G03B 37/04	(2006.01)
H04N 5/225	(2006.01)
H04N 5/33	(2006.01)
G03B 35/08	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2016 PCT/EP2016/081149**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17102926**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2016 E 16815568 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020 EP 3391137**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la inspección u observación operativa de espacios peligrosos y adversos o espacios con condiciones ambientales hostiles**

30 Prioridad:

17.12.2015 IT UB20159279

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.02.2021

73 Titular/es:

**TENOVA S.P.A. (100.0%)
Via Monte Rosa 93
20149 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**MORI, CRISTIAN y
MEMOLI, FRANCESCO**

74 Agente/Representante:

LAMAS MENÉNDEZ, Pablo

ES 2 806 948 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 aparato para la inspección u observación operativa de espacios peligrosos y adversos o espacios con condiciones ambientales hostiles

5

Campo de la invención

La invención se refiere al campo de plantas o equipos en los que la inspección visual directa para mantenimiento, reparación o supervisión para fines operativos no se puede realizar ya que no son accesibles a la presencia humana, o puede ser peligroso debido a la geometría, alta temperatura, entorno tóxico, iluminación u otras condiciones peligrosas de dichas plantas o equipos.

10

Antecedentes de la invención

Hay un cierto número de plantas o aparatos que requieren una inspección visual (por ejemplo, paredes o contenidos, desgaste general, etc.); sin embargo, esto no puede efectuarse directamente debido a condiciones ambientales hostiles o agresivas, o debido a la exposición a peligros a los que un ser humano puede verse sometido cuando obtiene acceso a dichos entornos hostiles.

15

Ejemplos de plantas o aparatos donde se puede aplicar la presente invención son hornos eléctricos de acero, hornos de calentamiento de gas, hornos de coque, hornos de fusión de vidrio, pilas de gas caliente, plantas nucleares, edificios o salas en llamas, hornos de recalentamiento, áreas confinadas con condiciones posiblemente tóxicas, etc. Estas plantas o aparatos requieren inspecciones visuales periódicas de sus condiciones (por ejemplo, cuando están recubiertas con material refractario, para determinar el grado de desgaste del revestimiento debido a su funcionamiento normal) y, si es necesario, efectuar las reparaciones necesarias para evitar daños costosos o periodos de parada extensos e inesperados con las consiguientes pérdidas de producción.

20

25

En el estado de la técnica se sabe que, incluso con un sistema de protección (por ejemplo, sistemas de refrigeración utilizados para proteger cámaras de altas temperaturas), el tiempo de supervivencia de una cámara en un entorno hostil, es decir, con características de temperatura y/o contaminantes atmosféricos nocivos o peligrosos para los seres humanos, por ejemplo, en un horno de producción de acero, es limitado, y por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de control que pueda producir una visión detallada del entorno en un tiempo extremadamente corto, pero con detalles específicos y una amplitud visual tales que permitan al operador y/o al personal de mantenimiento tomar decisiones que pueden causar la interrupción para efectuar reparaciones o mantenimiento del equipo monitorizado o la continuación de la producción.

30

35

También se sabe que los sistemas de visualización que tienen una cámara montada sobre una base móvil, de modo que se puede mover por control remoto en diferentes direcciones, por ejemplo, mediante un robot o un sistema PTZ (paneo-inclinación-enfoque (*Pan-Tilt-Zoom*)), no son prácticos, ya que el tiempo para las inspecciones es a veces extremadamente corto y el campo de visión limitado de este dispositivo impone una restricción en el tiempo ya limitado para la inspección, ya que el operador debe dirigir manualmente la cámara para buscar fallos, y también porque las partes móviles y los componentes mecánicos/eléctricos del sistema de la cámara tienden a deteriorarse como resultado de las altas temperaturas, los ambientes polvorientos o, más en general, debido a las condiciones agresivas de dichos entornos.

40

45

La práctica conocida también proporciona cámaras convencionales de uso para realizar inspecciones rápidas, tanto fijas como móviles, utilizadas durante intervalos no operativos o a través de ventanas de mirillas pequeñas con un ángulo de visión limitado y evaluaciones a corto plazo (con la necesidad de continuar los ciclos de producción del equipo) o usando una cámara que se puede mover en diferentes direcciones para enfocarse en las áreas deseadas en el lado interno del equipo, pero siempre durante cortos periodos de tiempo.

50

Como se puede entender fácilmente a partir de la descripción anterior, las soluciones conocidas tienen limitaciones significativas y no son del todo satisfactorias.

55

Más específicamente, la práctica y la tecnología actuales utilizadas para inspeccionar y monitorizar equipos, por ejemplo, hornos de alta temperatura, tales como hornos de arco eléctrico para la producción de acero, tienen algunas limitaciones; para efectuar un control preciso del interior del horno eléctrico, por ejemplo, las cámaras deben permanecer dentro del horno durante periodos de tiempo más largos que el tiempo permitido actualmente en un apagado normal, es decir, durante el tiempo que sigue a cada fundición, después de la descarga del acero líquido y al comienzo de la carga de los materiales ferrosos posteriores.

Incluso si la cámara utilizada para el control está equipada con un buen sistema de refrigeración, difícilmente puede resistir la temperatura del horno, que puede superar los 1000 °C en algunos casos.

5 En estas condiciones, la cámara puede permanecer en este entorno durante mucho menos que un minuto, con la consiguiente limitación en los datos que se pueden recopilar.

Los restantes dispositivos móviles mecánicos/eléctricos/electrónicos necesarios para el funcionamiento de la cámara (enfoque, movimiento, etc.) también tienen una vida útil corta dentro de estos entornos calientes.

10

Se han encontrado diversas propuestas en el estado de la técnica anterior destinadas a resolver el problema de la inspección de plantas industriales, usando cámaras de vídeo.

15 La patente de EE.UU. N.º 5.162.906 de Yorita et al. describe un aparato para observar el interior de un horno caliente utilizando una cámara protegida por una carcasa refrigerada por agua y también se enfría soplando aire de refrigeración para mantener la cámara a una temperatura de 50 °C o menos, mientras que la temperatura del horno es de aproximadamente 1.200 °C. El aparato de Yorita se puede utilizar para la inspección del revestimiento refractario de hornos de coque, altos hornos, mezcladores metálicos, recipientes de mezcla, etc. Sin embargo, esta solución no permite revelar una imagen completa del interior del horno, o como alternativa, requiere tiempos
20 relativamente largos, incompatibles con el tiempo de exposición de la cámara de vídeo al calor; el análisis, además, solo puede efectuarse junto con la recuperación de datos.

