

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 502**

51 Int. Cl.:

**G01B 11/06** (2006.01)

**G01B 11/24** (2006.01)

**G01V 8/12** (2006.01)

**G01N 21/94** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2008 E 08864168 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2232242**

54 Título: **Sistema de monitoreo para la adquisición del grosor de la capa de polvo sobre una superficie**

30 Prioridad:

**20.12.2007 GB 0724779**

**22.08.2008 GB 0815366**

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

**11.05.2016**

73 Titular/es:

**VANGUARD SENSOR TECHNOLOGY LIMITED  
(100.0%)**

**Global House Geddings Road  
Hoddesdon, Hertfordshire EN11 0NT, GB**

72 Inventor/es:

**JONES, NIGEL y  
ASHBY, RON**

74 Agente/Representante:

**LAZCANO GAINZA, Jesús**

**ES 2 569 502 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**

Sistema de monitoreo para la adquisición del grosor de la capa de polvo sobre una superficie

5 Esta invención se refiere a aparatos para monitorear la cantidad de polvo sobre una superficie. Los aparatos pueden usarse en sistemas de ventilación.

10 Los conductos de ventilación en edificios se usan para promover el flujo de aire dentro del edificio y eliminar los gases de desecho. La limpieza de los conductos es necesaria para prevenir el exceso de acumulación de sustancias tales como grasa y polvo dentro de los conductos. Convencionalmente, los conductos de ventilación se limpian en intervalos regulares, por ejemplo, 3 meses, 6 meses o anualmente, en dependencia de las sustancias que se depositarán en sus paredes y cuan intensamente se usan los conductos.

15 Dado que la limpieza puede ser costosa y consumidora de tiempo a menudo es deseable monitorear la acumulación de suciedad dentro de los conductos para no realizar la limpieza innecesariamente. Para determinar si se limpia un conducto o no, típicamente, se toman imágenes o videos del interior del conducto o del desmontaje parcial y se lleva a cabo la inspección visual y/o medición. Las imágenes pueden usarse para determinar si el conducto necesita limpiarse.

20 Como se puede apreciar esto es un proceso que lleva tiempo y por lo tanto es deseable tener una forma más eficiente de determinar cuándo limpiar un conducto.

25 El documento JP-10-170438 describe un dispositivo para detectar el polvo en un conducto de aire acondicionado al posicionar una placa de acumulación de polvo en el conducto y medir la transmisión de luz a través de la placa, o su reflejo de la luz.

El documento WO-2007/093374-A1 describe un sistema de medición para determinar el grosor de un depósito que se acumula en el interior de una pared del contenedor al medir la luz reflejada o dispersada por el depósito que usa una unidad que emite luz y una unidad de detección integrada en la pared del contenedor.

30 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un detector como se reivindica en la reivindicación 1.

35 El primer aspecto de la invención puede incluir cualquiera de las características opcionales definidas en las reivindicaciones dependientes de la 2 a la 8.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un detector como se reivindica en la reivindicación 7.

40 El segundo aspecto de la invención puede incluir cualquiera de las características opcionales definidas en las reivindicaciones dependientes de la 8 a la 10.

45 En resumen, los aspectos de la presente invención se refieren a un sistema de monitoreo diseñado para detectar la profundidad del polvo en una superficie, tal como la profundidad del polvo en un conducto de ventilación, el sistema de monitoreo incluye una fuente de luz y un sensor. La fuente de luz se dispone para transmitir luz a través de una superficie de detección y el sensor está en el otro lado de la superficie de detección. Cuando el polvo se deposita sobre la superficie obstruye la luz y la cantidad de luz que llega al sensor disminuye. Un medio de procesamiento detecta la disminución en la luz y a partir de esto puede calcularse la profundidad de la deposición en la superficie. Preferentemente el sensor comprende una serie CCD, y la sustancia arroja una sombra sobre la serie. El medio de procesamiento puede entonces determinar la profundidad de la sustancia a partir de la posición en la serie del borde de la sombra. Preferentemente el sistema de monitoreo se coloca en un modo de bajo consumo "reposo" entre las operaciones intermitentes para detectar la profundidad de la sustancia. De esta forma, puede funcionar con baterías y se preserva la vida útil de la batería.

