



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 314**

51 Int. Cl.:
G06K 19/14 (2006.01)
G07D 7/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **00110404 .1**
96 Fecha de presentación : **16.05.2000**
97 Número de publicación de la solicitud: **1158459**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.11.2001**

54 Título: **Método, dispositivo y sistema de seguridad, todos para autenticar una marcación.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

73 Titular/es: **SICPA HOLDING S.A.**
avenue de Florissant 41
1008 Prilly, CH

72 Inventor/es: **Müller, Edgar;**
Egger, Philipp y
Seto, Myron

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 312 314 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

Método, dispositivo y sistema de seguridad, todos para autenticar una marcación.

5 La presente invención está en el campo de las marcaciones de seguridad, aplicadas a través de tintas o composiciones de recubrimiento o en materiales a granel, y de documentos o artículos que portan tales marcaciones de seguridad. Se relaciona con un método nuevo para explotar las características de ciertos pigmentos luminiscentes incorporados dentro de dichas tintas, composiciones de recubrimiento o artículos. En particular, se relaciona con un método y un dispositivo que permiten explotar el brillo prolongado luminiscente característico de ciertos materiales luminiscentes y de compuestos luminiscentes y propone un sistema de seguridad para marcar y autenticar un producto.

Antecedentes de la invención

15 Los materiales luminiscentes están entre los ingredientes clásicos de tintas o recubrimientos de seguridad. Ellos convierten la energía de una radiación de excitación de una longitud de onda dada en luz emitida de otra longitud de onda. La emisión luminiscente utilizada puede caer en el rango UV (por debajo de 400 nm), en el rango visible (400 - 700 nm) o en el rango infrarrojo medio a cercano (700 - 2500 nm) del espectro electromagnético. Ciertos materiales luminiscentes pueden emitir simultáneamente en más de una longitud de onda. La mayoría de los materiales luminiscentes pueden ser excitados en más de una longitud de onda.

20 Si la radiación emitida tiene una longitud de onda más larga que la radiación de excitación, se habla de “Cebadores” o de luminiscencia de “conversión baja”. Si la radiación emitida tiene una longitud de onda más corta que la radiación de excitación, se habla de “Anticebado” o de luminiscencia de “conversión alta”.

25 La luminiscencia puede ser de dos tipos diferentes: fluorescencia o fosforescencia. La fluorescencia es la emisión expedita de radiación por excitación, mientras que la fosforescencia es la emisión de radiación retrasada en el tiempo, observable después de que se ha suspendido la excitación. La fosforescencia, también llamada brillo prolongado, se caracteriza por un decaimiento específico de la intensidad de luminiscencia en función del tiempo; los tiempos de vida correspondientes, que son específicos del material, pueden estar en un rango de escala de tiempo de nanosegundos hasta varias horas.

30 Los materiales luminiscentes pueden ser de naturaleza orgánica o inorgánica. Ejemplos de los anteriores materiales son moléculas del tipo de la cianina, así como las cumarinas, las rodaminas, etc. Ejemplos de estos son los sulfuros de zinc dopados con plata o con cobre, granates de aluminio e itrio dopados con tierras raras o vanadatos de itrio, etc. Se puede encontrar otra clase de luminiscentes entre los compuestos organometálicos, por ejemplo, las ftalocianinas de silicio, los beta-dicetonatos de tierras raras, etc.

35 Los materiales luminiscentes se pueden emplear en tintas o recubrimientos ya sea como pigmentos o como materiales solubles. Los desarrollos más recientes han hecho disponibles también pigmentos luminiscentes en forma coloidal. Aplicaciones particulares cuentan también con polímeros luminiscentes, obtenidos por polimerización, copolimerización o injerto de moléculas luminiscentes en o sobre una cadena polimérica.

40 Todas estas clases de compuestos y formas de aplicación han sido utilizados en composiciones de seguridad y para propósitos de seguridad. Se puede hacer que el equipo correspondiente para detección discrimine entre luminiscencia expedita (fluorescencia) o luminiscencia retrasada (fosforescencia).

45 La patente estadounidense No. 3.473.027 se relaciona con el uso general de compuestos orgánicos e inorgánicos de tierras raras como marcadores luminiscentes visibles e IR para aplicaciones tales como identificación de bienes y etiquetas, identificación personal, identificación y registro de vehículos que pasan, máquinas lectoras de información, códigos ZIP, facturas, rótulos, etc. y dispositivos de alta capacidad de almacenamiento. La patente describe además un “detector espectroscópico” para discriminar entre diferentes respuestas luminiscentes de línea angosta.

50 La patente estadounidense No. 3.412.245 añade las características de tiempo de decaimiento de la luminiscencia a los factores de codificación. En esta forma, los compuestos luminiscentes con base en tierras raras, que tienen tiempos de decaimiento del orden de milisegundos, se pueden distinguir del material fluorescente orgánico de decaimiento mucho más rápido. La discriminación se hace a través de excitación con fuentes de luz UV pulsadas o moduladas en forma sinusoidal, utilizando frecuencia de modulación o de pulso variable, junto con separación espectral de las diferentes longitudes de onda de emisión.

55 Las patentes estadounidenses Nos. 3.582.623 y 3.663.813 revelan desarrollos adicionales de equipo de detección espectroscópica para características luminiscentes.

60 La patente estadounidense No. 3.650.400 describe el uso de una fuente de luz pulsante, junto con detección sincronizada a la frecuencia de pulsación (principio de “encerrar dentro”), para suprimir la influencia de la luz ambiental. Por este medio, el detector es sensible únicamente a la respuesta propia de la luminiscencia. El principal defecto de los métodos del estado del arte, que se atienen a la determinación de la función de transferencia de modulación e los materiales, es su lentitud inherente. Por esa razón no se implementan normalmente en máquinas de autenticación de alta velocidad.

La patente estadounidense No. 4.047.033 describe el uso de un material luminiscente de conversión alta para propósitos de seguridad, así como los correspondientes equipos de detección. La detección depende de la excitación con un LED de IR de GaAs, que emite a una longitud de onda de 950 nm en forma continua o por pulsos, combinada con identificación espectroscópica de la emisión luminiscente. Hace referencia a un medio indirecto, por medio de la medición del desfase de pulso, para evaluar los tiempos de ascenso y decaimiento característicos de la respuesta de luminiscencia. Este método está, sin embargo, fuertemente afectado por variaciones en la intensidad de la luminiscencia, y por lo tanto no fácil de implementar en la práctica.

Otro método del estado del arte, adecuado para autenticación a alta velocidad, depende de excitación por pulsos de una muestra para análisis en movimiento sobre una correa transportadora. Después de pasar la fuente de excitación UV, la intensidad de la luminiscencia inducida decae de acuerdo con las características intrínsecas de decaimiento del material. Se utilizan uno o varios fotodetectores, colocados a determinadas distancias de la fuente de UV a lo largo de la correa transportadora, para evaluar puntos específicos de dichas características de decaimiento. La principal desventaja de este método es su limitación para tales materiales fosforescentes que tienen tiempos de decaimiento de luminiscencia característicos del orden de 50 milisegundos. Esta limitación es una consecuencia de las restricciones mecánicas (velocidad de la correa transportadora) de los procesos de detección.

Un objetivo de la presente invención es el de proveer un método, un dispositivo y un sistema de seguridad que resuelva los inconvenientes del estado del arte. En particular, la invención permitirá un muestreo rápido de una característica de decaimiento de la luminiscencia y será, por lo tanto, adecuada para aplicaciones de lectura de una máquina a alta velocidad.

Además, la invención permitirá una amplia escogencia de materiales fosforescentes de conversión alta o baja, que tienen tiempos de decaimiento por debajo de los microsegundos hasta el rango de los diez milisegundos o superior. Un objetivo particular adicional de la invención es volver el proceso de autenticación más confiable por medio de la compensación de las alteraciones de la intensidad de la luminiscencia, que puede ocurrir debido a cambios en la marcación por luminiscencia por sí misma (envejecimiento, suciedad) o en el equipo de medición.

