



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 754**

51 Int. Cl.:

G01J 1/32 (2006.01)

G01J 1/16 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

G01J 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **00907765 .2**

96 Fecha de presentación : **02.03.2000**

97 Número de publicación de la solicitud: **1259784**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.11.2002**

54 Título: **Aparato de detección electromagnética.**

73 Titular/es: **NDC Infrared Engineering Limited**
Bates Road
Maldon, Essex CM9 5FA, GB

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.12.2009

72 Inventor/es: **Colin, David, J. S.**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.12.2009

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de detección electromagnética.

5 **Ámbito técnico**

La presente invención se refiere a aparatos de detección electromagnética y, en particular, a una sonda electromagnética para medir un parámetro de una muestra, especialmente una sonda de absorción de infrarrojos.

10 **Técnica anterior**

Las sondas de absorción de infrarrojos son bien conocidas y se usan por ejemplo para medir constituyentes de muestras (por ejemplo el contenido de humedad del papel o tabaco, o el contenido de grasa, proteínas o de agua de alimentos), las cantidades de sustancias absorbidas en un sustrato, el espesor de revestimientos o películas en un sustrato o el grado de envejecimiento de resinas en una placa de circuito impreso. En esta memoria descriptiva, el término “parámetro” se usa para denotar la propiedad (composición, espesor de revestimiento, etc.) de la muestra que se está midiendo.

Las sondas de absorción de infrarrojos funcionan convencionalmente proyectando radiación infrarroja a dos o más longitudes de onda sobre una muestra o un sustrato y midiendo la intensidad de la radiación reflejada, transmitida o dispersada por la muestra. Señales proporcionales a la intensidad medida son procesadas para proporcionar un valor del parámetro que se está midiendo. Al menos una o las dos o más longitudes de onda proyectadas por la sonda es elegida para ser absorbida por el parámetro de interés mientras que al -1 de la otra longitud de onda es elegida para ser absorbida por el parámetro de interés mientras que al menos una de las otras longitudes de onda es elegida para no ser substancialmente afectada por el parámetro de interés. Por ejemplo, cuando se mide la cantidad de agua en una muestra, una de las longitudes de onda (la “longitud de onda de medición”) puede ser elegida en una longitud de onda de absorción de agua (bien 1,45 micrómetros ó 1,94 micrómetros) y la otra longitud de onda (conocida como la “longitud de onda de referencia”) es elegida para ser una que no es absorbida significativamente por el agua.

Generalmente, las sondas incluyen una fuente de radiación de infrarrojos que tiene un espectro amplio de emisión y un detector para recibir la radiación reflejada, dispersada o transmitida por la muestra; se colocan filtros entre la fuente y la muestra para exponer la muestra sólo a las longitudes de onda de referencia y de medición deseadas; en este caso, la muestra es expuesta sucesivamente a radiación en las longitudes de onda selectivas, por ejemplo colocando filtros apropiados en una rueda giratoria por delante de la fuente de radiación. Alternativamente, la rueda de filtros puede ser situada entre la muestra y el detector y cada filtro es interpuesto sucesivamente entre la muestra y el detector. Naturalmente, si la fuente puede producir radiación de la longitud de onda deseada sin el uso de filtros, entonces se puede prescindir de dichos filtros.

El detector mide la intensidad de la luz después de la interacción con la muestra y produce una señal acorde con la intensidad de la radiación incidente tras ella. En el caso más simple, calculando la relación entre la señal desde el detector cuando recibe luz en la longitud de onda de medición frente a cuando recibe luz en la longitud de onda de referencia, se pueda obtener una señal que proporciona una medición del parámetro afectado, por ejemplo la cantidad de humedad en la muestra. A menudo, se usan varias longitudes de onda de medición y/o varias longitudes de onda de referencia y las señales de las longitudes de onda de medición y las longitudes de onda de referencia son usadas para calcular el parámetro afectado.

Los detectores que se usan normalmente en tales sondas de medición son convencionalmente detectores de sulfuro de plomo (PbS), ya que muestran mejor la capacidad de detección y la respuesta a longitud de onda que la mayoría de otros detectores que pueden ser empleados en tales aplicaciones. Sin embargo, los detectores de PbS tienen varias limitaciones, incluyendo particularmente las siguientes:

- (a) *Sensibilidad a la temperatura*: la resistencia de un detector típico caen un 25% por cada 10°C de aumento de temperatura.
- (b) *No linealidad*: la respuesta del detector a la radiación incidente no es lineal por todo el rango de funcionamiento del detector.
- (c) *Tiempo de respuesta*: el tiempo de respuesta del detector usualmente limita el régimen al que se pueden detectar diferentes longitudes de onda, es decir el régimen al que se pueden emplear filtros sucesivos. Regímenes de datos más rápidos de filtros tienden a dar lugar a que la señal de la longitud de onda obtenida desde un filtro que se retrase tanto que se desvanece en ella desde la longitud de onda obtenida del siguiente filtro, provocando por tanto “interferencia”.
- (d) *Ruido*: a bajas frecuencias de funcionamiento del detector predomina un tipo de ruido conocido como ruido 1/f. Si se elige un régimen de datos de filtros relativamente bajo para evitar la interferencia, entonces dicho ruido se convierte en un problema.