55 Otros aspectos y características de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica tras la revisión de la siguiente descripción de las modalidades específicas de la invención junto con las figuras acompañantes, en las cuales:

- La Figura 1 es una vista en planta de un detector de acuerdo con una primera modalidad;
- La Figura 2 es una sección transversal a lo largo de la línea A-A de la Figura 1;
- 60 La Figura 3 es una sección transversal a lo largo de la línea B-B de la Figura 1;
- La Figura 4 ilustra una carcasa para el detector;
- La Figura 5 muestra el procesador conectado al sensor;
- La Figura 6 es una sección transversal, similar a la Figura 3, de parte de un detector de acuerdo con otra modalidad de la invención;
- 65 La Figura 7a muestra un ejemplo de la lectura de la señal a partir de la serie CCD de la modalidad de la Figura 6 en la ausencia de cualquier sustancia depositada; y

La Figura 7b muestra un ejemplo de la señal de lectura a partir de la serie CCD de la modalidad de la Figura 6 en la presencia de alguna sustancia depositada.

5 Las Figuras 1 a la 3 muestran un detector 10 de acuerdo con una modalidad de la presente invención. El detector 10 tiene una placa 12 la cual proporciona una superficie tras la cual el polvo se deposita a medida que viaja a través del conducto. La placa 12 se alinea preferentemente con el conducto en la cual el detector se coloca para que cualquier polvo depositado en la placa sea de la misma profundidad que en la pared del conducto:

10 El detector 10 además incluye una fuente de luz 14 la cual trasmite luz y un sensor 16 que se posiciona recibe la luz emitida por la fuente de luz 14. La fuente de luz 14 y el sensor 16 se sitúan a cada lado de la placa 12 para que cualquier luz emitida por la fuente de luz 14 viaje sobre la superficie de la placa 12 la cual se expone a la atmósfera en el conducto.

15 Para sensar la profundidad del polvo presente en la superficie de la placa 12 la fuente de luz 14 trasmite la luz a través de la placa 12 al sensor 16. El sensor de luz detecta la luz, y transmite una señal que representa la intensidad de la luz recibida a un procesador (mostrado en la Figura 5).

20 El procesador, tras la recepción de la señal, determina si la profundidad del polvo acumulado sobre la placa es lo suficientemente grande para que se limpie el conducto. El procesador puede lograr esto, por ejemplo, al determinar cuándo la intensidad de la luz recibida por el sensor cae por debajo de un nivel umbral. El nivel umbral puede predeterminarse o puede ajustarse automática o manualmente. Por ejemplo, el procesador puede incluir una entrada que le permite a un usuario alterar el nivel umbral. Al permitir la variación en el umbral, puede compensarse por la variación en la cantidad de luz transmitida por una fuente de luz.

25 El nivel umbral puede ser un valor de intensidad o, alternativamente, puede ser un porcentaje de la luz transmitida por la fuente de luz.

30 Alternativamente, el procesador puede comparar la intensidad de la luz transmitida con la luz detectada por el sensor de luz. Esto puede usarse para proporcionar un punto de referencia por la profundidad del polvo presente en la placa.

35 El procesador puede emitir el resultado de la determinación usando cualquier medio adecuado. Por ejemplo, el procesador puede comparar la señal del sensor de referencia con la señal recibida por los otros sensores de luz. La diferencia entonces puede convertirse de una señal analógica a una señal digital usando un convertidor analógico digital. El resultado de la señal digital resultante puede entonces usarse para calcular una lectura escalable en una pantalla. Opcionalmente, la señal digital puede usarse para dar una profundidad aproximada que se lee en micras.

40 El procesador, una vez calculada la profundidad de las sustancia, puede transmitir el resultado a un dispositivo de usuario, tal como una estación de trabajo o teléfono móvil o mostrar el resultado en una interfaz de usuario el mismo detector. Para lograr esto el dispositivo se puede proporcionar con un circuito de teléfono celular el cual transmite un valor digital que representa el nivel de polvo.

Opcionalmente, el teléfono móvil puede configurarse para reenviar cualquier resultado recibido a otros teléfonos móviles o a una o más direcciones de correo electrónico designados para propósitos de análisis.

45 En una segunda modalidad el detector es sustancialmente como se describe anteriormente pero tiene una pluralidad de fuentes de luz y los sensores como se muestra en la Figura 2. La pluralidad de fuentes de luz se sitúan a un lado de la placa y la pluralidad de los sensores se sitúa en el otro como se describe anteriormente. Cada sensor se alinea preferentemente con una de las fuentes en un par sensor-fuente. Las funciones del detector como se describió anteriormente, sin embargo, en lugar de una sola lectura que se usa para determinar si el conducto necesita limpiarse, el procesador calcula un valor promedio para la luz recibida por los sensores y determina si el valor promedio está por encima o por debajo del umbral.

50 Opcionalmente, cualquiera de los detectores descritos anteriormente puede proporcionarse con una fuente de luz de referencia (18 en la Figura 2) y el sensor de luz. La fuente de referencia y el sensor se posicionan por encima de la placa a una gran distancia suficiente como para que la transmisión de luz entre ellos no se obstruya por cualquier acumulación de suciedad en el placa. Esto puede lograrse al incrementar la distancia entre la placa 12 y la fuente de referencia y el sensor al elevar la fuente de referencia y el sensor. Alternativamente, esto puede lograrse al proporcionar una etapa en la placa 12 como se muestra en la Figura 2.