Resumen de la invención

Los objetivos anteriores se logran principalmente por medio de un método, un dispositivo y un sistema de seguridad para autenticar un marcaje luminiscente de sonda y de acuerdo con las reivindicaciones independientes. La invención se basa en una comparación de las funciones de emisión de luminiscencia que dependen del tiempo de un material de sonda con aquel de un material de referencia. Por lo tanto, de acuerdo con la invención, se utilizan formas curvadas como la característica de autenticación, en vez de valores de intensidad de mediciones individuales. Dichas funciones de emisión se comparan en forma normalizada. Haciéndolo así, la comparación se hace en forma muy independientemente de las desviaciones de intensidad debido al envejecimiento, alteraciones o suciedad.

La invención cuenta además con la evaluación directa de la función de emisión de luminiscencia dependiente del tiempo de un marcaje de sonda después de la excitación por un pulso. La luminiscencia puede ser por lo tanto excitada utilizando cualquier clase de fuente de radiación intensa pulsada, por ejemplo diodos de emisión de luz, diodos láser, láseres de formación de pulsos gigantes y fuentes de luz derivadas de los mismos por medio de ópticas no lineales, así como pulsos de rayos X o haces de partículas, en particular haces de electrones pulsados. Después de excitación con un pulso de excitación apropiado, preferiblemente con un pulso de luz de longitud de onda y duración apropiadas, el material luminiscente emite parte de la energía absorbida en la forma de radiación de emisión de una segunda longitud de onda. En algunos casos, dicha emisión de radiación ocurre casi inmediatamente, y se detiene con la detención de la excitación. En otros casos, se retrasa en el tiempo y la intensidad de la radiación emitida sigue ya sea una ley de decaimiento exponencial simple, o leyes más complicadas de forma hiperbólica, o incluso muestra un comportamiento de aumento y decaimiento, representativo de procesos de transferencia de energía interna complicados y de mecanismos de decaimiento competitivos. En cada caso, sin embargo, la evolución observada de la intensidad de emisión como una función del tiempo, después de que cesa la estimulación externa, depende únicamente del material luminiscente en sí mismo, y sirve por lo tanto como una característica de autenticación, indicando la presencia de dicho material específico. Incluso si la intensidad de la luminiscencia absoluta se reduce, por ejemplo por envejecimiento o suciedad del material, la forma de la función de emisión versus tiempo se preserva, como es típico para un compuesto luminiscente.

En el contexto de esta invención, el decaimiento o la curva de decaimiento significarán cualquier función específica de intensidad versus tiempo de una sonda y su referencia. Tal función de intensidad versus tiempo representa la respuesta medida de la intensidad de emisión de luminiscencia debido a un pulso de excitación. El término "fuente de excitación" se aplicará además a fuentes electromagnéticas de radiación que tienen una longitud de onda comprendida entre 200 nm y 2500 nm, incluyendo por lo tanto luz UV, luz visible, y luz IR de longitud de onda corta (no térmica). Son posibles métodos alternativos de estimulación, utilizando por ejemplo rayos X o pulsos de haces de electrones e incluidos también en dicha definición.

En la realización del método y utilizando un dispositivo de autenticación, se muestrea la intensidad de emisión de una sonda a intervalos de tiempo apropiados y se almacena en una memoria análoga, por ejemplo digitalizada por medio de un convertidor análogo a digital (AD) y se almacena en una memoria digital.

ES 2 312 314 T3

Una curva de referencia de la emisión de luminiscencia como función del tiempo, tomada sobre una muestra de referencia por medio del uso de la misma configuración instrumental y procedimiento, se almacena en una memoria digital, también, y permitió la comparación y autenticación.

- 5 La autenticación de una sonda bajo análisis se lleva a cabo por medio de una comparación detallada de su curva de decadencia de la luminiscencia con la curva de decadencia de la muestra de referencia almacenada.

10 Las funciones de emisión de referencia y de sonda se comparan en forma normalizada. La normalización implica que los valores de intensidad de ambas funciones de emisión se someten a escala, de tal manera que los valores más altos de ambas curvas de decaimiento coincidan.

15 Si dicha comparación de la curva de decaimiento de la sonda con la curva de decaimiento de referencia correspondiente confirma la identidad dentro de tolerancias definibles, se provee una señal de conformidad para autenticar la sonda. En el caso opuesto, se asume no conformidad. La señal de conformidad o no conformidad puede ser cualquier señal eléctrica, óptica, acústica u otra señal.

20 Dicha tolerancia definible puede ser concebida sobre una base detallada, esto es, cada punto de la curva de la sonda es comparado con su correspondiente punto en la curva de referencia y debe caer dentro de límites absolutos (por ejemplo, + 50/- 30), relativos (por ejemplo $\pm 20\%$) o definidos individualmente a partir de ese punto de la curva de referencia. En forma detallada, todos los puntos deben caer dentro de sus respectivas tolerancias para que la muestra de la sonda sea aceptada.

25 Alternativamente, se puede aplicar un criterio de tolerancia total; esto es, las diferencias individuales de las intensidades correspondientes de la sonda y de referencia, o alguna función conveniente del mismo como los cuadrados o los valores absolutos, etc., se suman a lo largo de todos los puntos, y la suma resultante se revisa contra dicho criterio de tolerancia total.

30 El método de la invención tiene la ventaja de ser aplicable a cualquier tipo de características de decaimiento de la luminiscencia, sean exponenciales o no. Es aplicable en particular a la autenticación de mezclas de luminiscentes que tienen un mismo centro luminiscente particular en ambientes con diferentes características de decaimiento. Por ejemplo, una mezcla de YVO4:Eu y Y2O2S:Eu pueden distinguirse de esta manera de sus componentes individuales.

35 El método de acuerdo con la invención puede ser establecido de tal manera que una medición "de un solo disparo", esto es, un único pulso de luz de excitación seguido por la adquisición de la correspondiente respuesta de luminiscencia como una función del tiempo, que dura del orden de un milisegundo, es suficiente para recolectar la información completa del decaimiento de la luminiscencia de una sonda para compararla con los datos de referencia. Por lo tanto, la operación a alta velocidad sobre muestras en rápido movimiento es asegurada con esto.

40 Sin embargo, en el caso de una luminiscencia débil, esto es de una relación señal a ruido (S/N) insuficiente, la medición se puede repetir también un cierto número de veces y los resultados de más de uno de dichos "disparos" pueden ser promediados juntos en forma detallada para mejorar la relación S/N y por lo tanto para obtener la información deseada de la curva de decaimiento con una precisión estadística superior.

45 Una ventaja adicional del método de la presente invención es que es libre de modelo, esto es, que la curva de decaimiento de la luminiscencia por si misma es utilizada como característica de autenticación, en vez de un parámetro derivado de la misma. La derivación de parámetros está siempre atada a un modelo físico y se hace inaplicable en caso de que el modelo no lo contenga. Los métodos libres de modelo tienen por lo tanto un rango de aplicación mucho mayor que aquellos ligados a un modelo.

50 El método de acuerdo con la invención puede ser utilizado junto con otras técnicas existentes para la identificación espectral de respuestas luminiscentes. En particular, puede ser utilizado junto con filtros espectrales, elementos dispersores de longitud de onda, rejillas ópticas u otra instrumentación óptica que conduce a una selección de longitud de onda.

55 La óptica de recolección de luz puede ser utilizada igualmente, con el propósito de mejorar la relación señal a ruido de la cadena de fotodetección.

60 Se puede proveer más de un canal de detección para la detección simultánea de mezclas luminiscentes, o de materiales luminiscentes que emiten a más de una longitud de onda simultáneamente. Este último es a menudo el caso en materiales luminiscentes basados en un ion de tierras raras. Los diferentes canales de detección son suministrados por este medio con selectores de longitud de onda apropiados, y los datos correspondientes de intensidad versus tiempo son muestreados individualmente y almacenados.

65 En una modalidad particular, el canal de detección es una unidad microespectrométrica, que comprende un dispersor de longitud de onda (por ejemplo, un prisma, una rejilla, o un filtro lineal variable) y un arreglo fotodetector. Este último puede ser un arreglo lineal de fotodiodos o un arreglo lineal del CCD (dispositivo acoplado de carga). Para garantizar una alta velocidad de operación se puede emplear un arreglo matricial modificado del CCD bidimensional en lugar del arreglo lineal del CCD.