La patente de EE.UU. N.º 6.111.599 a nombre de Nance, también tiene como objetivo proteger la cámara de las condiciones medioambientales hostiles, en las que se inserta la cámara dentro de un grupo transparente de doble
25 pared. Esta solución en general tiene límites análogos a los indicados anteriormente.

La patente de EE.UU. N.º 6.229.563 a nombre de Miller II et al. describe un sistema de monitorización para un horno en el que la temperatura a menudo supera los 1093,33 °C (2.000 °F). Una cámara montada en el extremo de una
30 lanza enfriada por fluido es introducida en un horno por un operador fuera del horno. Se utiliza una cámara de vídeo para inspeccionar un horno de alta temperatura: la cámara de vídeo permite que cualquier parte del horno se vea con precisión.

Aunque esta solución es funcional, requiere un tiempo relativamente prolongado para dirigir la cámara de vídeo en las diversas áreas sensibles del horno para enmarcarlas.

35

El documento WO 2014/152855 A2 describe un sistema de montaje de cámara, que tiene una pluralidad de cámaras, en el que la lente de cada cámara está orientada hacia un área de interés, de modo que pueden proporcionar una imagen, o vídeo, completamente esférica libre de obstrucciones. Aunque de alguna manera interesante, la realización descrita en esta patente, sin embargo, no puede usarse para controlar espacios
40 ambientales hostiles o para registrar las imágenes de una planta industrial para detectar variaciones de desgaste que requieren acciones preventivas o correctivas para mantener la capacidad de producción de estas plantas; los datos que se pueden obtener, además, son puramente datos de imagen.

La solicitud de patente de EE.UU. N.º 2015/0285559 describe un dispositivo para la monitorización dentro de un
45 horno de alta temperatura, que comprende una o dos cámaras que se introducen en el horno de alta temperatura y se usan para determinar el tamaño de los depósitos en un horno de fusión. Sin embargo, esta solución usa estereografía para generar una estimación 3D de un área limitada, teniendo así una amplitud de visión del horno relativamente restringida, además de tener sustancialmente los mismos inconvenientes que los primeros dos documentos mencionados.

50

El documento US 3504122 se refiere a un sistema de televisión estereoscópica con medios para controlar el movimiento de la cámara de vídeo desde una ubicación remota.

El documento US 4131914 se refiere a un procedimiento y aparato para inspeccionar el recubrimiento refractario en
55 un horno. Este sistema está compuesto por una cámara de vídeo montada en un contenedor refrigerado que, por medio de un cable, transmite una señal de televisión fuera del horno, que después se muestra en tiempo real en un monitor externo.

Objetivos de la invención

El objetivo general de la invención es resolver los inconvenientes de la técnica conocida descrita anteriormente.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un aparato que permitan efectuar una inspección detallada en tiempos relativamente rápidos, en entornos hostiles.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un aparato que permitan al operador de una planta que comprende un entorno hostil o adverso que no es de fácil acceso, tener una vista relativamente completa de dicha planta.

10

Aún otro objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento y un aparato para recuperar una reconstrucción en tiempo real de dicha planta, para identificar y evaluar el alcance de los defectos y el desgaste.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un procedimiento y un aparato para permitir que el operador de una planta, que tiene un entorno hostil o adverso que no es fácilmente accesible, inspeccione la estructura y el contenido de dicha planta industrial sin interferir en el programa de producción de la misma.

15

Aún otro objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento y un aparato para inspeccionar hornos de arco eléctrico de alta temperatura para la producción de acero, que requieren intervenciones de mantenimiento entre cada operación sin afectar a la productividad del horno.

20

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un procedimiento y un aparato para mejorar la seguridad y el mantenimiento de hornos industriales.

Otros objetivos de la invención serán evidentes para las personas expertas en el campo, o se especificarán en la descripción detallada de la invención.

Resumen de la invención

La idea basándose en la invención es posicionar, en el espacio sometido a inspección, un dispositivo compuesto por una pluralidad de sensores dispuestos para revelar datos de áreas predeterminadas del aparato inspeccionado, para producir una imagen esférica o reconstrucción estructurada 3D que pueda ser vista en tiempo real o en diferido en una pantalla, un HMD (*Head Mounted Display* (visualizador montado sobre la cabeza)), un casco VR, o cualquier dispositivo de salida de vídeo y/o que pueda estudiarse durante un tiempo más prolongado (con respecto al tiempo de detección) también en un momento posterior, según se desee, después de que se hayan recopilado las imágenes o los datos.

30

Un aspecto adicional de la idea general indicada anteriormente es usar una pluralidad de sensores concebidos para producir una visión esférica completa del lado interno de dichas plantas o equipos y memorizar las imágenes recogidas en diversos momentos, para permitir al operador del equipo evaluar los cambios que ocurren con el tiempo en dicho equipo y, en consecuencia, tomar decisiones apropiadas y sólidas para efectuar reparaciones periódicas graduales, si es necesario, o detener la planta para intervenciones de reparación importantes.

40

En un aspecto de la invención, los datos se graban electrónicamente para compararlos con nuevas imágenes con tiempo, para revelar cambios en el equipo con el fin de modificar la programación de las intervenciones de mantenimiento o reparación del equipo. Esta comparación puede realizarse por un ser humano entrenado o por un algoritmo diseñado para funcionar en combinación con los datos suministrados por el dispositivo para detectar anomalías automáticamente.

45

Una idea de la invención es proporcionar un procedimiento para inspeccionar espacios ambientales "hostiles" o "adversos" con medios de posicionamiento, en dicho espacio, de un dispositivo que comprende una pluralidad de sensores dispuestos en una agrupación tridimensional, en el que cada sensor tiene una orientación diferente en dicho espacio.

50

En estas realizaciones, el sensor está dotado de óptica para grabaciones de vídeo.