60 Al igual que con las fuentes y los sensores descritos anteriormente, la fuente de luz de referencia 18 transmite luz a través de la placa 12 hacia el sensor de referencia de luz (no mostrado). El sensor determina la intensidad de la luz recibida y transmite una señal de salida al procesador. El medio del procesador puede usar esta medición como una intensidad de luz máxima cuando se determina el umbral. Esto es útil porque la cantidad de luz recibida por los sensores de luz puede reducirse por partículas en el aire, tales como humos, o el polvo, ya sea en el aire o en las ventanas de visualización lo que significa que la cantidad máxima de luz a recibirse por el sensor es menor que la intensidad de la luz transmitida por la fuente de luz.

Preferentemente el detector se proporciona con una carcasa 20 como se ilustra en la Figura 4. La carcasa 20 se proporciona con una pestaña exterior 22 que permite asegurarse a la pared del conducto (no mostrado) para que la placa 12 pueda estar generalmente nivelada con las superficies interiores de la pared del conducto. Las fuentes de luz y los detectores se contienen en porciones 24 que se elevan lentamente en comparación con la placa para permitir que la luz pase sobre la placa 12.

Como se muestra en la Figura 5, el procesador 26 puede colocarse en el detector. Alternativamente el procesador puede colocarse remotamente desde las fuentes de luz y los sensores. En esta disposición los sensores de luz y el procesador puede conectarse físicamente, por ejemplo pueden conectarse por un alambre. Alternativamente, los sensores y el procesador pueden conectarse de forma inalámbrica, con los sensores de luz que transmiten sus lecturas a una antena para transmitir las al procesador. La transmisión al procesador puede, por ejemplo, estar en el dominio de la frecuencia de radio. Como se mencionó previamente, los aparatos pueden tener una antena 28 para permitir la determinación hecha por el procesador 26, sobre la profundidad de la sustancia, para transmitirla de forma inalámbrica a una interfaz de usuario.

Los sensores de luz y las fuentes pueden disponerse para transmitir y detectar luz constantemente. Alternativamente, los sensores de luz y las fuentes pueden activarse remotamente usando cualquier método adecuado. Por ejemplo una señal infrarroja puede usarse para activar el detector.

En otra disposición el detector puede además incluir un temporizador. El detector puede disponerse para provocar que las fuentes de luz y los sensores para encenderse después de un período de tiempo transcurrido. El período de tiempo puede predeterminarse y programarse en el detector o, alternativamente, el período de tiempo puede fijarse por un sistema de control. Esto es ventajoso porque permite que el período entre sensados sea variado, ya que cuando el conducto acaba de ser limpiado no tendrá que ser comprobado por un largo tiempo, pero cuanto más tiempo el conducto esté sin limpiar con más frecuencia se debe comprobar. Preferentemente, el temporizador opera a una corriente muy baja.

El detector puede ser de batería o estar conectado a la corriente.

Preferentemente la luz transmitida es pulsada por las fuentes de luz. Los pulsos pueden tener una frecuencia de aproximadamente 65 kHz. La luz puede ser infrarroja.

En una modalidad adicional, cada par de fuente de luz y sensor puede ser una distancia diferente a partir de la placa. Cada sensor transmite la cantidad de luz que ha detectado a los medios de procesamiento. El procesador puede entonces determinar los sensores que detectan luz a una intensidad por debajo del nivel umbral y los que están detectando la luz por encima del nivel umbral. Esto le permite al medio de procesamiento determinar la profundidad del polvo en la placa.

En aún otra modalidad los sensores se remplazan por un arreglo de sensores. El arreglo de sensores puede ser, por ejemplo un arreglo óptico acoplado a la carga. La serie se divide en segmentos cada uno de los cuales se ilumina por una fuente de luz. Cuando la suciedad se ha acumulado algunos de los segmentos en el arreglo detectarán la luz recibida y otros, por debajo del nivel de la suciedad, detectarán una intensidad de luz mucho más baja. El arreglo, como antes, transmite la salida desde cada sensor a un procesador el cual determina donde hay un cambio de etapa en la señal. El punto del cambio de etapa es el punto en el cual la capa de polvo termina. A partir de este puede determinarse la profundidad del polvo sobre la placa.

El uso de un arreglo permite una determinación más precisa de la profundidad de la acumulación. Se estima que una sensibilidad de salida de  $\pm 7.0$  micras puede lograrse si, por ejemplo, se usa un arreglo de separación de 7.0 micras.