ES 2 312 314 T3

En arreglos matriciales del CCD, un recuadro de imagen de los portadores de carga fotogenerados, producidos por la exposición del chip de silicio a la luz, es desplazado “verticalmente”, línea por línea, hasta el borde del chip, donde las líneas individuales son luego desplazadas “horizontalmente” y leídas, pixel por pixel. Estos procesos de desplazamiento tienen lugar en paralelo, y se pueden manejar cantidades inmensas de datos muy rápidamente (las velocidades típicas para arreglos del CCD de 256 x 256 son hasta de 40 MHz para desplazamientos “horizontales” pixel por pixel, y hasta de 4 MHz para desplazamientos “verticales” línea por línea).

Se dispone dicho arreglo de matriz modificada del CCD de tal manera que una primera línea de píxeles actúe como el arreglo fotodetector para el espectro producido por dicho dispersor de longitud de onda. Las líneas posteriores de píxeles se protegen de la influencia de la luz y sirven como un dispositivo inmediato de almacenamiento masivo. Después del pulso de excitación se adquiere la información espectral que depende del tiempo por medio de un desplazamiento “vertical” rápido línea por línea y se almacena en el área protegida de la luz del CCD para lectura posterior por parte del procesador del instrumento.

Se puede proveer más de una fuente de excitación, con el propósito de ganar flexibilidad del hardware para detectar materiales luminiscentes que tienen diferentes longitudes de onda de excitación. Los diodos emisores de luz (los LED) en particular son muy adecuados para la iluminación de un rango espectral de aproximadamente 50 nm de ancho de banda. La provisión de un juego de LED diferentes permite cubrir un área espectral mayor de interés. Esta fuente de luz multi-LED puede ser controlada por medio del microprocesador de los instrumentos, de tal manera que la escogencia de la longitud de onda de excitación se pueda llevar a cabo por simple programación.

Es de particular interés combinar dicha fuente de luz multi-LED con dicha unidad detectora microespectrométrica, para obtener un módulo detector de tiempo de decaimiento/luminiscencia.

De acuerdo con la invención, se puede utilizar el mismo equipo para definir la curva de decaimiento de referencia y para autenticar una muestra desconocida. El equipo puede ser operado por lo tanto en “modo de aprendizaje”, donde se adquiere una curva de decaimiento de referencia (función de intensidad de emisión versus tiempo de la referencia) de una muestra de referencia, apropiadamente procesada y los datos correspondientes almacenados en una memoria. El equipo puede ser operado también en un “modo de análisis”, donde se adquiere una curva de decaimiento de luminiscencia de una sonda (función de intensidad de emisión versus tiempo de la sonda), que porta una marca para ser autenticada, los datos correspondientes apropiadamente procesados y comparados con los datos de referencia previamente almacenados, con el propósito de derivar un indicador de conformidad/no conformidad. El mismo dispositivo sería operado entonces en un “modo de aprendizaje” para almacenar datos de referencia en la memoria, y luego para analizar sondas en un “modo de análisis”. El dispositivo puede también incluir más de un segmento de memoria para suministrar datos de referencia para la autenticación de diferentes marcaciones.

Dicho “modo de aprendizaje” y dicho “modo de análisis” no necesitan ser, sin embargo, necesariamente implementados dentro de la misma unidad física o dispositivo. En una modalidad alternativa, un primer dispositivo está dedicado a la adquisición/definición de una curva de decaimiento de referencia de la muestra de referencia. Los datos de referencia son luego transferidos a la memoria de un segundo dispositivo similar, que está exclusivamente dedicado a la autenticación de muestras sonda.

El método y el equipo de acuerdo con la invención pueden ser utilizados para autenticar tintas y composiciones de recubrimiento que contienen material luminiscente adecuado, así como artículos tales como artículos de seguridad o artículos recubiertos confeccionados utilizando dichas tintas y/o composiciones de recubrimiento.

Dicho método y equipo pueden ser utilizados además para autenticar material a granel luminiscente adecuado, tal como papel o plástico utilizados para la fabricación de artículos tales como papel moneda, documentos de seguridad, carnets de identificación, tarjetas de crédito, hilos de seguridad, etiquetas y otros artículos de seguridad.

Un sistema de seguridad puede ser confeccionado con base en el método bosquejado proveyendo un conjunto de muestras de referencia que incluyen materiales luminiscentes y/o compuestos luminiscentes de emisión espectral similar (esto es, color de emisión), pero que tienen diferentes funciones de emisión que dependen del tiempo. Dichas muestras de referencia pueden distinguirse por medio del método y el dispositivo de acuerdo con la invención, por ejemplo, por medio de la incorporación de una o más de ellas en una marca sobre un artículo, para propósitos de autenticación.

Ejemplos

La invención se ejemplifica además por medio de las modalidades de sistemas de seguridad y de dispositivos de autenticación como se describe más abajo y como se muestra en los siguientes dibujos:

Fig. 1 muestra el espectro de emisión de un fósforo de conversión alta que puede ser utilizado en conexión con la invención,

Fig. 2 muestra las curvas de decaimiento de la luminiscencia de cuatro diferentes fósforos luminiscentes de conversión alta, que pueden ser utilizados para constituir un sistema de seguridad de acuerdo con la invención.

ES 2 312 314 T3

Fig. 3 muestra el diagrama de bloques de una primera modalidad de un dispositivo de autenticación de acuerdo con la invención,

Fig. 4 muestra unas características típicas de intensidad/tiempo de luminiscencia, que pueden ser utilizadas para propósitos de autenticación de acuerdo con la presente invención,

Fig. 5 muestra un diagrama esquemático de bloques para una modalidad modificada de un dispositivo de detección de acuerdo con la invención,

Fig. 6 muestra una vista esquemática de una modalidad más sofisticada de un dispositivo de detección de acuerdo con la invención,

Fig. 7 muestra los niveles de energía del ión praseodimio (3+),

Fig. 8 muestra un microespectrómetro del tipo de rejilla de enfoque, montado sobre un arreglo lineal de fotodiodos,

Fig. 9a muestra el principio de lectura de un arreglo bidimensional del CCD,

Fig. 9b muestra el principio de desplazamiento de datos en un arreglo del CCD.

Un sistema de seguridad de acuerdo con la invención comprende un equipo de autenticación con base en un microprocesador como se muestra esquemáticamente en la Figura 3.

Como representantes del grupo de compuestos luminiscentes en una marcación, se escogieron cuatro fósforos de conversión alta con base en erbio de diferente naturaleza para: $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Er}$, Yb ; $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Er}$, Yb ; $\text{BaY}_2\text{F}_8:\text{Er}$, Yb ; $\text{NaYF}_4:\text{Er}$, Yb . Por irradiación con una fuente de luz de 950 ó 980 nm, todos ellos emiten en el verde, cerca de 550 nm (Figura 1). Los tiempos de vida de las emisiones fosforescentes verdes son, sin embargo, muy diferentes para los cuatro materiales, como se muestra en la Figura 2.

El dispositivo de autenticación, como se muestra en la Figura 3, comprende un microcontrolador o procesador 1, incorporado por ejemplo por el ADuC812 MicroConverter™ de Analog Devices. El chip de ADuC812 incluye un microprocesador 1a 8052 de 16 MHz (CPU) con 32 líneas I/O digitales, un convertidor 1b análogo/digital (A/D) de 12 bit de 5 μs , así como convertidores D/A, memoria RAM (256 bytes) integrada y memoria Flash/EE (Mem) o dispositivo de memoria 1c para almacenamiento de programa (8K) y de datos (640 bytes). La memoria Flash/EE (Mem) 1c es una memoria permanente que puede borrarse en forma eléctrica y permite la implementación de un “modo de aprendizaje”. La memoria interna del chip de ADuC812 fue complementada en nuestro ejemplo con 32 K de memoria externa de acceso aleatorio (RAM) o dispositivo de memoria 1d.