55

Los sensores están orientados y cooperan para formar una imagen esférica omnidireccional que cubre simultáneamente más del 80 % aproximadamente de 4π estereorradianes. Los datos producidos revelados por los sensores y/o cámaras de vídeo se procesan con hardware y/o software adecuado a bordo o de manera externa

utilizando técnicas de procesamiento de imágenes, que permiten reconstruir una imagen digital esférica. Esta imagen digital esférica simultáneamente cubre al menos más del 60 % de 4π estereorradianes, y está disponible para el operador, que puede seleccionar y visualizar, utilizando los medios apropiados (que comprenden, pero no exclusivamente, un joystick, ratón de PC o teléfonos inteligentes, tabletas, visores de realidad virtual), teniendo una 5 o más porciones esféricas las dimensiones y la orientación deseadas, directamente (es decir, mientras el dispositivo está dentro del entorno hostil) o en un momento posterior (es decir, visualizando las imágenes recogidas por el dispositivo después de esto, fuera del entorno hostil).

Una idea de la invención es proporcionar un aparato para inspeccionar espacios ambientales hostiles o adversos 10 que comprende un dispositivo que comprende una pluralidad de sensores dispuestos en una agrupación tridimensional, en la que cada sensor tiene una orientación diferente para formar una imagen esférica omnidireccional que cubre simultáneamente más del 80 % de aproximadamente 4π estereorradianes; el aparato también comprende medios de soporte adecuados para posicionar dicho dispositivo dentro de dicho espacio y una 15 de procesamiento de datos local (en la parte del aparato que se introduce en el espacio a detectar) o unidad de procesamiento de datos remota (en una parte del aparato que permanece fuera del espacio a detectar); el aparato también comprende un dispositivo de transmisión para reproducir los datos revelados por los sensores a un dispositivo de visualización situado fuera de dicho espacio.

Según la invención, la imagen esférica omnidireccional se produce por sensores que operan, alternativamente o en 20 combinación, con luz visible, radiación infrarroja, luz ultravioleta o termografía.

La invención también comprende la manipulación de los datos revelados por el sensor para reconstruir una imagen esférica o tridimensional del espacio hostil.

25 En una realización particular, los sensores pueden ser sustituidos por cámaras fotográficas o de vídeo autónomas comerciales.

Breve descripción de los dibujos

30 - la figura 1 es un diagrama de proceso esquemático que ilustra una realización de la invención en la que el dispositivo se introduce en un horno de arco eléctrico para la producción de acero por medio de una varilla controlada por posición;
- la figura 2 es un diagrama de proceso esquemático de otra realización del dispositivo usado en la invención para producir una imagen esférica omnidireccional del interior de un horno de arco eléctrico por 35 medio de un brazo robótico que sostiene e introduce el dispositivo, que produce la imagen, dentro del horno;
- las figuras 3 y 4 son vistas en perspectiva esquemáticas de parte del aparato según la invención, que ilustran la carcasa protectora de los sensores, en detalle;
- la figura 5 es una vista esquemática de una realización del aparato de la invención;
40 - la figura 6 es un diagrama esquemático que muestra sensores de base 70 que se pueden disponer para producir una diversidad de configuraciones;
- la figura 7 es un diagrama esquemático que ilustra la imagen que muestra una fase de inspección operativa de los datos recogidos por el aparato de las figuras anteriores.

45 Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

La invención se describe en lo sucesivo en el presente documento en primer lugar en sus características generales y a continuación con referencia al ejemplo de las figuras adjuntas.

50 El aparato de inspección de un entorno hostil, según la invención, comprende:

- un dispositivo sensorizado 26 que comprende a su vez una pluralidad de sensores de imagen 42, 44, 46, 48 posicionados con diferentes orientaciones entre sí, a fin de detectar datos de imagen contemporáneos de al menos el 60 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil,
55 - un soporte 30 destinado a soportar dicho dispositivo en dicho entorno hostil,
- medios de procesamiento de dichos datos de imagen para generar una imagen esférica y/o tridimensional en base a dichos datos de imagen,
- un dispositivo de visualización remota con respecto a dicho dispositivo sensorizado 26, destinado a posicionarse fuera del entorno hostil y en comunicación con al menos los medios de procesamiento de los

datos de imagen.

Según una característica opcional y ventajosa del aparato según la invención, el dispositivo 26 comprende una carcasa protectora 52, dentro de la cual se alojan dichos sensores de imagen 42, 44, 46, 48.

5

Según una característica opcional y ventajosa del aparato según la invención, la carcasa protectora comprende un cuerpo metálico, preferiblemente hecho de acero, cristales transparentes aplicados a dicho cuerpo, preferiblemente cristales de cuarzo 56, 58, y está conectado operativamente a una unidad de refrigeración destinada a enfriar dicha carcasa con un fluido refrigerante, preferentemente nitrógeno o aire comprimido seco.

10

Según una característica opcional y ventajosa, el aparato según la invención comprende medios de posicionamiento estables, destinados a posicionar el dispositivo sensorizado 26 en una posición predeterminada y fija de dicho entorno.

15 Según una característica opcional y ventajosa, los sensores 42, 44, 46, 48 que forman la imagen se seleccionan del grupo de sensores

- sensibles a la porción visible del espectro de luz
- sensibles a la porción infrarroja del espectro de luz
- 20 - sensibles a la porción ultravioleta del espectro de luz
- termográficos, sensibles al calor
- sensibles a los rayos X.

Según una característica opcional y ventajosa, los sensores de imagen 42, 44, 46, 48 se posicionan para detectar 25 datos de imagen contemporáneos de al menos el 90 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil.

Según una característica opcional y ventajosa, los datos de imagen comprenden una película de vídeo y/o imágenes estáticas.

30 El procedimiento de la invención para inspeccionar un entorno hostil, según la invención, comprende las siguientes etapas:

- a. detectar, por medio de sensores 42, 44, 46, 48, datos de imagen contemporáneos de al menos el 60 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil;
- 35 b. transmitir dichos datos de imagen fuera de dicho entorno hostil;
- c. volver a procesar dichos datos de imagen para reconstruir una imagen esférica y/o tridimensional basándose en dichos datos de imagen.

Según una característica opcional y ventajosa, la etapa a. comprende la fase de introducción de un dispositivo 40 sensorizado 26 para adquirir datos de imagen en una posición predeterminada en dicho entorno hostil, para detectar datos de imagen comparables con el tiempo.

Según una característica opcional y ventajosa, la etapa a. comprende la fase de detección de datos de imagen contemporáneos de al menos el 90 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil. Según una característica 45 opcional y ventajosa, la etapa a. comprende la fase de detección de datos de imagen usando sensores sensibles al menos a uno de los siguientes:

- la porción visible del espectro de luz
- la porción infrarroja del espectro de luz
- 50 - la porción ultravioleta del espectro de luz
- termográficos, sensibles al calor
- sensibles a los rayos X.