Una modalidad que usa un arreglo de dispositivo acoplado a la carga se describirá continuación en más detalle con referencia a las Figuras 6, 7a y 7b.

En esta modalidad los sensores 16 se remplazan por un único sensor CCD 30, que tiene un arreglo CCD 32 en el cual los píxeles se disponen a diferentes alturas relativas a la superficie 34 sobre la cual puede depositarse el polvo u otra sustancia. Una fuente de luz 14, tal como un diodo de emisión de luz infrarroja, ilumina un punto en el arreglo CCD 32. La fuente de luz 14 se dispone de manera que la parte de la luz se obstruye por la superficie 34 cuando la superficie se limpia, de manera que el material (placa, estante, etc.) que forma la superficie arroja una sombra sobre el arreglo CCD 32. Consecuentemente, la parte del arreglo CCD 32 no se ilumina y proporcionará una pequeña señal de salida. Sin embargo, un nivel alto de salida se proporcionará desde los píxeles CCD que se iluminan. La fuerza de la señal de salida CCD se muestra a la izquierda en la Figura 6, en línea con el arreglo CCD 32. Esto muestra la señal alta regional donde el CCD 32 se ilumina, mientras que el residuo del CCD 32 proporciona una pequeña señal de salida. La señal regional alta tiene un borde abrupto donde la sombra de la superficie 34 cae sobre el arreglo CCD. Cuando se acumule el polvo sobre la superficie 34, la posición de esta sombra se moverá hacia arriba sobre el arreglo CCD 32, y en consecuencia la cantidad del polvo (u otra sustancia) depositado sobre la superficie 34 puede determinarse a partir de la salida CCD al detectar la posición del borde de la sombra proyectada sobre el arreglo CCD 32.

Como un ejemplo, el dispositivo CCD 30 puede ser una línea imaginaria CCD de Hamamatsu Corporation (número de parte S10226), la cual tiene un arreglo de línea CCD 32 que es 0.125 mm en amplitud y tiene 1024 elementos de imagen en un tono de 7.8  $\mu\text{m}$ . Para coincidir con esto, la fuente de luz 14 puede ser un LED de punto Hamamatsu (número de parte L7868-02). Este LED de punto proporciona un haz muy estrecho, permite que la parte requerida del arreglo CCD 32 se ilumine con una alta intensidad. Los dos dispositivos Hamamatsu se emparejan espectralmente entre sí, a 700 nm, lo que permite la fuerza máxima de la señal de salida por el consumo mínimo de energía. Un gran rendimiento en conjunto con los voltajes operativos bajos de los dispositivos los hacen entonces adecuados para el uso en un dispositivo alimentado por batería.

El espacio entre la fuente de luz 14 y el arreglo CCD 32, que contienen la superficie 34, pueden ser de aproximadamente de 10 mm de amplitud. Esto es mucho más amplio que lo necesario para que el dispositivo opere para detectar el grosor de la sustancia depositada sobre la superficie 34. Sin embargo, si el espacio es más estrecho que este se hace difícil limpiar, y es importante en la práctica que la superficie 34 se limpie adecuadamente en el tiempo cuando el polvo o la capa de grasa dentro de los conducto en su conjunto se limpia, o bien el grosor del polvo u otra sustancia depositada en la superficie 34 dejará de ser un sustituto fiable para el grosor del polvo u otra sustancia depositada en el conducto como un conjunto. El haz estrecho del LED de punto Hamamatsu permite cerrar este espacio sin una pérdida excesiva en la intensidad del haz. Para hacer una sombra fina de la superficie 34 en el arreglo CCD 32, el LED 14 se dispone para que el haz se incline muy lentamente hacia la superficie 34 (preferentemente de menos de  $10^\circ$ , más preferentemente menos de  $5^\circ$  y preferentemente al menos de  $1^\circ$ , más preferentemente de aproximadamente  $2.5^\circ$ ). El LED 14 se posiciona para que el haz inclinado interseque los últimos pocos milímetros de la anchura de la superficie 34 (preferentemente no más de un tercio de la anchura de la superficie 34 se ilumina y más preferentemente no más de un cuarto). Esto asegura que una sombra fina de la superficie 34 se haga en el arreglo CCD 32 mientras que asegura que más del ancho del haz alcance el arreglo 32 con el fin de maximizar el intervalo de los grosores de depósito sobre la superficie 34 que puede medirse.