El dispositivo de autenticación contiene además un programa controlador del dispositivo de corriente láser 2 controlado por ADuC812, un diodo láser (LD) de pulso de longitud de onda de 980 nm como fuente de excitación 3 con óptica de colimación 3a, así como una cadena fotodetectora basada en un fotodiodo (PD) comercial de GaAsP sensible al verde 4, un filtro óptico opcional 4a, y un amplificador correspondiente 5. La cadena de fotodetección 4,5 está dispuesta para garantizar un ancho de banda mínimo de 200 kHz, correspondiente a la velocidad de muestreo de 5 μs de ADuC812; su salida está conectada al convertidor A/D 1b de ADuC812. El ADuC812 se conecta además a un conmutador de modo SLT para la selección del modo de aprendizaje/análisis L/T, a un botón de presión B para iniciar el ciclo de medición, así como LEDs amarillo, verde y rojo 8a, 8b, 8c para indicar el Encendido/apagado y los estados aprobado/falla (Si/No). El botón de presión B enciende la fuente de poder principal del circuito Vcc. Se provee un interruptor 9 controlado por procesador para mantener la potencia, permitiendo que el procesador mantenga su propia potencia para completar el ciclo de medición y que se apague por sí mismo en buenas condiciones.

En el “modo de aprendizaje” L, se adquiere una curva de decaimiento de referencia o función de intensidad de emisión versus tiempo de referencia. Se coloca una muestra de referencia 7-R en posición por debajo de la óptica de colimación 3a y el filtro óptico 4a. Después de colocar el interruptor SLT en “modo de aprendizaje” L, se oprime el botón de presión B, energizando la unidad detectora. Controlado por el microprocesador 1, el diodo láser de la fuente de excitación 3 se dirige con un pulso corto de corriente del programa controlador del dispositivo de corriente láser 2 (típicamente 1 A durante 200 μs). Se enfoca un pulso de excitación láser P de 980 nm por medio de la óptica de colimación 3a sobre una marcación de referencia luminiscente M-R de la muestra de referencia 7-R. La respuesta luminiscente correspondiente a 550 nm (emisión de radiación E) es detectada por el fotodiodo 4. La señal del fotodiodo pasa dentro del amplificador 5 y desde allí dentro del convertidor A/D 1b. Después de pulsar el diodo láser, el microprocesador 1 inicia una secuencia de adquisición de datos de acceso directo a la memoria (DMA). Durante esta secuencia, se muestrea la señal de la cadena de fotodetección 4,5 a intervalos de tiempo regulares (por ejemplo cada 5 μs) por medio del convertidor A/D 1b y se almacena en ubicaciones de memoria subsiguientes del dispositivo de memoria externo 1d. El tiempo de muestreo y el número de muestras que deben ser tomadas están presentes en el programa del microprocesador como una función de los resultados anteriores. Después de la terminación del muestreo, se analizan los datos del dispositivo de memoria 1d, se procesan, se condensan hasta 64 puntos de datos para definir los valores de referencia VR1 hasta VR64 (Fig. 4) y se almacenan en el dispositivo de memoria permanente 1c del microconvertidor. La función representada por medio de los valores de referencia VR1 - VR64 adicionalmente se normaliza, esto es, se escalan los valores VR1 - VR64 con respecto al valor más alto de la función. Por lo tanto, VR1

ES 2 312 314 T3

- VR6 son independientes de las variaciones totales de intensidad que afectan la emisión de luminiscencia. La Figura 4 ilustra la forma posible de esta curva de referencia, que se retiene como un listado de valores de referencia (VR1, VR2, VR3,...) para los puntos correspondientes en el tiempo (t_1 , t_2 , t_3 ,...). Los valores VRn pueden ser asociados opcionalmente con las tolerancias individuales correspondientes ($\Delta+$, $\Delta-$).

Una terminación exitosa de la operación se reconoce por el indicador verde “Sí” 8b. Algunos segundos después de la terminación de las operaciones, el microprocesador apaga la unidad de detección a través del interruptor del suministro de potencia 9.

En el “modo de análisis” T se adquiere una curva de decaimiento de la sonda y se compara con la curva de referencia previamente almacenada. De acuerdo con la Fig. 3 se coloca una muestra de sonda 7-P que incluye un marcaje de sonda M-P en la posición correcta de la muestra. Después de programar al interruptor SLT en el “modo de análisis” T, se presiona el botón de activación B, energizando al dispositivo de autenticación. La misma secuencia de operaciones como la descrita para el “modo de aprendizaje” L se lleva a cabo, hasta el punto donde los datos de decaimiento de la luminiscencia medidos se procesan y se condensan en los 64 puntos de datos. Los datos así obtenidos VP1 hasta VP64 se normalizan también y se los compara con los valores de referencia previamente almacenados VR1 - VR64. Para comparar los datos que representan la curva de decaimiento de un marcaje de sonda M-P con aquella de una marcación de referencia M-R, los correspondientes puntos de datos son en nuestra modalidad restados entre sí, y los valores absolutos de las diferencias se suman para todos los 64 puntos de datos. Si el valor de esta suma es menor que un criterio seleccionable, se acepta que la muestra del análisis es “buena” y se activa el LED 8b verde de “Sí”. Si el valor de dicha suma excede a dicho criterio, se rechaza la muestra del análisis considerándola “mala” y se activa el LED 8c rojo de “No”. Algunos segundos después de la terminación de las operaciones, el microprocesador apaga la unidad del detector a través del interruptor 9 de suministro de potencia.

La intensidad de emisión E de una muestra de referencia 7-R o de una sonda de muestra 7-P puede variar en gran medida. El envejecimiento del material luminiscente o la alteración de la superficie de un marcaje de referencia M-R o de un marcaje de sonda M-P son a menudo la causa. Si el marcaje es, por ejemplo, aplicado a un artículo 7 tal como un papel moneda o una etiqueta de producto, la superficie de dicho papel moneda o la etiqueta pueden ensuciarse o rasparse. Esto puede reducir sustancialmente la intensidad de excitación en el material luminiscente y puede también reducir la intensidad de la emisión de radiación de tal marcaje. En particular, la emisión de radiación E de una muestra de referencia 7-R puede tener valores absolutos más altos que la emisión de radiación E de una muestra de sonda 7-P.

Por lo tanto, el método de acuerdo a la invención confía en una comparación de las formas de la curva de decaimiento, en vez de valores individuales absolutos de intensidad.

Después de la normalización de las dos curvas con respecto a sus valores más altos entre t_1 y t_n , se obtienen dos curvas idénticas para muestras que contienen el mismo luminiscente, inclusive si este último está presente en concentración diferente. Por medio de la aplicación de este principio general de comparación de curvas normalizadas, el proceso de autenticación no se verá afectado por factores que resulten en desviaciones de la intensidad o de la medición.

El número de puntos individuales de datos VP1 - VPn y VR1 - VRn tomados para definir la curva de la sonda CP y la curva de referencia CR puede variar hasta en un grado alto. Los números más altos generalmente permiten una definición más exacta de una curva.

Para propósitos prácticos, un número entre 32 y 128 valores, preferiblemente 64 valores, ha probado ser suficiente.

Después de derivar los valores de referencia VR1 - VRn en RAM 1d o en un dispositivo de memoria permanente 1c, estos datos pueden ser transferidos como valores de referencia VR1 - VRn a otros dispositivos de autenticación.

En forma similar, cada dispositivo de autenticación puede tener un número de segmentos de memoria para almacenar valores de referencia VR1 - VRn para una cantidad de marcaciones diferentes M. Generalmente, los valores de referencia VR para comparación pueden ser suministrados en cualquier forma; los datos electrónicos pueden ser suministrados, esto es, por medio de memorias internas y externas, por medio de tarjetas de memoria, por medio de transmisión inalámbrica o por cable, como una memoria encriptada o unión de datos a una muestra o en cualquier otra forma adecuada.