Está claro de lo anterior que los detectores usados actualmente en sondas de medición padecen varios inconvenientes, no siendo el menor de ellos su tiempo de respuesta.

En un ámbito diferente, el documento GB-1401699 se refiere a un aparato de medición electromagnética para medir el hueco entre los rodillos de una fábrica de laminación de acero. En este aparato anterior, se hace que una fuente principal de iluminación emita un rayo de luz fluctuante por medio del uso de un modulador de luz. La luz modulada pasa a través de una abertura y entre dos piezas de trabajo y recibida por medio de una abertura en una unidad del detector. La unidad incluye un transductor fotoeléctrico para convertir el rayo de luz recibido en una señal eléctrica que tiene la frecuencia que la modulación generada por el modulador de luz. La señal eléctrica alterna es aplicada a una etapa de conmutación para controlar un dispositivo de ajuste para alterar la distancia entre las piezas de trabajo.

La presente invención persigue a abordar estos problemas y mejorar el comportamiento de los detectores empleados en sondas de medición por infrarrojos.

15 Exposición de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una sonda de infrarrojos para medir un parámetro de una muestra, según se define en la reivindicación 1.

En una forma preferida de la invención, los medios para estabilizar una respuesta característica del detector están dispuestos para conseguir al menos uno de lo siguiente: linealización de la respuesta del detector y/o extensión de la frecuencia de la respuesta del detector.

En una sonda de medición de infrarrojos, la mejora de la linealidad tiende a mejorar la estabilidad con la temperatura de la sonda de medición y lleva a una calibración más previsible. La extensión de la respuesta de frecuencia del detector permite el uso de régimen más rápido de datos de filtro, y por tanto reduce el tiempo de respuesta de la sonda de medición. Velocidades más rápidas de filtro dan lugar también a sensibilidad de luz ambiente reducida y puede llevar a mejoras en el ruido.

Ventajosamente, los medios para controlar la fuente de radiación están dispuestos para ajustar la intensidad de la radiación emitida por esta fuente.

En una realización de la invención, los medios de control están dispuestos para ajustar la intensidad de la radiación emitida por la fuente de radiación para mantener la señal del detector en un nivel substancialmente predeterminado.

En otra realización de la invención, los medios de control están dispuestos para ajustar la intensidad de la radiación emitida por la fuente de radiación para minimizar variaciones en la señal del detector.

Ventajosamente, se proporciona un recorrido de retroinformación desde la salida del circuito del detector a la segunda fuente de radiación con esta finalidad.

Breve descripción

La invención se describe adicionalmente, a modo de ejemplo, haciendo referencia los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es una sección esquemática a través de la cabeza de una sonda conocida, con finalidad de explicación;

La figura 2 es una sección esquemática detallada a través de una placa de montaje del detector de dicha sonda de infrarrojos, pero que ilustran la presente invención;

La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de un circuito de retroalimentación no dentro del alcance de las reivindicaciones;

La figura 4 es un diagrama de bloques que muestra otra realización de la presente invención;

La figura 5 es una gráfica que muestra la no linealidad de la respuesta de un detector convencional de PbS.

La figura 6 es una gráfica que representa en la respuesta de frecuencia de un detector de PbS en una sonda conocida;

La figura 7 es una gráfica que muestra la respuesta de frecuencia de un detector cuando se emplea la presente invención.

65 Modos de realización de la invención

Con referencia inicialmente a la figura 1, esta muestra el cabezal 10 de una sonda de infrarrojos conocida, por ejemplo como se describe en nuestra solicitud publicada PCT WO98/22806. El cabezal 10 contiene una lámpara 12

ES 2 329 754 T3

que proporciona una fuente de radiación infrarroja, y una rueda circular 14 de filtros accionada por un motor 16. La rueda 14 de filtros lleva una serie de filtros, por ejemplo 5 filtros, y cada filtro está diseñado para pasar una longitud de onda de emisión seleccionada diferente. La luz pasada por los filtros respectivos es dirigida hacia una tabla 18 de montaje de detector, como se describe después.