Durante una operación de medición, la fuente de luz LED 14 se enciende brevemente, para exponer el arreglo CCD 32. Luego las señales del arreglo CCD 32 se registran de forma serial, y se analiza la señal de salida. La señal de salida, en la ausencia de cualquier sustancia depositada en la superficie 34, se muestra en la Figura 7a (que es una versión ampliada de la señal de salida CCD mostrada en la Figura 6). La señal obtenida después de que un cierto grosor del polvo se ha depositado en la superficie 34 se muestra en la Figura 7b. Como se puede ver en la Figuras 7a y 7b, la señal de salida CCD está inicialmente en un nivel bajo, que corresponde a los píxeles que están fuera del área del haz de la fuente de luz LED 14. La señal entonces tiene un borde de subida en correspondencia con el borde del haz de luz, seguido por un borde de caída en correspondencia con el borde de la sombra de la superficie 34. Cuando la acumulación de polvo sobre la superficie 34, la posición de este borde de caída cambiará, cuando la acumulación de la sustancia depositada provoque que se mueva el borde de la sombra. Esto se indica por la distancia entre las dos líneas rotas en las Figuras 7a y 7b. Al medir este cambio, puede determinarse la profundidad del polvo depositado en la superficie 34.

La posición inicial de este borde de caída, cuando no hay nada depositado sobre la superficie 34, se almacena en el procesador 26 como una posición de referencia en cero de polvo. Esto puede ser un valor establecido de fábrica, o puede ajustarse durante un proceso de calibración cuando el dispositivo detector se instala inicialmente en la posición, o puede reiniciarse cada vez que se limpie el detector. El cambio, medido en el número de píxeles, del borde de caída de la señal CCD desde esta posición de referencia en cero, permite calcular el grosor del polvo usando la separación de píxeles conocida del arreglo CCD 32.

La señal de salida CCD puede analizarse al comparar la fuerza de la señal con un valor de referencia adecuado, para que el borde de subida de la señal de salida se detecta cuando la fuerza de la señal de salida CCD excede el valor de referencia, y el borde de caída se detecta cuando la fuerza de la señal de salida CCD cae por debajo del valor de referencia. Se anticipa que este método de análisis será adecuado en la mayoría de las circunstancias, a pesar de que la sedimentación del polvo en frente del arreglo CCD 32 y la fuente de luz 14 afectará además la fuerza de la señal, proporciona que se escoja un valor de referencia adecuado. Sin embargo, si el oscurecimiento de la fuente de luz 14 o el arreglo CCD 32, o algún otro factor, provoca problemas para un método de análisis que usa un valor de comparación preestablecido, otras técnicas de procesamiento de señal conocidas pueden usarse para analizar la forma de la señal de salida CCD, para detectar la posición del borde de caída. Por ejemplo, en cada operación individual de lectura de salida el promedio de los diez valores de salida de los píxeles más bajos pueden tomarse como un valor mínimo y el promedio de los tres valores de píxel mayores pueden tomarse como un valor máximo, y un umbral puede establecerse a un valor medio entre eso dos valores para detectar el borde de subida y el borde de caída de la señal de salida CCD.

Como se muestra en la Figuras 7a y 7b, el borde de subida y el borde de caída de la señal de salida CCD no son totalmente verticales. Esto surge por diversos motivos. Por ejemplo, el perfil de la intensidad del haz del LED no es de precisamente una forma de "sombrero de copa" y siempre habrá alguna caída de la fuerza del haz en el borde. Esto afecta el borde de subida de la señal más que del borde de caída, porque la sombra de la superficie 34 significa que el borde de del haz se oscurece y no contribuye al borde de caída de la señal. Sin embargo, cualquier efecto de translucidez y de dispersión de luz de la sustancia depositada sobre la superficie 34 provocará que el borde de caída sea menos abrupto. Adicionalmente, la imagen es un poco borrosa por el efecto de capas de vidrio protector 36 que

recubre la fuente de luz 14 y el dispositivo CCD 30 para protegerlo del polvo. Para minimizar el efecto borroso de las capas de vidrio 36, que deben ser lo más finas posible y son de preferentemente menos de 1 mm de grosor, más preferentemente menos de 0.5 mm de grosor y puede por ejemplo ser de entre 0.2 mm y 0.4 mm de grosor.

5 En esta modalidad, el procesador 26 actúa como un sistema de control para el detector como un conjunto, y controlador de las operaciones de la fuente de luz LED 14 y el dispositivo CCD 30, adicionalmente para procesar la salida CCD y comunicar el resultado a un usuario.

10 Preferentemente, el procesador 26 usa tecnología de bajo consumo energético en la cual los componentes pueden localizarse en un "modo de reposo" para reducir la energía cuando no se usan. Los dispositivos microcontroladores proporcionados por Microchip Technology Inc. pueden ser adecuados para este propósito.