La unidad de procesamiento central 1a de ADuC812 fue programada para llevar a cabo las operaciones bosquejadas después de presionar el botón de presión B. Ellas comprenden en forma notable los siguientes bloques funcionales de programa:

garantizar autonomía de la fuente de poder durante el ciclo de medición encendiendo el interruptor 9,

leer el interruptor SLT en modo de aprendizaje/análisis,

ES 2 312 314 T3

si en el modo de aprendizaje L:

preparar la memoria externa para la adquisición de datos DMA,

pulsar el diodo láser,

adquirir un número predeterminado de muestras de la respuesta de luminiscencia en modo DMA dentro del dispositivo de memoria 1d,

procesar posteriormente los datos muestreados y comprimirlos en una forma optimizada en 64 puntos de datos,

almacenar los datos comprimidos y normalizados, incluyendo un indicador de compresión en el dispositivo interno de memoria Flash/EE 1c de datos permanentes de ADuC812, como referencia.

si en el modo de análisis T:

preparar la memoria externa para la adquisición de datos DMA,

pulsar el diodo láser,

adquirir un número predeterminado de muestras de la respuesta de luminiscencia en modo DMA dentro del dispositivo de memoria 1d,

procesar posteriormente los datos muestreados y comprimirlos en 64 puntos normalizados de datos de acuerdo con el indicador de compresión previamente almacenado,

comparar los datos comprimidos y normalizados con los datos de referencia normalizados previamente almacenados en el dispositivo de memoria 1c, y derivar un indicador de conformidad/no conformidad,

ajustar los LED indicadores de aprobado/falla en forma adecuada, para mostrar el resultado,

después de un período de espera de una duración predeterminada, apagar la fuente de poder a través del interruptor 9.

En una modalidad modificada de un dispositivo de autenticación de acuerdo con la invención, esquemáticamente mostrada en la Figura 5, se proveen dos fuentes de luz de excitación 31 y 32 para la emisión de pulsos de excitación P de diferentes longitudes de onda, con óptica de colimación 31a y 32a y los correspondientes programas controladores del dispositivo de pulso 21 y 22. Se proveen también dos unidades de detección para dos diferentes longitudes de onda, que comprenden óptica de colimación 41b y 42b, filtros 41a y 42a, fotodetectores 41 y 42, y amplificadores 51 y 52. Los elementos ópticos están dispuestos de tal manera que todos los ejes ópticos se intercepten en un único punto de observación sobre una muestra de sonda 7-P. Dicha muestra de sonda 7-P, que transporta un marcaje de sonda M-P, es transportada a través del dispositivo de autenticación. Dependiendo de la característica que va a ser detectada, el procesador 1 envía un pulso de corriente a la fuente de luz 31 o a la fuente de luz 32, o a ambas. Dependiendo de la emisión que va a ser detectada, se hace uso del fotodetector 41 y/o del fotodetector 42.

Como ejemplo, el dispositivo puede ser dispuesto para la detección de materiales de conversión alta con base en erbio, excitados con una fuente de excitación 31 a 980 nm y emitir en el verde a 550 nm lo cual será detectado por el fotodetector 41, simultáneamente los luminiscentes de europio que están contenidos en el marcaje de sonda M-p, son excitados por la fuente de luz 32 a 370 nm y emiten cerca de 610 nm, que serán detectados por el fotodetector 42. La presencia de ambos materiales luminiscentes es requerida para confirmar la autenticación del marcaje de sonda M-P. Los principios de trabajo del dispositivo de acuerdo con esta modalidad particular son por lo demás los mismos que aquellos para la primera modalidad.

En otra modalidad particular, el dispositivo se puede diseñar para la detección de materiales de conversión alta con base en praseodimio, que deben ser excitados simultáneamente con un primer láser a 1014 nm y un segundo láser a 850 nm, y que posteriormente emite en el rojo aproximadamente a 600 nm (Figura 7). En la modalidad, los pulsos de excitación P se generan por medio de las fuentes de excitación 31 y 32 que son operadas simultáneamente. El fotodetector 41 está asignado al monitoreo de la emisión a 600 nm. El segundo fotodetector 42 está diseñado para monitorear la emisión de conversión baja del praseodimio a 1310 nm, que está presente también. Dependiendo del grado deseado de complejidad y de las propiedades luminiscentes del marcaje de sonda M-P, se pueden incorporar inclusive más fuentes de luz de excitación y/o fotodetectores.

En aún otra modalidad más sofisticada de un dispositivo de autenticación de acuerdo con la invención, descrita esquemáticamente en la Figura 6, se emplea una combinación de un LED múltiple o una fuente de excitación LD 3, un microespectrómetro 4a' del tipo de rejilla de enfoque que incluye una boquilla de guía para la luz, un arreglo del CCD bidimensional 4b' como un dispositivo fotodetector/de adquisición, y un procesador 1 para controlar la adquisición, almacenamiento y evaluación de datos.

ES 2 312 314 T3

La fuente de excitación 3 incluye preferiblemente una serie de diodos emisores de luz 31, 32, 33,..., 3n, que tienen longitudes de onda de emisión escogidas de tal manera que cubran las zonas UV, visible y el infrarrojo cercano del espectro de luz. En particular, han probado ser útiles un conjunto de LED comercialmente disponibles que emiten en 370 nm (UV), 470 nm (azul), 525 nm (turquesa), 570 nm (verde), 590 nm (amarillo), 610 nm (naranja), 700 nm (rojo oscuro), 740 nm (IR), 770 nm (IR), 810 nm (IR), 870 (IR), 905 nm (IR) y 950 nm (IR). Estos LED se pueden disponer a conveniencia del usuario, pero se organizan preferiblemente en un círculo alrededor de la boquilla que sirve de guía para la luz del microespectrómetro.

El microespectrómetro del tipo de rejilla de enfoque 4a' es un dispositivo de acuerdo a la Figura 8. La luz de la sonda se acopla dentro del plano focal del espectrómetro por medio de una fibra óptica o de una boquilla que sirve de guía para la luz que actúa como una fuente de luz de forma puntual, iluminando la rejilla de reflexión de autoenfoque. Esta última enfoca la luz nuevamente sobre un arreglo fotodetector lineal, dispersando los diferentes componentes de longitud de onda incluidos en dicha luz sobre pixeles adyacentes de dicho arreglo. Se obtiene entonces un espectro de la luz de la sonda por medio de la lectura de los pixeles del arreglo fotodetector.

Para la adquisición rápida de la información espectral que depende del tiempo, se utiliza un arreglo de un dispositivo bidimensional acoplado de carga (CCD) 4b'. Tales arreglos del CCD incluyen un campo bidimensional de pixeles fotosensibles, que pueden ser leídos a través de un proceso de desplazamiento de acuerdo con la Figura 9a: Los pixeles son desplazados primero "verticalmente", línea por línea, dentro de un registro horizontal. Allí, se desplazan "horizontalmente" los pixeles individuales, pixel por pixel, hasta un preamplificador y posteriormente hasta la salida. Los arreglos bidimensionales del CCD se utilizan normalmente en cámaras de video y pueden comprender entre 256 y 1K pixeles en cada dimensión. El desplazamiento de la información del pixel, presente como electrones fotogenerados almacenados, es explicado en la Figura 9b: Tres electrodos (1, 2, 3) están presentes para cada pixel, que son dirigidos con señales positivas de reloj de tres fases ($\Phi 1$, $\Phi 2$, $\Phi 3$). Los electrones siempre se acumulan en pozos de potencial positivo, representados por un estado "bajo". Se hace que las fases alta y baja de las señales de reloj se superpongan de tal manera que de cómo resultado un desplazamiento de los electrones almacenados del arreglo completo por un pixel después de un período de reloj ($t1$ a $t6$), esto es:

	$t1$	$t2$	$t3$	$t4$	$t5$	$t6$
$\phi 1$:	alta	alta	alta	baja	baja	baja
$\phi 2$:	baja	baja	alta	alta	alta	baja
$\phi 3$:	alta	baja	baja	baja	alta	alta

En el contexto de la invención, una primera línea de pixeles fotosensibles (PIX) de dicho arreglo bidimensional del CCD sirve como arreglo fotodetector lineal de dicho dispositivo microespectrómetro 4a'. Las líneas restantes de pixeles del CCD no se utilizan como fotosensores, pero están protegidos de la influencia de la luz y juegan el papel de un dispositivo de almacenamiento primario para la información espectral que depende del tiempo.

El procesador 1 con su dispositivo de memoria 1c controla la adquisición de datos y el proceso de tratamiento, realizando las etapas de:

pulsar el diodo apropiado o los diodos de la fuente de excitación 3, con el propósito de excitar el marcaje de luminiscencia de la muestra de sonda 7-P, de la muestra de referencia respectiva 7-R, siguiendo el pulso de luz, llevando a cabo un número apropiado de desplazamientos de línea en el arreglo del CCD, con el propósito de registrar la información de respuesta espectral que depende del tiempo como un recuadro de una imagen bidimensional en el área protegida de dicho arreglo, leyendo la información de respuesta espectral que depende del tiempo del arreglo del CCD y almacenándola en el dispositivo de memoria 1c, tratándola posteriormente y evaluando la información espectral recolectada que depende del tiempo en términos de la tarea de autenticación que va a ser realizada.