Según una característica opcional y ventajosa, dichos datos de imagen comprenden películas de vídeo y/o imágenes 55 estáticas.

Según una característica opcional y ventajosa, el procedimiento comprende la etapa de comparar datos de imagen relacionados con la misma área del entorno hostil tomados en diferentes momentos.

Con respecto ahora al ejemplo y con referencia específica a las figuras, en éstas (de 1 a 5), los elementos que son comunes en las tres figuras se indican con los mismos números para facilitar la referencia.

5 Un entorno hostil a monitorizar, es decir, un entorno con características de temperatura y/o contaminantes atmosféricos nocivos o peligrosos para los seres humanos, a los que se hace referencia no limitativa en esta descripción, es un horno eléctrico para producción de acero.

10 Otros ejemplos de estas plantas con un entorno hostil son hornos de calentamiento de gas, hornos de coque, hornos de fusión de vidrio, pilas de gas caliente, plantas nucleares, edificios o habitaciones en llamas, hornos de recalentamiento, áreas confinadas con un posible ambiente tóxico, etc.

15 En todos estos casos, debido al entorno hostil, la planta no está fácilmente disponible para el acceso humano directo, que, sin embargo, es necesario para realizar una inspección visual para detectar el estado y/o un cambio en los componentes, para mantenimiento y/o con fines de reparación, y similares.

En otros casos, el entorno se define como "hostil" cuando se requiere que una persona realice una inspección visual a cierta altura del suelo, a una altura superior a cinco metros (por ejemplo, grúas aéreas y similares).

20 Aunque la descripción de la invención se efectúa como se aplica a un horno de arco eléctrico para la producción de acero, es evidente que la invención también puede adaptarse a otras aplicaciones, si se aplica a un horno industrial diferente o a un espacio ambiental hostil.

25 Con referencia a las figuras 1 y 2, el número 10 generalmente indica un horno de arco eléctrico para la producción de acero, que comprende una porción inferior que forma el lecho de fusión 12, que está recubierto con materiales refractarios 14 resistentes al estrés mecánico y las altas temperaturas del acero fundido; una sección central que forma las paredes laterales del horno, compuesta típicamente por paneles metálicos refrigerados por agua 16 y una tapa superior 18, también compuesta típicamente por paneles enfriados por agua.

30 La tapa del horno 18 está dotada de una o más aberturas 20 para la introducción de electrodos, la salida de gases y para cargar materiales que contienen hierro metálico tales como DRI (*Direct Reduced Iron* (hierro reducido directo)) y chatarra (no mostrados para simplificar el dibujo).

35 Normalmente se posiciona una plataforma de trabajo 24 cerca de una abertura lateral 22 utilizada para la adición de productos de fusión y otros materiales y también para el control cuando se opera.

El horno de arco eléctrico 10 funciona en bloque.

40 El horno está cargado con chatarra, gránulos de hierro reducido (DRI) o mezclas de los mismos y, la carga se funde; la temperatura dentro del horno es superior a 1.000 °C. Al final de cada colada, el acero se vierte en un cucharón para el posterior proceso de refinado y fusión, y el interior del horno debe inspeccionarse para reparar cualquier daño en el revestimiento refractario o en las paredes con paneles antes de cargar el horno para la posterior colada.

45 La productividad del horno depende en gran medida del tiempo permitido para las operaciones de inspección y reparación efectuadas entre cada colada.

La práctica actual es que un operador inspeccione visualmente el interior del horno a través de la abertura de trabajo 22, sin poder ver directamente toda la superficie interna del horno, haciendo que la inspección sea inadecuada y limitada debido tanto al corto tiempo como al ángulo de visión que el operador tiene desde fuera del horno.

50 Debe recordarse que existen diversas propuestas en la técnica anterior para instalar cámaras fotográficas o de vídeo en una posición fija en las paredes del horno; sin embargo, estas cámaras no proporcionan una solución satisfactoria para el operador ya que las cámaras se deterioran debido a su exposición a la radiación de calor, incluso si cuentan con protección de enfriamiento.

55 Si las cámaras son fijas, por otro lado, solo proporcionan una imagen del área que se puede enfocar desde esa posición y si las cámaras cuentan con un movimiento controlado a distancia para cubrir un área más amplia del interior del horno, los controles y los actuadores electromecánicos también se deterioran debido a las altas temperaturas y los gases polvorientos calientes presentes dentro del horno.

La presente invención proporciona una solución eficiente y de bajo coste para la necesidad insatisfecha de un control fiable y rápido del horno.

5 Por consiguiente, la invención comprende un dispositivo 26 que comprende una pluralidad de sensores, adecuados para introducirse en el horno durante un periodo de tiempo relativamente limitado, preferiblemente del orden de aproximadamente 30 segundos, solo para permitir que dichos sensores recopilen secuencias de datos de las porciones del interior del horno según la orientación particular de dichos sensores.

10 Como se muestra esquemáticamente en el diagrama de la figura 1, el dispositivo de formación de imágenes 26 puede posicionarse dentro del horno 10 a través de la abertura de trabajo del horno 22 por medio de un carro móvil 28, que se puede mover manualmente o mediante un programa controlador automático, y una varilla 30 que tiene una longitud adecuada para introducir el dispositivo 26 en una posición predeterminada.

15 El carro 28 puede estar dotado de un regulador de posición 32 para extender o retirar el brazo 30 y/o para posicionar el dispositivo 26 en dicha posición predeterminada (o posición de referencia).

20 Establecer una posición predeterminada (o posición de referencia) para el dispositivo 26 dentro del horno 10 garantiza que las imágenes del interior del horno puedan ser comparadas (ya sea por el operador o automáticamente por el sistema), permitiendo así que el operador detecte cambios que requieren intervenciones inmediatas o mantenimiento programado.

Para este fin, el aparato de la invención comprende medios de posicionamiento estables, para posicionar siempre el dispositivo en la misma posición del espacio.

25 Los sensores de imagen están dispuestos para detectar datos esféricos (imágenes y posiblemente datos 3D del entorno) de forma coordinada, simbolizados por las líneas discontinuas que indican el ángulo visual de los sensores de imagen, para que los datos reproducidos por los sensores cubran simultáneamente más del 60 %, preferiblemente al menos el 90 %, de 4π estereorradianes de la vista esférica del aparato.