La tabla 18 de montaje lleva un divisor 20 de rayo que refleja una parte del rayo de luz hacia abajo fuera de la sonda 10 infrarrojos hacia una muestra 22. Una parte restante del rayo de luz de infrarrojos que golpea el divisor 20 de rayo es reflejada dentro del divisor de rayos hacia un conjunto 24 de detector que incluye un sensor fotoeléctrico. Mientras tanto, la luz emitida por el cabezal 10 hacia la muestra 22 es reflejada de nuevo desde la muestra 22 hacia el espejo recolector 26 en el cabezal 10 y de aquí a otro conjunto 28 de detector que incluye otro sensor fotoeléctrico. Los dos conjuntos 24, 28 de detector generan así señales de detección que representan, respectivamente, la intensidad de la luz emitida por la lámpara 12 y filtrada por el filtro seleccionado, y la intensidad de esa misma luz después de la reflexión desde la muestra 22. El conjunto 28 de detector es referenciado normalmente como un conjunto de detector secundario. Las señales generadas por los dos conjuntos 28, 24 de detector son procesadas de una manera conocida para proporcionar una medición de un parámetro de la muestra 22.

La sonda de medición escrita hasta aquí es conocida como sonda de dispersión de retorno porque la luz que es detectada es dispersada hacia atrás de la muestra cuyo parámetro se va medir. Otra sonda de medición conocida detecta la luz que es transmitida a través de una muestra cuyo parámetro se va medir.

Volviendo ahora a la figura 2, esta muestra una disposición de detector acorde con la presente invención que tiene una tabla de montaje 18 que lleva un conjunto primario 28 de detector y un conjunto secundario 24 de detector como se muestra en la figura 1. Como se sabe, el conjunto primario 28 de detector incorpora un detector de PbS 282 y un filtro de bloqueo 284, que es una lámina pequeña de silicona, montada en la parte delantera del detector 282 para bloquear la luz visible. Igualmente, el conjunto secundario 24 de detector incorpora un detector de PbS 242 y un filtro de bloqueo 244, también una lámina pequeña de silicona, montada en la parte delantera del detector para bloquear la luz visible.

De acuerdo con la invención, sin embargo, la tabla de montaje 18 también soporta fuentes adicionales de radiación, en este ejemplo un primer emisor de infrarrojos de Arseniuro de Galio (GaAs) o diodo 30 dirigido hacia el filtro de bloqueo 244 y un segundo diodo de GaAs 32 dirigido hacia el filtro de bloqueo 284. El diodo de GaAs 30 dirige la radiación de infrarrojos hacia el filtro de bloqueo 244, y dicha radiación es reflejada hacia atrás por el filtro de bloqueo 244 hacia la tabla de montaje 18 de irradiar al detector 242 en uso. Similarmente, el diodo de GaAs 32 dirige la radiación hacia el filtro de bloqueo 284 y dicha radiación es reflejada hacia atrás hacia la tabla de montaje 18 e irradia el detector 282 en uso. Consecuentemente, durante el funcionamiento del cabezal de medición 10, los detectores primario y secundario 282, 242 están recibiendo no sólo las longitudes de onda de medición y de referencia aplicadas sucesivamente, sino también la radiación desde los dos diodos GaAs 32, 30. Los dos diodos de GaAs 32, 30 están dispuestos para cooperar con los detectores 282, 242 de tal manera que se establezcan las salidas de estos detectores, y con esta finalidad la intensidad de la radiación emitida por los diodos 32, 30 es controlada de una manera que se describe después.

Las figuras 3 y 4 muestran diferentes realizaciones de disposiciones para controlar los diodos 32, 30 y por tanto para estabilizar las salidas de los detectores 282, 242. Por el bien de la simplicidad, sólo será descrita en cada caso las disposiciones para el diodo 32 y el detector 282, pero se ha de entender que la misma disposición se empleará para el diodo 30 del detector 242.

Con referencia en primer lugar a la figura 3 que muestra un ejemplo, que muestra un ejemplo no dentro del alcance de la reivindicaciones, el detector 282 está dispuesto para generar una señal de salida, que es amplificada por un amplificador inversor 34 y suministrada como una señal de salida de voltaje a una salida 36. Una proporción de la señal suministrada a la salida 36 es enviada hacia atrás por medio de un circuito de retroalimentación 37 hacia el diodo 32. Más particularmente, el circuito de retroalimentación 37 incluye un amplificador sumador 38 que tiene una entrada conectada para recibir la señal de voltaje enviada hacia atrás desde la salida 36 y otra entrada dispuesta para recibir un voltaje predefinido suministrado en una línea 39. La salida del amplificador sumador 38 está conectada a un convertidor 40 de voltaje a corriente cuya salida controla el diodo 32.

Cuando la magnitud de la señal de salida desde el detector 282 empieza a aumentar, debido un aumento de la intensidad de la luz en la longitud de onda de referencia o de medición que se recibidas ahí, la corriente suministrada al diodo de GaAs 32 empieza a caer para reducir la intensidad de la iluminación emitida por el diodo 32. El circuito de retroalimentación 37 actúa así como un bucle de retroalimentación negativo y persigue así mantener la eliminación total que irradia al detector 282, es decir la iluminación combinada que es reflejada hacia atrás desde la muestra 22 y que es emitida por el diodo de GaAs 32, a un nivel predeterminado substancialmente constante.