15 Preferentemente, el controlador principal en el procesador 26 es un microcontrolador PIC 18F24K20 de Microchip Technology Inc. Cuando no se requiere ninguna acción del procesador 26, el microcontrolador entra en modo de reposo en el cual todo el circuito consume menos de 2  $\mu$ A. Durante el modo de reposo, un reloj de baja energía 32 kHz se usa para despertar al microcontrolador cada 16 segundos. Al despertar, el microcontrolador realiza operaciones iniciales para determinar si se necesita la operación completa. Si la operación completa se necesita, el sistema procede a despertarse totalmente. De otra forma se vuelve a dormir otros 16 segundos. El sistema puede programarse para que se despierte completamente solo cuando se requiere una medición del grosor de la sustancia acumulada en la superficie 34. Esto podría hacerse por ejemplo una vez por día o una vez por semana. En consecuencia, el sistema está en su modo totalmente despierto durante sólo una pequeña proporción del tiempo total, lo que resulta en el consumo de energía muy reducido.

25 Cuando se requiere una medición, el microcontrolador se despierta totalmente y utiliza un oscilador convencional de 16 MHz a base de cristal. Se despierta el sistema de radio utilizado para la comunicación con un usuario, proporciona energía al dispositivo CCD 30, y luego se convierte en la fuente de luz LED 14 brevemente para exponer el arreglo CCD 32 (todas de estas partes se apagan mientras que el microcontrolador está en modo de reposo). La señal CCD se registra de forma serial y se procesa para obtener los datos de detección de altura. Los datos de detección se transmiten por radio usando una red inalámbrica EmberNet a un controlador GPRS que actúa como un disipador de datos. Siempre y cuando los datos se envíen satisfactoriamente, el microcontrolador apaga los otros componentes del detector y regresa a su modo de reposo.

30 Si el microcontrolador recibe un mensaje de error, que indica que los datos no han alcanzado al controlador GPRS satisfactoriamente, se apagan los otros componentes del detector y regresa al modo de reposo en la misma forma, pero se ajusta para despertarse después de cuatro minutos para intentar enviar los datos de nuevo. De este modo, el procesador 26 intenta enviar los datos cada cuatro minutos hasta que tiene éxito. Ventajosamente, el período requerido entre las operaciones de medición se transmite al procesador 26 por el controlador GPRS, que permite la variación en los intervalos entre ambas mediciones de acuerdo con la altura detectada de la sustancia acumulada sobre la superficie 34 y además de acuerdo con otros factores los cuales pueden no estar disponibles para el microcontrolador en el procesador 26 de que el detector particular, tal como las mediciones del grosor de otros detectores en el mismo sistema o alguna otra exigencia del consumidor.

45 La red inalámbrica EmberNet usa una versión simplificada del protocolo inalámbrico ZigBee, y puede implementarse usando el transcender ETRX2-PA de Telegesis (UK) Limited en el detector como parte del procesador 26. Esto proporciona una Red de área personal inalámbrica, y el módulo ETRX2-PA es un módulo de alta potencia que permite que la red opere sobre una distancia aumentada, en condiciones ideales, hasta una milla desde el módulo de transcender al controlador. De este modo, una red puede proporcionarse formada de una pluralidad de dispositivos detectores separados y el controlador. Cada módulo transcender de radio tiene un identificador único, que le permite al controlador identificar el dispositivo detector correspondiente.

50 El módulo transcender ETRX2-PA se controla por el microcontrolador en el procesador 26, y se apaga cuando el microcontrolador no está funcionando, para que este módulo además no consuma una energía significativa cuando el dispositivo detector está en modo de reposo. Adicionalmente, el módulo transcender de radio es capaz de detectar el voltaje de la batería de suministro y transmitir esta información al controlador de red, permitiendo que el usuario final se informe de cuando la batería de cualquier detector individual necesita ser cargada.

55 Para reenviar los datos de la red EmberNet al usuario final, la red EmberNet se conecta a un controlador GPRS, el cual puede por ejemplo usar un módem Telit TGM620 GPRS y un microcontrolador Microchip PIC18F6620, que le permite a la red EmberNet comunicarse con el usuario final mediante la red de teléfono celular. De este modo, pueden disponerse una pluralidad de detectores a través de una red de conductos de ventilación o en alguna otra instalación en la cual se desea para monitorear la acumulación del polvo sobre una superficie, y las salidas de los varios sensores pueden enviarse automáticamente, y los sensores pueden controlarse desde, el sistema de tecnología de la Información de la organización responsable de monitorear los sensores.

65 Las modalidades anteriores se proporcionaron a modo de ejemplo no limitante y muchas alternativas y modificaciones

serán evidentes para los expertos en la técnica. En consecuencia, la presente invención debe considerarse como que cubre toda la materia que cae dentro del alcance de las reivindicaciones acompañantes.