La resolución que puede lograrse en el tiempo se determina por medio de la frecuencia de desplazamiento de línea de la etapa b). Esta puede ser tan alta como 4 MHz, correspondiente a una etapa de tiempo de 250 ns. La lectura de los datos acumulados de la etapa c) corresponde a un "recuadro de una imagen", que tiene una dimensión espectral y una dimensión temporal. Una curva de decaimiento con el tiempo se puede obtener a partir de este recuadro por medio de la división de un margen de tiempo a la longitud de onda apropiada; se puede tratar y evaluar esta información como se presenta en los ejemplos anteriores en una dimensión. El análisis se puede extender, alternativamente, a más de una longitud de onda, o combinarlo también con análisis espectral, tomando ventaja de la segunda dimensión del marco de datos adquirido.

Referencias citadas en la descripción

Este listado de referencias citado por el solicitante es únicamente para conveniencia del lector. No forma parte del documento europeo de la patente. Aunque se ha tenido gran cuidado en la recopilación, no se pueden excluir los errores o las omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 3473027 A [0008]
- US 3663813 A [0010]
- US 3412245 A [0009]
- US 3650400 A [0011]
- US 3582623 A [0010]
- US 4047033 A [0012]

REIVINDICACIONES

1. Método para autenticar un marcaje luminiscente de sonda (M-P), que comprende las etapas de:

- excitar dicho marcaje de luminiscencia de sonda (M-P) con al menos un pulso de excitación (P) de al menos una fuente de excitación (3, 31 - 36),
- medir los valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$) de intensidad de emisión (I) a partir de la emisión de radiación (E) de dicho marcaje luminiscente de la sonda (M-P) en respuesta al menos a dicho pulso de excitación (P) en intervalos de tiempo ($t_1 - t_n$),
- formación de una función de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda de dichos valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$),
- comparar dicha función de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda con al menos una función de intensidad versus tiempo de emisión de referencia,
- dicha función de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda y dicha función de intensidad versus tiempo de emisión de referencia se normalizan antes de la comparación.

2. Método de acuerdo a la reivindicación 1, **caracterizado** porque al menos un marcaje luminiscente de sonda (M-P) es parte de una muestra de sonda (7-P) que va a ser autenticada y se miden que las características específicas de emisión de dicho al menos un marcaje luminiscente de sonda (M-P), dichas características específicas de emisión incluyen al menos una longitud de onda de excitación de dicho pulso de excitación (P), al menos una longitud de onda de emisión de dicha emisión de radiación (E) y valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$) de intensidad de emisión (I) a intervalos de tiempo ($t_1 - t_n$) para al menos una de dichas longitudes de onda de emisión.

3. Método de acuerdo a la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque al menos un marcaje luminiscente de referencia (M-R) es parte de una muestra de referencia (7-R) y que se miden las características específicas de emisión de dicho al menos un marcaje luminiscente de referencia (M-R), dichas características específicas de emisión incluyen al menos una longitud de onda de excitación de dicho pulso de excitación (P), al menos una longitud de onda de emisión de dicha emisión de radiación (E) y valores de intensidad de referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$) de intensidad de emisión (I) a intervalos de tiempo ($t_1 - t_n$) para al menos una de dichas longitudes de onda de emisión.

4. Método de acuerdo a la reivindicación 3, **caracterizado** porque los valores de intensidad de la referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$) y/o al menos una función de intensidad versus tiempo de emisión de la referencia es/son almacenadas en al menos un dispositivo de memoria (1c, 1d).

5. Método de acuerdo a la reivindicación 4, **caracterizado** porque al menos una función de intensidad versus tiempo de emisión de la referencia se almacena en una forma normalizada y/o en una forma no normalizada.

6. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque dicho marcaje luminiscente de sonda (M-P) respectivamente el marcaje de referencia (M-R) se excita con al menos un pulso de excitación (P) de al menos una fuente de excitación (3, 31 - 36) que es un láser y/o un diodo emisor de luz.

7. Método de acuerdo a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque dicho marcaje luminiscente de sonda (M-P) respectivamente el marcaje de referencia (M-R) se excita con al menos un pulso de excitación (P) de electrones.

8. Dispositivo para autenticar un marcaje luminiscente de sonda (M-P), que comprende:

- al menos un detector (4, 41, 42, 4b) para medir los valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$) de intensidad de emisión (I) a partir de la emisión de radiación (E) de dicho marcaje luminiscente de sonda (M-P) en respuesta al menos a un pulso de excitación (P) generado por al menos una fuente de excitación (3, 31 - 36) a intervalos de tiempo ($t_1 - t_n$),
- al menos un procesador (1) para formar una función de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda de dichos valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$),
- al menos un procesador (1) para comparar dicha función de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda con al menos una función de intensidad versus tiempo de emisión de la referencia y
- al menos un procesador (1) para normalizar dicha función de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda antes de la comparación con una función normalizada de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda.

ES 2 312 314 T3

9. Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 8, **caracterizado** porque comprende al menos un dispositivo de memoria (1c, 1d) para almacenar valores de intensidad de referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$) de intensidad de emisión (I) a intervalos de tiempo ($t_1 - t_n$) para al menos una longitud de onda de emisión de radiación (E) de dicho marcaje de luminiscencia de referencia (M-R) y/o para almacenar al menos una función de intensidad versus tiempo de emisión de referencia formada a partir de los valores de intensidad de referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$).
10. Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 8 a 9, **caracterizado** porque comprende dicha al menos una fuente de excitación (3, 31 - 36).
11. Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado** porque dicho al menos un detector (4) comprende un selector de longitud de onda (4a').
12. Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado** porque dicho al menos un detector (4, 41, 4b) convierte la intensidad de emisión (I) en señales eléctricas de valores de intensidad de sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$) respectivamente valores de intensidad de referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$) y que dicho al menos un procesador (1) muestrea dichas señales eléctricas para formar una función de intensidad versus tiempo de emisión de la sonda de dichos valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$) respectivamente para formar una función de emisión de referencia de intensidad versus tiempo de referencia de dichos valores de intensidad de referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$).
13. Dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado** porque comprende al menos un espectrómetro para diferenciar entre dos o más longitudes de onda de emisión y que dicho al menos un detector (4b) es un arreglo fotodetector para medir la emisión de radiación (E) a dos o más longitudes de onda de emisión, permitiendo una medición simultánea de los valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$) de emisión de radiación (E) de un marcaje luminiscente de sonda (M-P) respectivamente una medición simultánea de valores de intensidad de referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$) de emisión de radiación (E) de un marcaje luminiscente de referencia (M-R).
14. Dispositivo de acuerdo a la reivindicación 13, **caracterizado** porque comprende dicho al menos un arreglo fotodetector (4b) es un arreglo bidimensional del CCD, una primera fila de píxeles fotosensibles (PIX) trabaja como un arreglo fotodetector, las filas restantes de píxeles trabajan como un dispositivo primario de almacenamiento para información espectral en función del tiempo a través del proceso de desplazamiento de líneas.
15. Sistema de seguridad para autenticar una marcación luminiscente de sonda (M-P), que comprende:
- un dispositivo de acuerdo a una de las reivindicaciones 8 a 14,
 - al menos una muestra de referencia (7-R) que comprende al menos una marcación luminiscente de referencia (M-R) para medir los valores de intensidad de referencia ($V_{R1} - V_{Rn}$) de intensidad de emisión (I) a intervalos de tiempo ($t_1 - t_n$) para al menos una longitud de onda de la emisión de radiación (E) de dicha marcación luminiscente de referencia (M-R) y
 - al menos una muestra de sonda (7-P) que comprende al menos una marcación luminiscente de sonda (M-P) para medir los valores de intensidad de la sonda ($V_{P1} - V_{Pn}$) de intensidad de emisión (I) a intervalos de tiempo ($t_1 - t_n$) para al menos una longitud de onda de la emisión de radiación (E) de dicha marcación luminiscente de la sonda (M-P).
16. Un sistema de seguridad de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado** porque al menos una de dichas muestras de sonda (7-P) es parte de una tinta y/o de una composición de recubrimiento de un artículo (7) que va a ser autenticado.
17. Un sistema de seguridad de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado** porque al menos una de dichas muestras de sonda (7-P) está contenida en un material a granel de un artículo (7) que va a ser autenticado.