El nivel predeterminado está establecido para corresponder al nivel máximo de iluminación externa que se espera encontrar por la sonda de medición en servicio, y se obtiene calibrando el diodo de GaAs 32, por selección apropiada del voltaje de polarización de la línea 39, para emitir un flujo correspondiente a esta radiación en condiciones cuando no hay radiación con una longitud de onda de referencia o de medición caerá en el detector 282. El efecto de esto es confinar el detector 282 a una parte particular de su característica respuesta de funcionamiento y por tanto reducir mucho los cambios en la radiación total incidente del detector 282.

La señal de salida de voltaje que se obtiene en la salida 36 corresponde efectivamente a una señal de error que representa la diferencia entre el nivel predeterminado y en nivel actual de radiación incidente actualmente en el detector 282. Esta diferencia a su vez representa la cantidad de luz que puede ser reflejada hacia atrás desde la muestra 22. Dicha señal de error se procesa entonces de una manera conocida para proporcionar una indicación del parámetro a medir.

La figura 4 muestra una realización de la presente invención que es una mejora de la disposición mostrada en la figura 3, en la que el detector 282 no es requerido para funcionar en dicho estado saturado. Piezas similares son designadas por los mismos números de referencia que la figura 3.

En el circuito ilustrado en la figura 4, el detector 282 está conectado al amplificador 34 por medio de un filtro de paso alto 42. El filtro 42 está dispuesto para pasar señales en las frecuencias normalmente generadas en el uso de la sonda de medición por medio de selección de un régimen de datos de filtro deseado. Al mismo tiempo, sin embargo, el filtro 42 está dispuesto para filtrar cualquier variación de frecuencia baja generada como respuesta a cambios muy graduales, por ejemplo, en la temperatura ambiente o en la iluminación ambiente de estado continuo.

En esta realización el voltaje de polarización aplicado a la línea 39 está establecido para mantener el nivel de radiación que cae en el detector 282 con una cantidad que representa la mayor variación del flujo esperada en servicio. Este nivel naturalmente será considerablemente inferior el nivel de saturación empleado en la realización de la figura 3. La presente realización persigue así minimizar simplemente variaciones en la eliminación total que irradia el detector 282, en vez de mantener el nivel de iluminación total en un nivel predeterminado fijado.

Como antes la señal de voltaje obtenida en la salida 36 constituye una señal de error que representa la diferencia entre el nivel preestablecido y el nivel actual de radiación incidente del detector 282. La diferencia representa la cantidad de luz que cae sobre el detector 282 que reflejada hacia atrás desde la muestra 22.

El circuito ilustrado en la figura 3 da lugar a que el detector 282 funcione en una región predeterminada de su característica respuesta de funcionamiento, mientras que el circuito lustrado en la figura 4 da lugar a que el detector 282 funcione en un rango restringido a lo largo de su característica de funcionamiento. En ambos casos, experimentos han demostrado que el detector se beneficia de una linealidad mejorada y una respuesta de frecuencia extendida.

La figura 5 muestra una gráfica que representa la respuesta de un detector convencional dependiente de la radiación incidente para el intervalo completo de funcionamiento del detector. La potencia óptica de la radiación incidente es representada a lo largo del eje X y la respuesta normalizada del detector es representada a lo largo del eje Y. Como se muestra, la respuesta del detector es 0,072 a 5 μW de radiación incidente y es 0,141 a 10 μW de radiación incidente, y por tanto en esta región de la curva la respuesta del detector es casi lineal. Sin embargo, haciendo la misma comparación para 50 μW y 100 μW de radiación incidente, la respuesta del detector está en el ratio de 0,589:1,000, que está bastante lejos de ser lineal.

La curva mostrada en la figura 5 demuestra que contra más pequeño es el cambio de la radiación incidente en el detector más lineal es la señal del detector.

En consecuencia, como la disposición de retroalimentación de acuerdo con la presente invención reduce los cambios en la relación global incidente en el detector, las señales resultantes generadas por el detector serán más lineales.

Esto es especialmente ventajoso en situaciones en la que el detector está iluminado fuertemente durante el funcionamiento y son probables absorciones profundas, ya que entonces una respuesta lineal es esencial para asegurar una calibración apropiada y buena estabilidad con la temperatura.

La figura 6 muestra una gráfica de respuesta de frecuencia para un detector convencional de PbS en una sonda de medición conocida a temperatura ambiente. La respuesta normalizada del detector es representada contra la frecuencia de corte de la radiación incidente, que corresponde a la frecuencia de rotación de la rueda 14 de filtro mostrada en la figura 1 multiplicado por el número de filtros en la rueda 14 de filtros. Como se puede ver, la respuesta del detector es constante para frecuencias de hasta aproximadamente 100 Hz y alcanza un punto de -3 dB, en el que típicamente las señales sufren un cambio de fase de 90°, a aproximadamente 700 Hz.