30 Con referencia a la figura 2, el dispositivo de formación de imágenes 26 también puede introducirse en el horno 10 a través de otra abertura adecuada 34 que puede ser más conveniente, para evitar interferir con las maniobras operativas efectuadas durante el tiempo entre cada colada, por medio de un brazo robótico programado 36.

35 El dispositivo de control 26 también se puede usar para controlar el estado del material refractario de diversos tipos de equipos en la industria de fabricación de acero, por ejemplo, en horno de arco eléctrico entre piezas fundidas; para ver puntos que necesitan ser reparados; en un control de cucharón caliente para controlar con precisión los ladrillos desde el interior; en un control de alta precisión del estado del material refractario en otros hornos, tales como hornos de recalentamiento.

40 El dispositivo de control 26 se puede usar para evaluar la cantidad de residuo caliente restante en el horno de arco eléctrico después del golpeteo.

45 El nivel de acero fundido residual se puede evaluar mediante inspección visual y la variación porcentual en el acero fundido residual se puede calcular mediante el procesamiento de datos con software utilizando comparaciones diferenciales con la señal de vídeo anterior.

50 Con referencia a las figuras 3 y 4, según una realización ejemplar de la invención, los sensores 40, 42, 44, 46 y 48 están dispuestos en dicho dispositivo 26 para formar un agrupamiento (o grupo), con los sensores individuales orientados a fin de adquirir datos y producir una imagen esférica del interior del horno y posiblemente una reconstrucción esférica o tridimensional del entorno para estimar mediciones y defectos.

55 Los sensores para formar la imagen están soportados en el extremo de una barra o varilla 30, de modo que el dispositivo puede introducirse en el espacio del entorno hostil y extraerse para continuar el funcionamiento del equipo o planta que se inspecciona.

Los sensores que forman la imagen se pueden seleccionar para funcionar en la porción visible del espectro de radiación y/o en radiación infrarroja o ultravioleta y/o para crear un termógrafo, entre otras alternativas.

El grupo de sensores de formación de imágenes está protegido en una carcasa de acero 52 (por ejemplo, una caja

de acero) siempre con gruesos cristales de cuarzo 56 y 58 (solo se muestran dos con fines de simplicidad) y se enfría con nitrógeno o aire a presión seco.

5 Cada sensor tiene preferiblemente una orientación diferente en el espacio, y la geometría de las disposiciones es de tal forma que todo el entorno esférico circundante está cubierto, acercándose a la cobertura de un ángulo sólido de 4π estereorradianes (sr).

Este amplio ángulo visual se obtiene ventajosamente sin el uso de ninguna parte móvil.

10 En una realización, los sensores detectan un vídeo esférico ("4 π SR-vídeo").

En otra realización de la invención, los sensores detectan imágenes estáticas (fotografías, termógrafos) de la misma porción de espacio.

15 Después, el dispositivo 26 se retira del horno 10, que continúa su funcionamiento normal, sin ninguna interrupción más y, en consecuencia, la productividad del horno se mantiene o se mejora.

20 Según un aspecto de la invención, el "4 π SR-vídeo" y/o las imágenes estáticas están disponibles de inmediato para el equipo de mantenimiento y pueden mostrarse repetidamente, creando, por ejemplo, una secuencia ininterrumpida de "4 π SR-vídeo" correspondiente, por ejemplo, a diferentes momentos de detección; dicho "4 π SR-vídeo" y/o imágenes estáticas también pueden manipularse para producir imágenes en pantallas de la sala de control del horno, o para dispositivos inalámbricos tales como tabletas o teléfonos inteligentes que usan la tecnología inalámbrica de comunicación conocida en el estado de la técnica.

25 En principio, el número de sensores del dispositivo de la invención es ilimitado, sin embargo, considerando las dimensiones reales de la tecnología disponible y la velocidad de cálculo del software para la señal de vídeo, la cantidad de sensores varía preferiblemente entre cinco y siete.

30 En el caso de cinco sensores (como en el ejemplo de la figura 3) y en el caso de una caja sustancialmente cúbica 52, se disponen en todos los lados del cubo, excepto uno, es decir, el conectado a la varilla 30.

Como la tecnología, la potencia de miniaturización y procesamiento aumentan, sin embargo, teóricamente pueden utilizarse más sensores.

35 En otro aspecto de la invención, con referencia a la figura 5, hay ocho sensores de imagen dispuestos radialmente en forma de octágono, uno por lado.

Los sensores 60 preferiblemente están orientados radialmente en una tarjeta de procesamiento 64.

40 Las señales que forman las imágenes adquiridas por los sensores de imagen 60 se transmiten a una unidad de procesamiento de imagen 66 y desde allí las imágenes se pueden enviar a través de un cable 68, o usando la tecnología inalámbrica, a una pantalla de ordenador, una pantalla de vídeo o un visor personal.

45 Con referencia a la figura 6, esto muestra una realización del dispositivo en el que una pluralidad de sensores está orientada radialmente gracias a la orientación radial de una pluralidad de módulos 70, cada uno de los cuales comprende un sensor y una tarjeta de procesamiento de imágenes.

50 De esta manera, el dispositivo de formación de imágenes 26 puede construirse modularmente para una cobertura de 360 grados o una vista esférica 4π .

55 Con referencia a la figura 7, en otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de visualización personal 72 que puede proyectar imágenes panorámicas o en 3D de manera que el operador puede ver el vídeo usando un dispositivo 3D, por ejemplo, del tipo ocular o que se puede usar como gafas, para la inspección y/o el funcionamiento del horno desde el ambiente confortable de una sala de control. Por lo tanto, el efecto es como si el operador estuviera en realidad dentro del horno por el tiempo que desee, pero siempre en los mismos 30 segundos, como si el tiempo se hubiera detenido para que lleve a cabo sus tareas de control.

Usando el dispositivo de tipo ocular, el operador puede mirar a su alrededor y ver todo el espacio interior del horno de su interior, que está preferiblemente reconstruido como un entorno tridimensional esférico o virtual basándose en

los datos revelados por los sensores.

Por lo tanto, el operador puede parar en un lugar particular y puede desarrollar y ampliar cualquier área que necesite ser analizada en detalle.

5

Gracias a los sensores que producen datos múltiples en el dispositivo 26, el nivel de detalle y la claridad de la señal de vídeo pueden ser extremadamente altos.

Los mismos efectos para el operador también pueden proporcionarse reproduciendo las imágenes, capturadas por el dispositivo de formación de imágenes 26 en una o más pantallas 74 y 76, que pueden formar parte del sistema de control de procesos de una planta industrial, por ejemplo, un horno o puente-grúa.