Figura 1

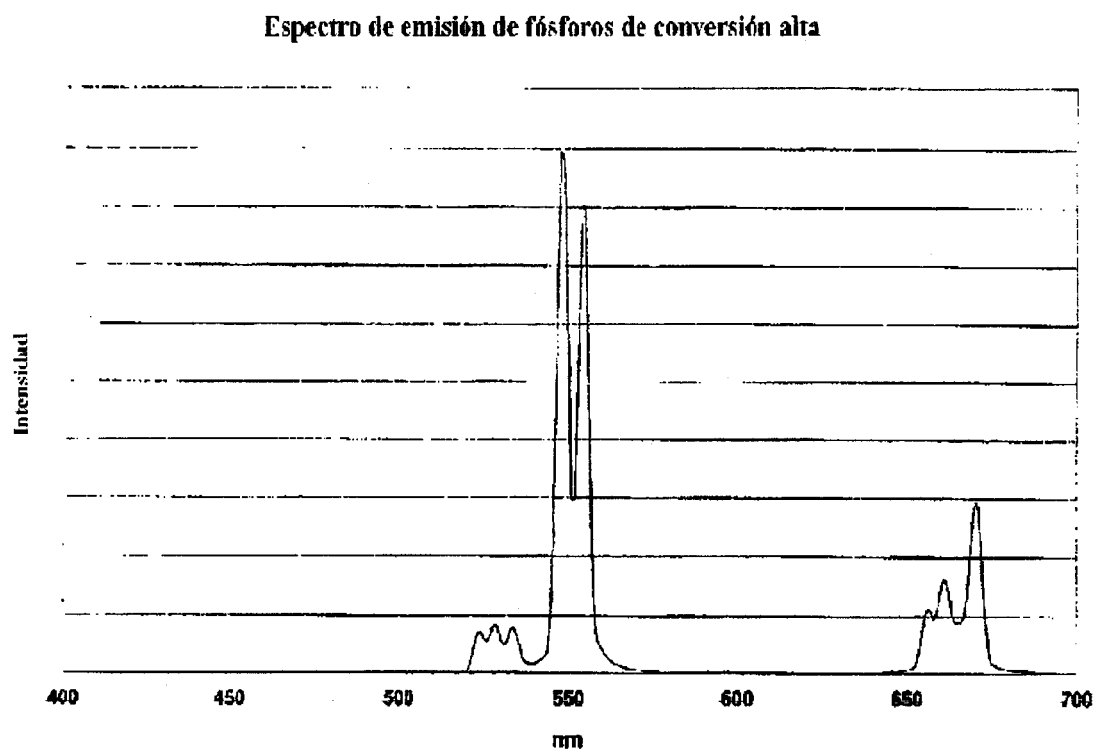
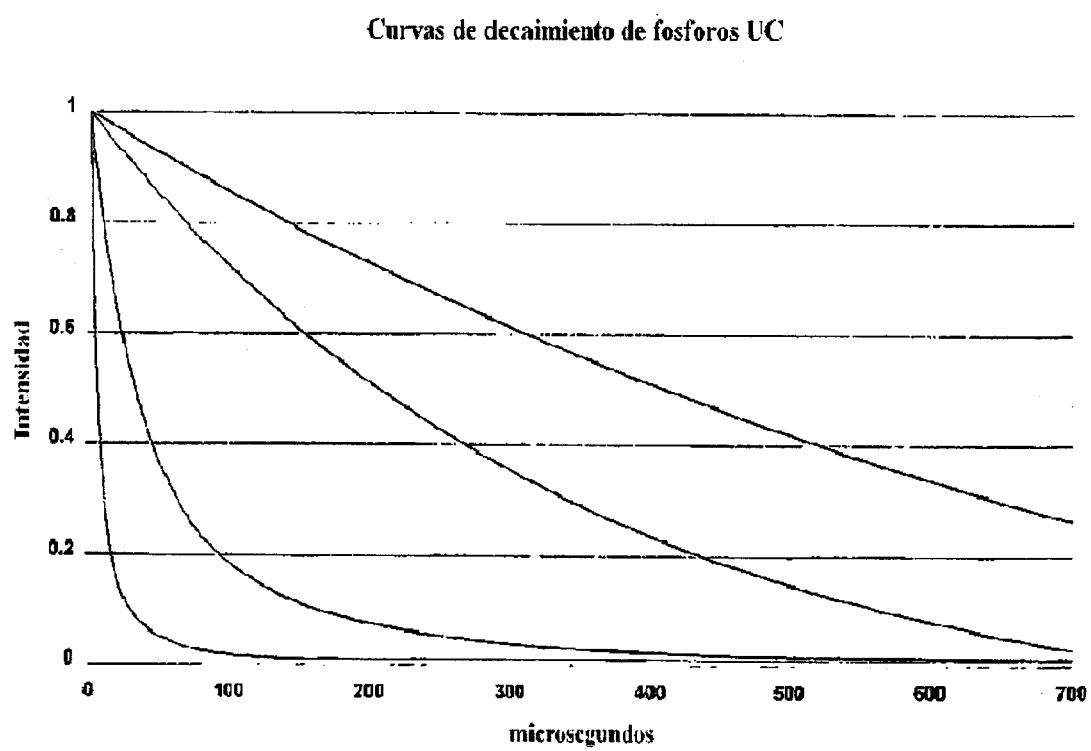