Pasando ahora a la figura 7, ésta representa la respuesta de frecuencia del detector para un detector que se hace funcionar de acuerdo con la presente invención. Como se puede ver, la respuesta de frecuencia del detector es efectivamente constante para frecuencias de corte de hasta aproximadamente 1000 Hz, y el punto de -3 dB ocurre aproximadamente 10 kHz. La respuesta de frecuencia se mejora así significativamente.

En la práctica, el uso de la disposición de retroalimentación de acuerdo a la presente invención reduce con efectividad la magnitud de la señal generada por el detector 282 para la amplificación por el amplificador principal 34 para la salida, y esto puede dar lugar a la introducción de ruido adicional durante la amplificación. Sin embargo, controlando el nivel de retroalimentación con una selección apropiada de la ganancia del amplificador 38 en el recorrido de retroalimentación, la amplitud de la respuesta en frecuencia del detector puede ser seleccionada positivamente de acuerdo a la aplicación.

ES 2 329 754 T3

Se considera que la amplitud de la respuesta de frecuencia del detector permitirá tiempos de medición para cada longitud de onda de referencia de medición tan pequeños como 1 ms o menos, lo que es significativamente más rápido de lo que actualmente es posible.

5 Esta disminución del tiempo de respuesta es particularmente ventajosa en aplicaciones de exploración en las que una banda de material que se desplaza es explorada para obtener longitudes de onda de medición, ya que los resultados para cada exploración pueden ser promediados para dar una excelente resolución transversal de banda. El tiempo de respuesta mejorado, también es ventajoso cuando la muestra cuyo parámetro se va a medir comprende un material, tal como pisolabis y tabaco, susceptible de generar ruido de presentación, lo que es debido a cambios en la altura del
10 producto, la reflectividad y ángulo con movimiento. En este caso, la rápida adquisición de datos de longitud de onda puede permitir una reducción significativa en el ruido de presentación.

La descripción anterior ha sido limitada al funcionamiento del detector 282 y el diodo 32 para proporcionar una señal de salida que represente la luz reflejada hacia atrás desde la muestra 22. Se apreciará que el funcionamiento del
15 detector 242 y el diodo 30 para proporcionar una señal de salida que represente la luz desde la lámpara 12 cuando se filtra por la rueda 14 de filtros es similar. Ambas señales son procesadas después de una manera conocida para determinar el parámetro a medir.

20 Son posibles varias modificaciones en la disposición descrita.

En particular, cada uno de los diodos 30 ó 32 puede ser reemplazado por una matriz de dichos diodos separados equidistantemente respecto al detector asociado 242 ó 282 para asegurar una eliminación uniforme del detector.

25 Además los diodos 30 y 32 pueden ser dispuestos para iluminar los detectores 24, 28 directamente, en vez de por medio de reflexión desde los filtros de bloqueo 244, 284 como se ha descrito.

Se ha asumido en la descripción anterior que los detectores 242, 282 son detectores de PbS y que los diodos 30 y 32 son diodos de GaAs. Sin embargo, también se pueden emplear otros tipos de detectores junto con los diodos apropiados.
30

Además, se apreciará que los amplificadores 34, 38 pueden ser reemplazados por disposiciones alternativas de amplificador siempre y cuando el circuito de retroalimentación 37 todavía actúe para reducir la corriente suministrada al diodo 30, 32 cuando aumenta la intensidad de la luz que irradia el detector 242, 282.
35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una sonda de infrarrojos para medir un parámetro de una muestra, que comprende:

una fuente principal (12) de radiación de infrarrojos para iluminar la muestra,

un circuito (28) de detector que incluye un detector (282) para detectar radiación de infrarrojos recibida desde la muestra y para generar una señal que represente la radiación recibida, y **caracterizado** por:

medios para estabilizar una característica de respuesta del detector a la radiación recibida,

dichos medios de estabilización comprenden:

una fuente controlada (32) de radiación infrarroja adicional para dirigir la radiación al detector, y

un bucle de retroalimentación (37) desde el detector a la fuente controlada para controlar la relación adicional dependiendo de la señal generada por el detector, dicho bucle de retroalimentación incluye un filtro de paso alto dispuesto para pasar señales a las frecuencias generadas normalmente durante el uso de una sonda de medición y para filtrar variaciones de baja frecuencia generadas como respuesta a cambios graduales y en el que un voltaje de polarización aplicado al buque de retroalimentación es establecido para mantener el nivel de radiación que cae en el detector (282) en una cantidad que representa la mayor variación de flujo esperada durante el uso, por lo que se minimizan vacaciones en la iluminación general que irradia al detector.

2. Una sonda de infrarrojos acorde con la reivindicación 1, **caracterizada** porque los medios de estabilización están dispuestos para linealizar la respuesta del detector a la radiación recibida.

3. Una sonda en infrarrojos de acorde a la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque los medios de estabilización están dispuestos para extender la respuesta de frecuencia del detector a la radiación recibida.

4. Una sonda en infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque los medios de control están dispuestos para ajustar la intensidad de la radiación emitida por la fuente controlada dependiendo de la señal generada por el detector.