10

El operador puede observar las imágenes transmitidas por el dispositivo de formación de imágenes 26 y realizar acciones a través del sistema de control de las plantas industriales o de los equipos por medio de una interfaz de operación 78.

15

Un ordenador o un procesador de imágenes y medios de manipulación 80 pueden distribuir las imágenes recibidas a través de un cable 82 a la pantalla deseada y/o dispositivo de visualización personal 72.

En otro aspecto de la invención, se proporcionan medios de grabación para mantener un registro de los vídeos consecutivos.

20

Después, estos vídeos pueden superponerse para compararlos en el tiempo.

El sistema puede aprender por experiencia y cualquier cambio importante revelado durante las comparaciones de vídeo efectuadas por el software, por ejemplo, cambios importantes de color que aparecen para áreas pequeñas o grandes, se comunican inmediatamente al operador como un área de riesgo potencial.

25

Se convocará al operador a ese punto particular, para analizar si el cambio revelado en la señal de vídeo está relacionado con un problema de mantenimiento o cualquier otro problema particular.

30

Los vídeos también pueden mantenerse en una base de datos histórica para análisis futuros, si es necesario.

La invención se puede aplicar y usar para múltiples propósitos en diferentes áreas de una planta siderúrgica, por ejemplo: detección de fugas de agua; detección de desgaste refractario; evaluación de residuos calientes; detección de desviaciones operativas; soporte de ajuste del quemador; mantenimiento de los materiales refractarios; sistemas de alarma y supervisión, y similares.

35

La invención también se puede aplicar y usar para controlar el estado de cualquier aparato mecánico que puede ser difícil de ver a una distancia cercana, por ejemplo, hornos inferiores giratorios en caliente y hornos móviles, particularmente para controlar el estado del equipamiento mecánico.

40

La invención también se puede aplicar y usar para ajuste de paquetes de productos químicos, por ejemplo, para ver las llamas de los quemadores a una distancia cercana, para verificar si la combustión se está realizando correctamente o si los caudales han de ajustarse.

45

Un control visual usando la invención también permite detectar si la boquilla de un quemador se ha dañado, ya que la llama sería diferente de los estándares de referencia.

Los flujos de oxígeno supersónico se pueden ver de cerca para ver si los gases envolventes necesitan regularse para mejorar la coherencia del chorro.

50

Incluso actualmente, los trabajadores siderúrgicos ejercen diversas funciones de supervisión permaneciendo en áreas de alta temperatura y peligrosas utilizando ropa protectora, pero igualmente expuestos a un riesgo potencial. La invención se puede instalar en estos lugares y el supervisor puede tener la misma vista amplia del funcionamiento, mediante la proyección de las imágenes o vídeos en una pantalla o usando gafas 3D, por ejemplo, desde un área remota, evitando así por completo las áreas de riesgo.

55

Se pueden instalar numerosos dispositivos de formación de imágenes, situados en puntos predeterminados, en toda

la planta industrial y, ventajosamente, el mismo operador puede pasar virtualmente de un lugar a otro sin moverse de su asiento.

La presente invención se ha descrito con referencia a algunas realizaciones preferidas, pero los expertos en el campo serán capaces de contemplar otras variantes y modificaciones que se consideran incluidas dentro del contexto de la invención, cuyo alcance debe ser determinado por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la inspección de un entorno hostil o adverso que comprende:
 - 5 - un dispositivo sensorizado (26) que comprende a su vez una pluralidad de sensores de imagen (42, 44, 46, 48) posicionados con diferentes orientaciones entre sí, para detectar datos de imagen o una pluralidad de imágenes de vídeo en secuencia de dicho entorno hostil o adverso,
 - un soporte (30) destinado a soportar dicho dispositivo en dicho entorno hostil o adverso,
 - 10 - medios de procesamiento de dichos datos de imagen para generar una imagen esférica y/o tridimensional o una pluralidad de imágenes de vídeo en secuencia en base a dichos datos de imagen,
 - un dispositivo de visualización remota con respecto a dicho dispositivo sensorizado (26), destinado a posicionarse fuera del entorno hostil o adverso y en comunicación, con al menos los medios de procesamiento de los datos de imagen,
 - 15 caracterizado porque dicho aparato está destinado a dicho entorno hostil o adverso que tiene características de temperatura y/o contaminantes atmosféricos nocivos o peligrosos para los seres humanos como un horno de alta temperatura, y porque dicha pluralidad de sensores que tienen diferentes orientaciones entre sí son sensores que detectan datos de imagen contemporáneos de al menos el 60 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil o adverso, dichos sensores de imagen (42, 44, 46, 48) están alojados en una carcasa protectora (52), comprendiendo
 - 20 además dicho aparato medios de posicionamiento estables, destinados a posicionar el dispositivo sensorizado (26) siempre en una misma posición predeterminada de dicho entorno hostil o adverso durante inspecciones posteriores.
2. El aparato según la reivindicación anterior, en el que dicha cubierta protectora comprende un cuerpo de metal, preferiblemente hecho de acero, cristales transparentes aplicados a dicho cuerpo, preferiblemente cristales de cuarzo (56, 58), y está conectado operativamente a una unidad de refrigeración destinada a enfriar dicha carcasa con un fluido refrigerante, preferiblemente nitrógeno o aire comprimido seco.
- 25 3. El aparato según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos sensores (42, 44, 46, 48) que forman la imagen o una pluralidad de imágenes en secuencia (vídeo) se seleccionan del grupo de sensores
 - 30 - sensibles a la porción visible del espectro de luz
 - sensibles a la porción infrarroja del espectro de luz
 - sensibles a la porción ultravioleta del espectro de luz
 - 35 - termográficos, sensibles al calor
 - sensibles a los rayos X.
4. El aparato según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos sensores de imagen (42, 44, 46, 48) están posicionados para detectar datos de imagen contemporáneos de al menos el 90 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil.
- 40 5. El aparato según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos datos de imagen comprenden una película de vídeo y/o imágenes estáticas.
6. El aparato según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que cada sensor de dicho
- 45 dispositivo está alojado en un cuerpo específico.
7. Un procedimiento para inspeccionar un entorno hostil o adverso como un horno de alta temperatura, que comprende las siguientes etapas
 - 50 a. detectar mediante sensores (42, 44, 46, 48) datos de imagen de dicho entorno hostil o adverso, sin el uso de ninguna parte móvil durante la adquisición de datos de imagen,
 - b. transmitir dichos datos de imagen fuera de dicho entorno hostil o adverso,
 - c. volver a procesar dichos datos de imagen para reconstruir una imagen,
 - 55 caracterizado porque dicho procedimiento se implementa para la inspección de un entorno hostil o adverso que tiene características de temperatura y/o contaminantes atmosféricos nocivos o peligrosos para los seres humanos, y porque la fase de detección usando sensores se efectúa por medio de sensores (42, 44, 46, 48) que detectan datos de imagen contemporáneos de al menos el 60 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil o adverso creando una imagen esférica y/o tridimensional o una pluralidad de imágenes de vídeo en secuencia en base a dichos datos