Reivindicaciones

1. Un detector (10) comprende:
  - a. una placa (12);
  - b. una fuente de luz (14) se posiciona para transmitir luz sobre una superficie de la placa (12);
  - c. un sensor de luz (16) posiciona para detectar luz que se ha transmitido por la fuente de luz (14) y pasa sobre la superficie de la placa (12); y caracterizado por:
  - d. un medio de procesamiento dispuesto para determinar la intensidad de luz detectada por el sensor, y en donde el detector (10) incluye una tabla de referencia que incluye la intensidad de la luz detectada por el sensor de luz (16) y el grosor correspondiente del polvo, el medio de procesamiento que se dispone para consultar la tabla de referencia y por lo tanto determinar el grosor del polvo sobre la placa (12) a partir de la intensidad de la luz detectada por el sensor de luz (16).
2. Un detector (10) como se reivindica en la reivindicación 1 que incluye además una pluralidad de fuentes de luz (14) y sensores de luz (16), cada fuente de luz (14) que tiene un sensor de luz correspondiente (16), en donde la pluralidad de las fuentes de luz (14) y los sensores de luz (16) se disponen en diferentes distancias a partir de la placa (12); el medio de procesamiento que se dispone para determinar los sensores de luz (16) que recibe una intensidad de luz por encima de un umbral y para usar la determinación para calcular el grosor del polvo.
3. Un detector (10) como se reivindica en la reivindicación 1 o la reivindicación 2 que incluye además una fuente de luz de referencia y el sensor de luz posicionado una distancia fuera de la placa (12) de manera que la trayectoria de luz entre la fuente de luz de referencia y el sensor de luz no se obstruye por el polvo sobre la placa (12).
4. Un detector (10) como se reivindica en la reivindicación 3 en donde el umbral se calcula como un porcentaje de la luz recibida por el sensor de referencia de luz.
5. Un detector (10) como se reivindica en cualquier reivindicación anterior que incluye además un temporizador, un medio de activación y un medio de desactivación; el detector (10) que se dispone para activar el uso del medio de activación y apagar usando el medio de desactivación después de que ha espirado un período de tiempo, en donde el medio de procesamiento altera el período de tiempo de acuerdo con el grosor del polvo determinado.
6. Un detector (10) como se reivindica en cualquier reivindicación anterior en donde la fuente de luz se dispone para transmitir luz en pulsos a una frecuencia de pulso de 65 kHz.
7. Un detector para detectar el grosor del polvo depositado en una superficie (12), que comprende:
 

una superficie (34) sobre la cual el polvo puede depositarse;

una fuente de luz (14) dispuesta a generar la luz para que la luz pase a través de la superficie (34) y, en el caso que la superficie (34) esté limpia de polvo, al menos la parte de la luz pasa sobre la superficie no obstruida;

una arreglo de sensores (32), en donde la fuente de luz (14) y arreglo de sensores (32) se posicionan a cada lado de la superficie (34), el arreglo de sensores (32) comprende una pluralidad de elementos respectivos al sensor de luz posicionados a diferentes distancias respectivas en una dirección transversal a la superficie, y al menos algunos de los elementos respectivo al sensor de luz se exponen a la luz no obstruyente que pasa sobre la superficie a partir de la fuente de luz en el caso que la superficie (34) se limpia del polvo; y caracterizado por:

un procesador (26) dispuesto para detectar el grosor del polvo depositado en la superficie (34) mediante la detección, a partir de las señales recibidas del arreglo del sensor (32), la posición en el sensor de un límite entre los elementos del sensor de luz que se exponen a la luz de la fuente de luz (14) y los elementos del sensor de luz que están sombreadas a partir de la luz de la fuente de luz (14).
8. Un detector (10) de acuerdo con la reivindicación 7 en la cual la fuente de luz (14) se dispone para que, en el caso que la superficie (34) se limpia del polvo, la parte de la luz se interseca con al menos una parte de la superficie (34).
9. Un detector (10) de acuerdo con la reivindicación 8 en la cual el sensor (16) se dispone para que, en el caso de que la superficie (34) sea libre de polvo, algunos de los dichos elementos respectivos al sensor de luz están en la sombra de la superficie con respecto a la luz de la fuente de luz (14).
10. Un detector (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a la 9 en las cuales el procesador (26) comprende o es parte de un sistema de control digital que se dispone para llevar a cabo repetidamente y de manera intermitente una operación de detección, en la cual el sistema de control controla la fuente de luz (14) generar la dicha luz y controlar el arreglo de sensores (32) para proporcionar dichas señales al procesador (26) y en el cual el procesador (26) detecta el grosor del polvo, y el sistema de control digital se dispone para entrar a un estado de bajo consumo energético entre las repeticiones de la operación de detección.