5. Una sonda de infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el circuito de detector está dispuesto para suministrar una señal de salida de voltaje y en la que los medios de control comprenden un convertidor (40) de voltaje a corriente.

6. Una sonda de infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque los medios de control comprenden un amplificador (38) dispuesto para recibir la señal de detector.

7. Una sonda de infrarrojos acorde con la reivindicación 6, **caracterizada** porque la ganancia del amplificador es seleccionada para controlar el nivel de la señal de retroalimentación por lo que extiende la respuesta de frecuencia del detector.

8. Una sonda de infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la fuente controlada está dispuesta para irradiar al detector por medio de una superficie respectiva (284).

9. Una sonda de infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la fuente controlada está dispuesta para irradiar al detector directamente.

10. Una sonda de infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por una pluralidad de fuentes controladas (32) dispuestas para proporcionar una distribución uniforme de radiación para irradiar al detector.

11. Una sonda en infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la fuente principal de radiación y el detector están dispuestos para cooperar de tal manera que detector detecta la radiación transmitida, dispersada o reflejada por la muestra a continuación de la radiación por dicha fuente principal.

12. Una sonda en infrarrojos acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** además por:

un circuito secundario (24) de detector que incluye un detector secundario (242) para detectar la radiación de infrarrojos y para generar una señal que representa la radiación recibida,

una fuente controlada adicional (30) de relación de infrarrojos adicional para dirigir la radiación al detector secundario, y

ES 2 329 754 T3

un bucle de retroalimentación adicional (37) para controlar la fuente adicional de radiación adicional dependiendo de la señal generada por el detector secundario.

- 5 13. Una sonda en infrarrojos de acuerdo a la reivindicación 12, **caracterizada** además por medios sensibles a las señales de detección primaria y secundaria, respectivamente, para calcular el parámetro a medir.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1.

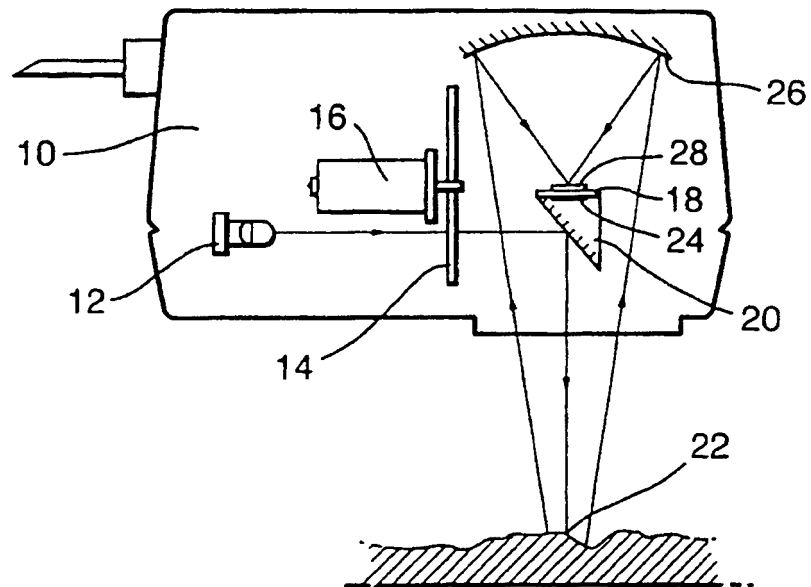


Fig.2.

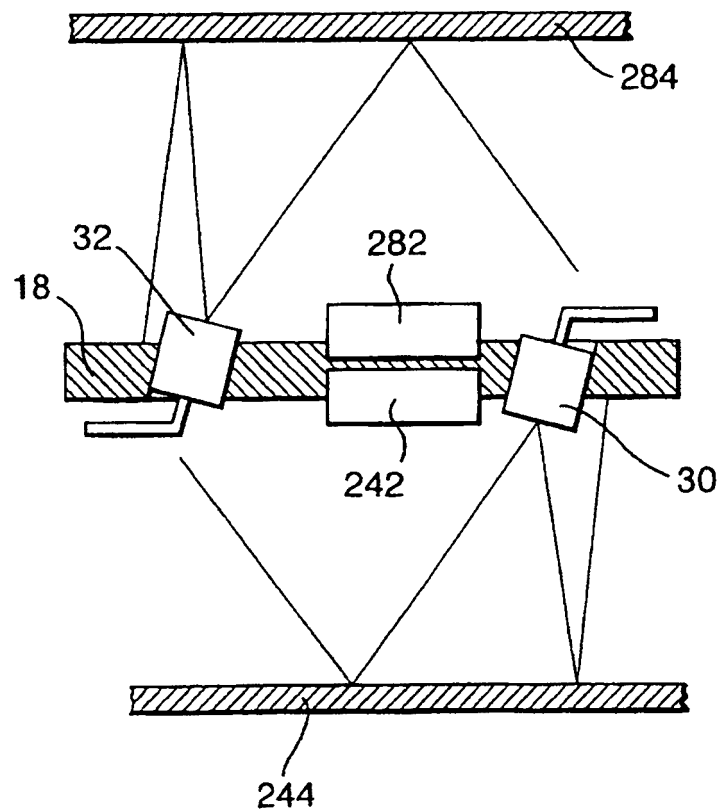


Fig.3.