de imagen, estando dichos sensores de imagen (42, 44, 46, 48) alojados en una carcasa protectora (52), en el que dicha etapa a. comprende la etapa de introducción de un dispositivo sensorizado (26) para adquirir datos de imagen en una posición predeterminada en dicho entorno hostil o adverso, para detectar datos de imagen o una pluralidad de imágenes de vídeo en secuencia comparables con otros conjuntos de datos de imagen adquiridos en un momento diferente, para reconocer diferencias de patrones, que indican que existen posibles situaciones peligrosas.

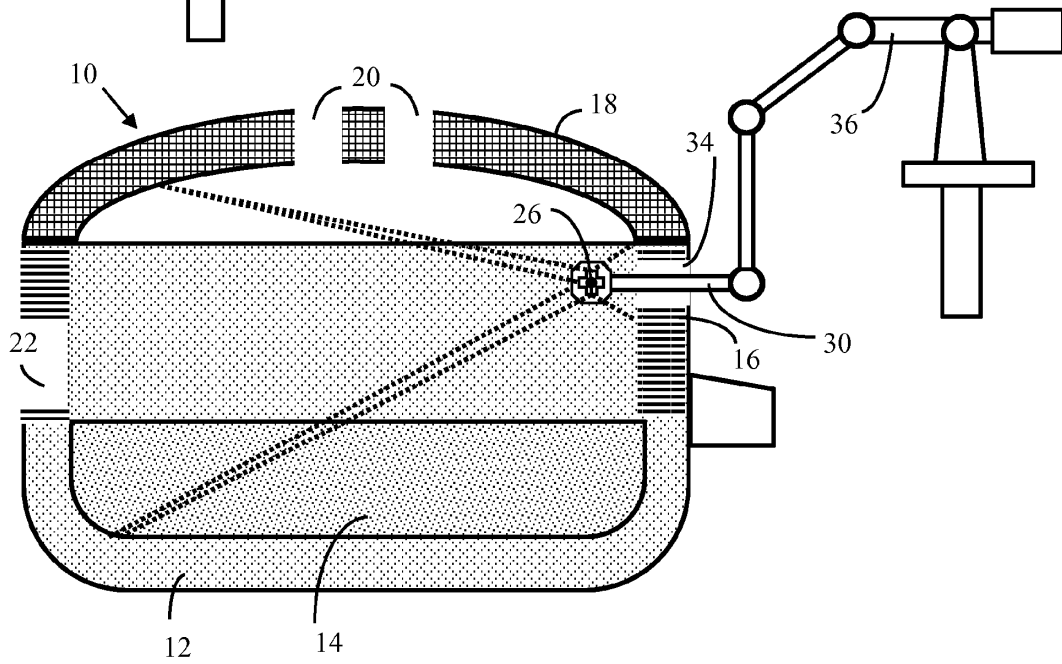
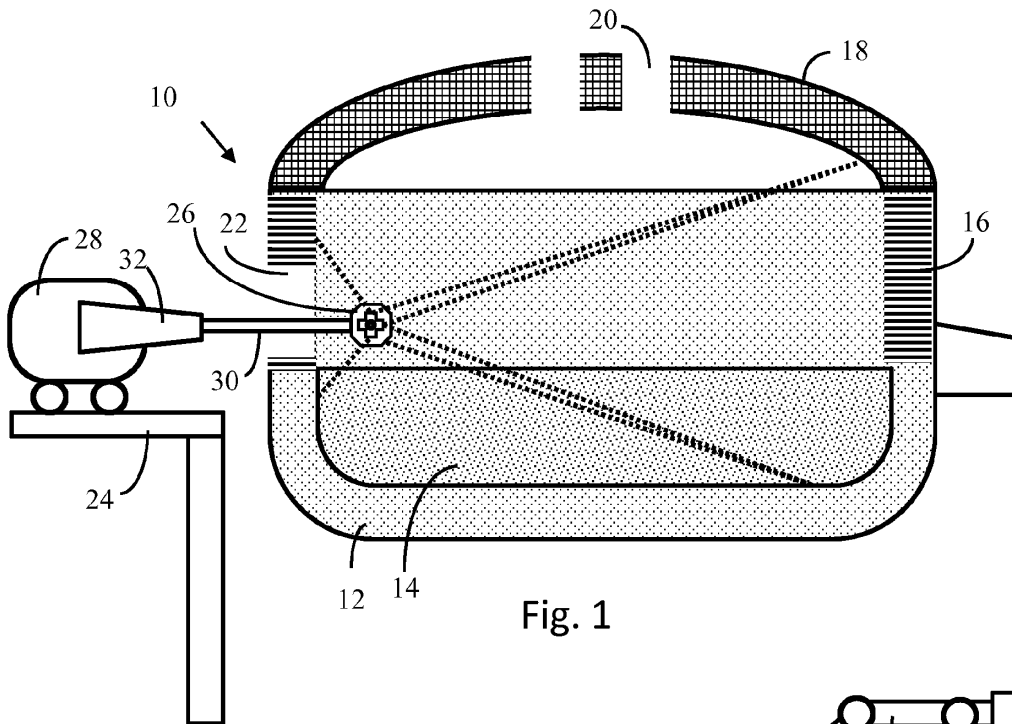
8. El procedimiento según la reivindicación 7, en el que dicha etapa a. comprende la etapa de detección de datos de imagen de al menos el 90 % de 4π estereorradianes de dicho entorno hostil.

10 9. El procedimiento según la reivindicación 7 u 8, en el que dicha etapa a. comprende la etapa de detección de datos de imagen utilizando sensores sensibles al menos a uno de los siguientes

- la porción visible del espectro de luz
- la porción infrarroja del espectro de luz
- 15 - la porción ultravioleta del espectro de luz
- termográficos, sensibles al calor
- sensibles a los rayos X.

10. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones 7 a 9, en el que dichos datos de imagen
20 comprenden películas de vídeo o imágenes estáticas.

11. El procedimiento según una o más de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende la etapa de comparar datos de imagen relacionados con la misma área del entorno hostil tomados en diferentes momentos.



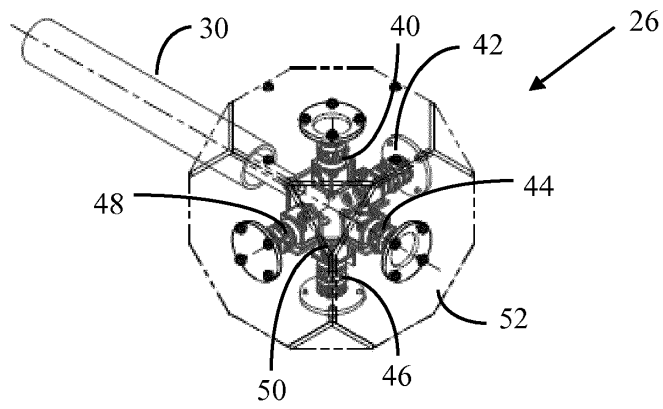


Fig. 3

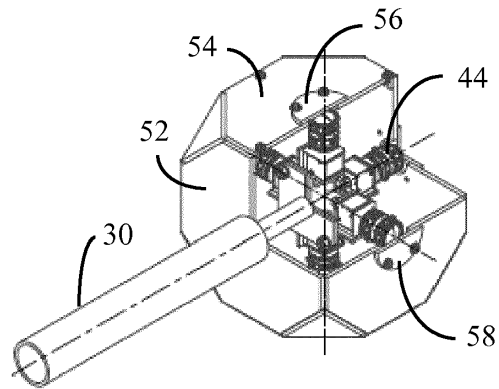


Fig. 4

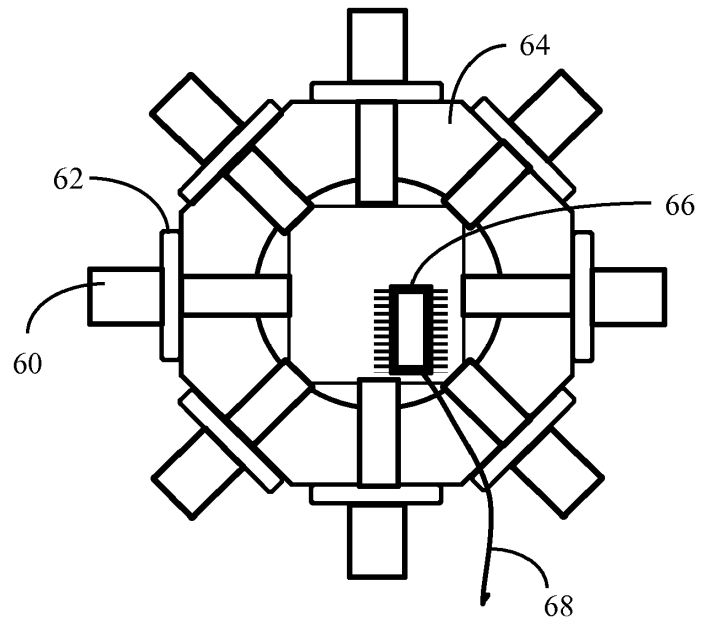


Fig. 5

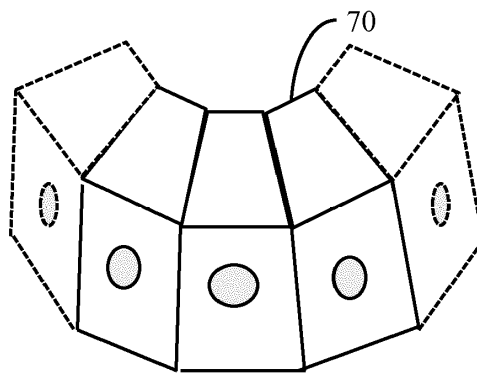


Fig. 6

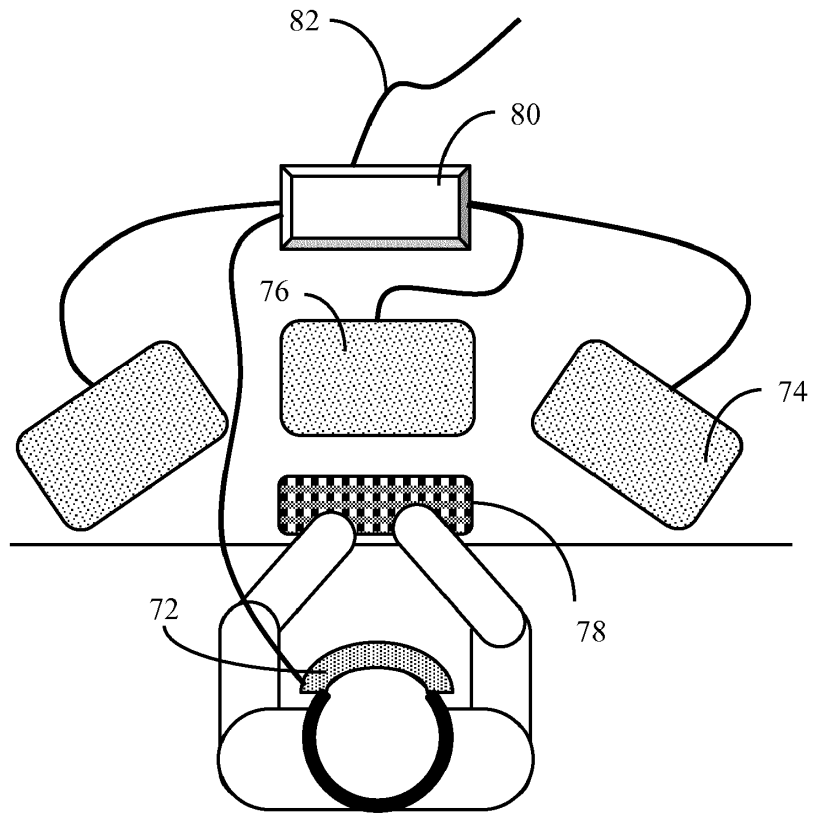


Fig. 7