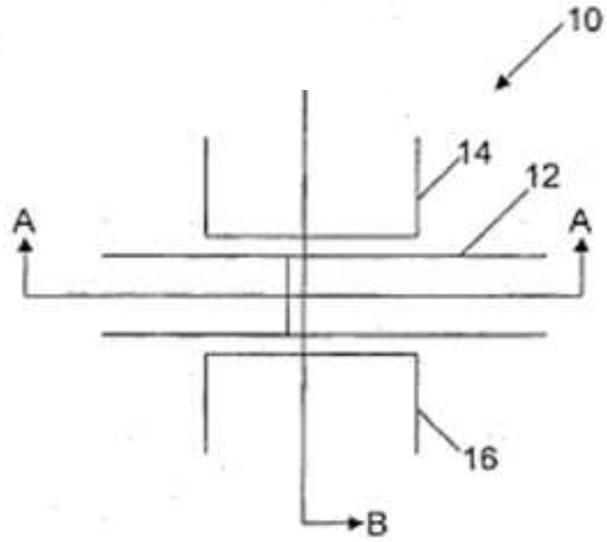


Figura 1

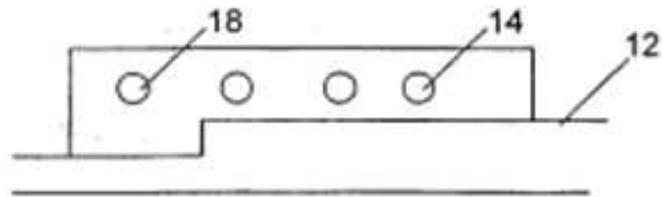


Figura 2

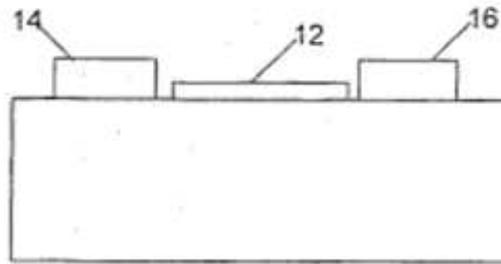


Figura 3

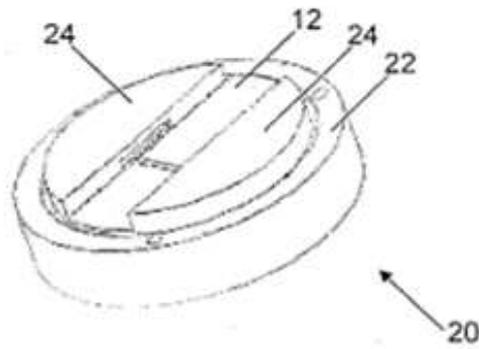


Figura 4

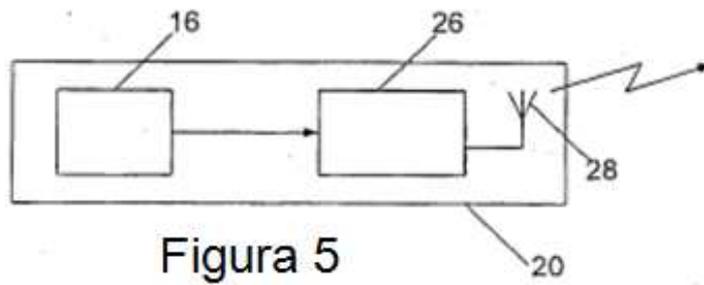


Figura 5

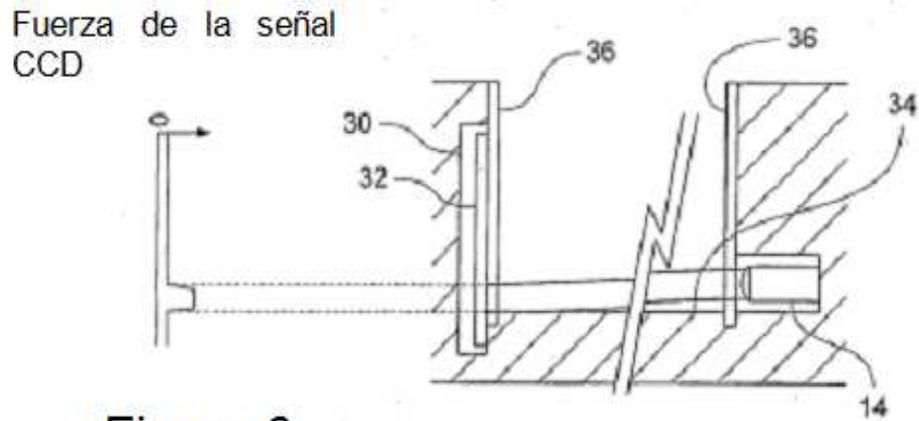


Figura 6