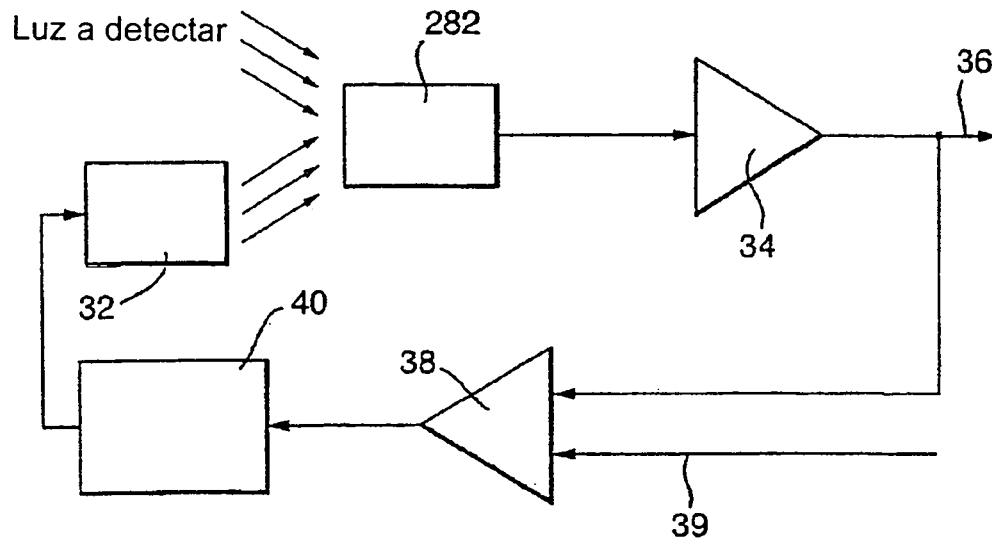


Fig.4.

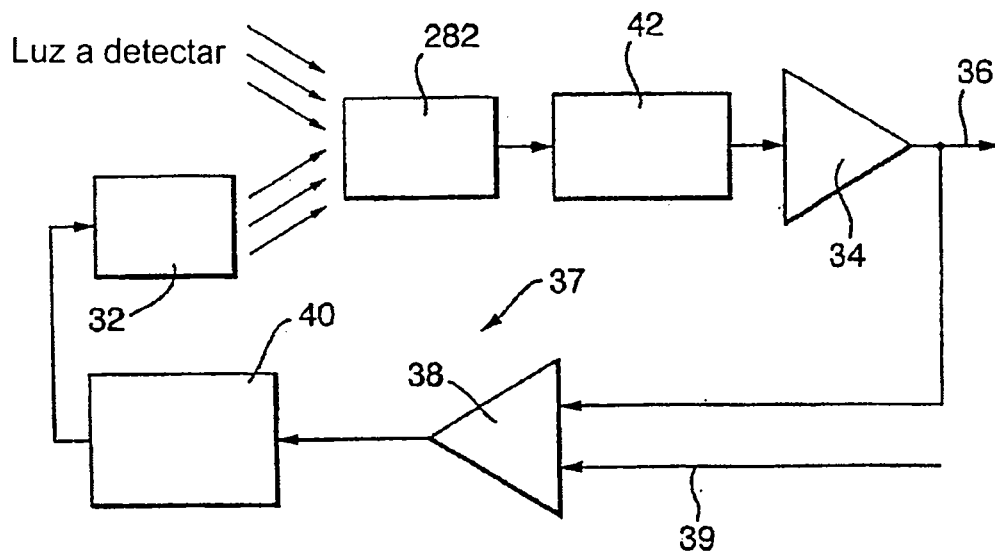


Fig.5.

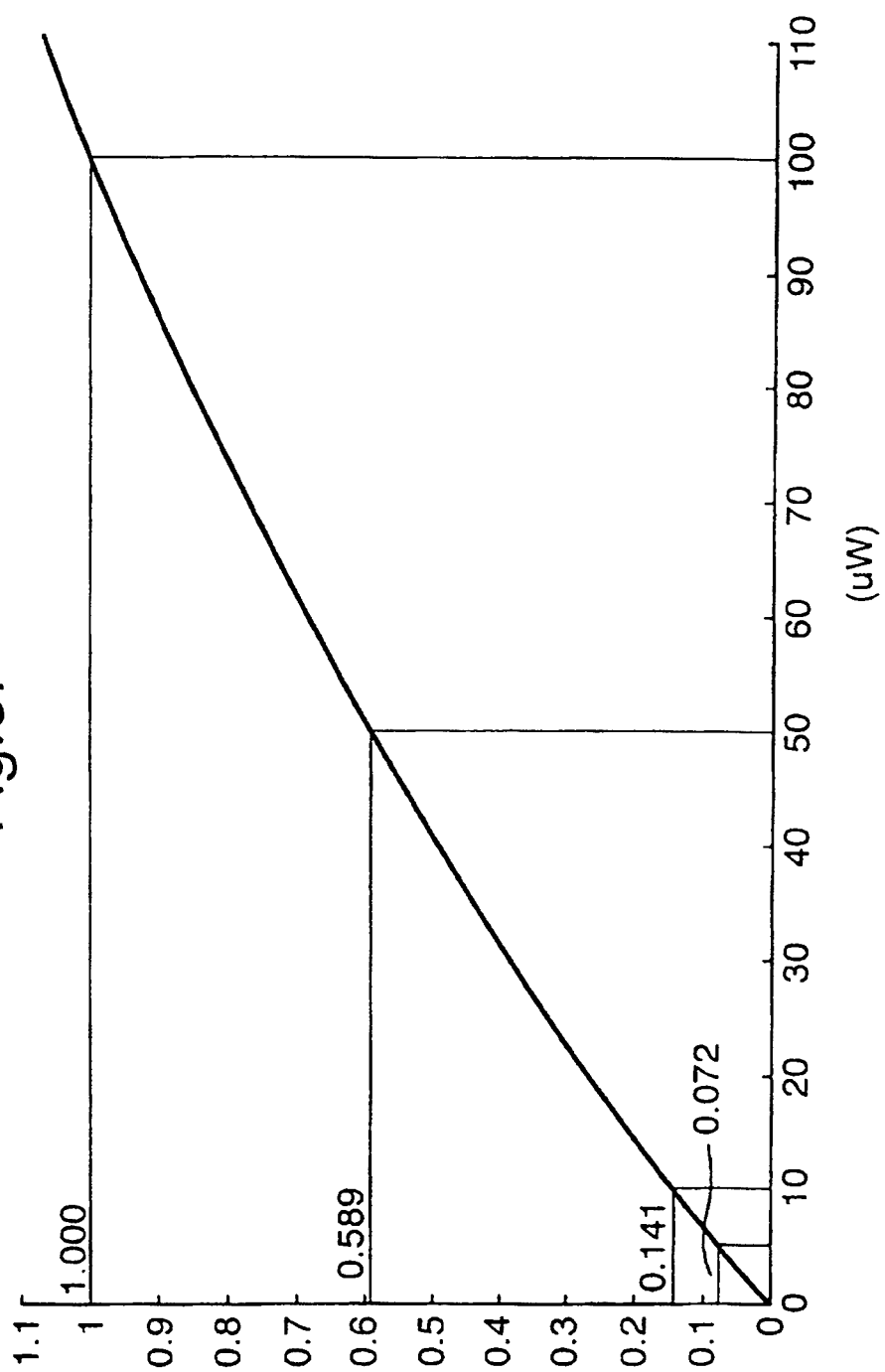


Fig.6.

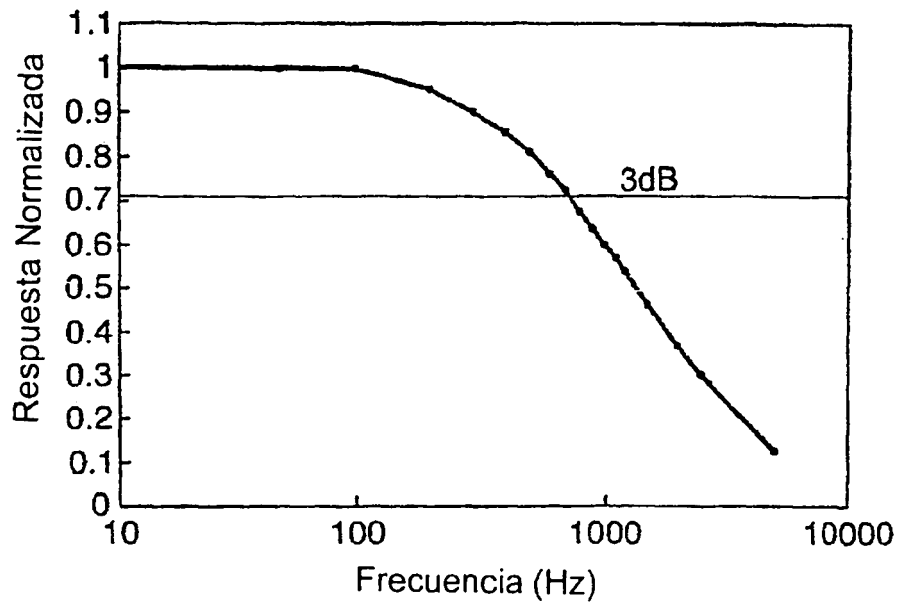


Fig.7.