Figura 2



5

Figura 3

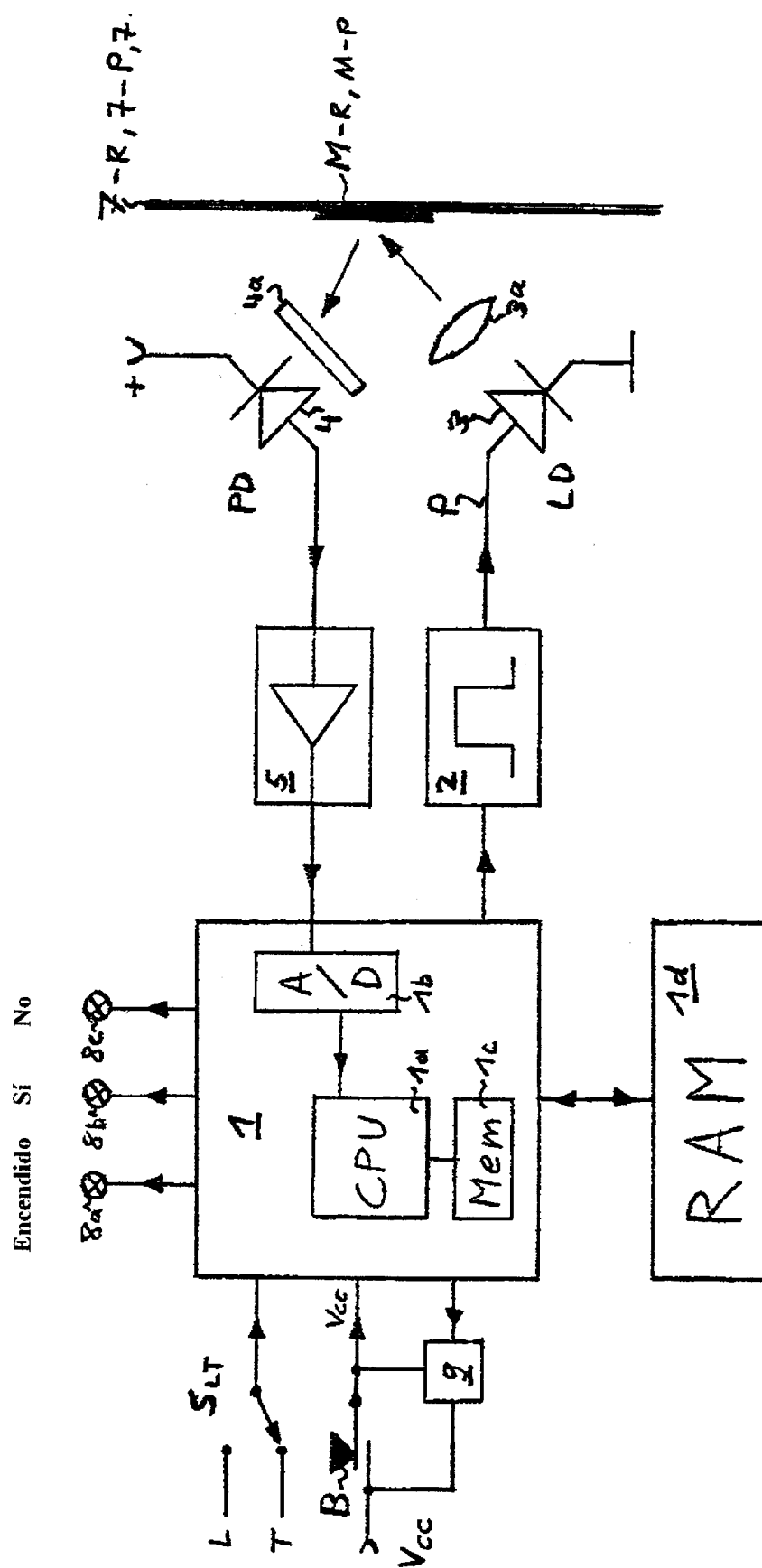


Figura 4

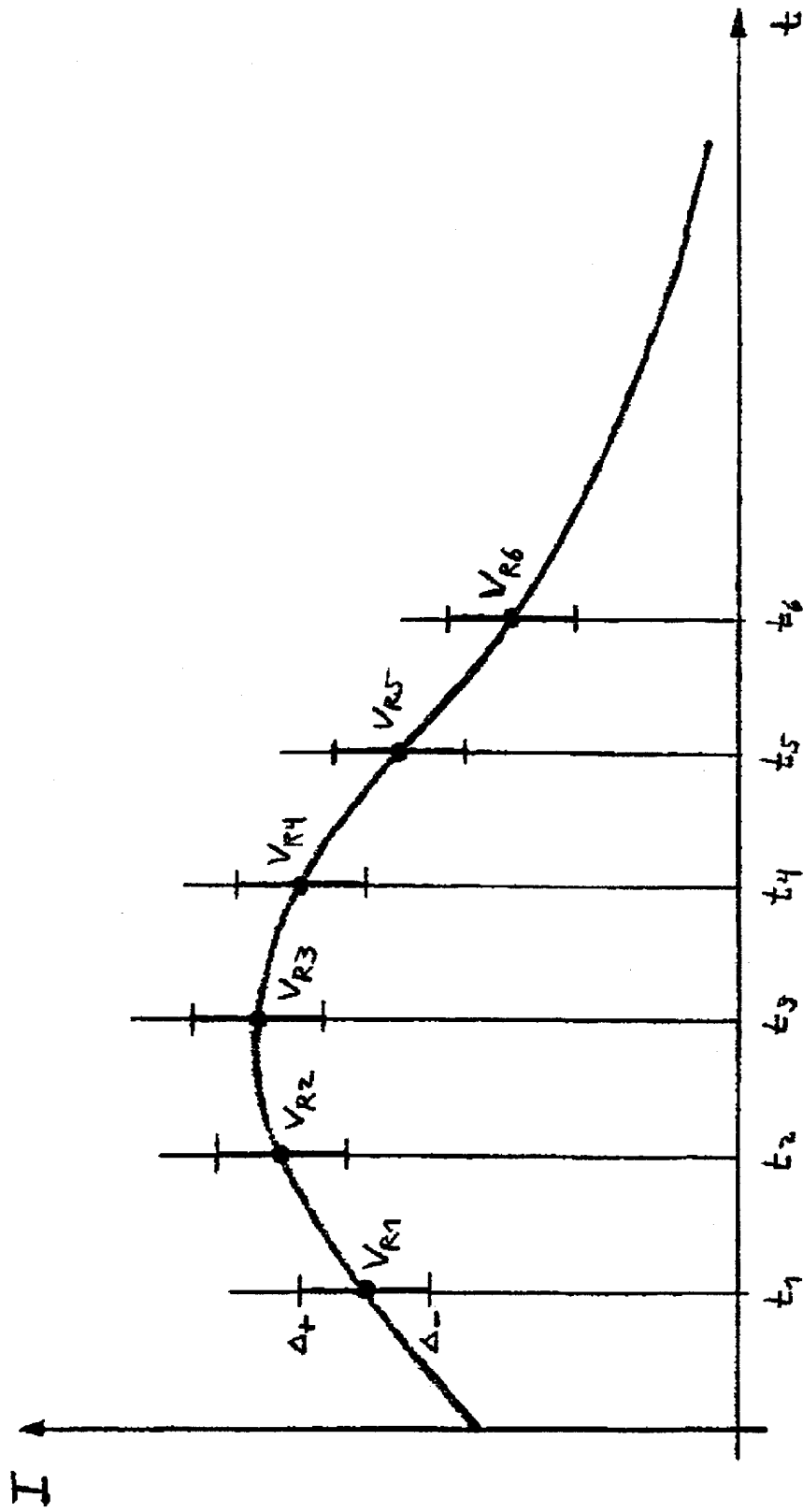


Figura 5

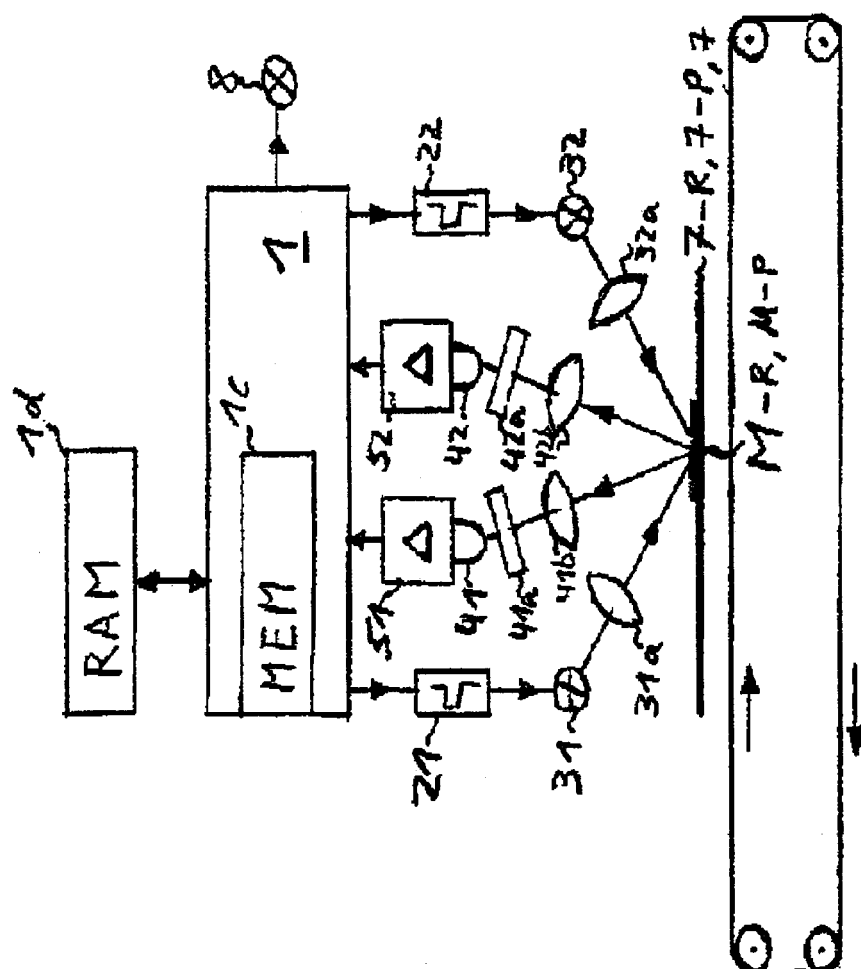


Figura 6

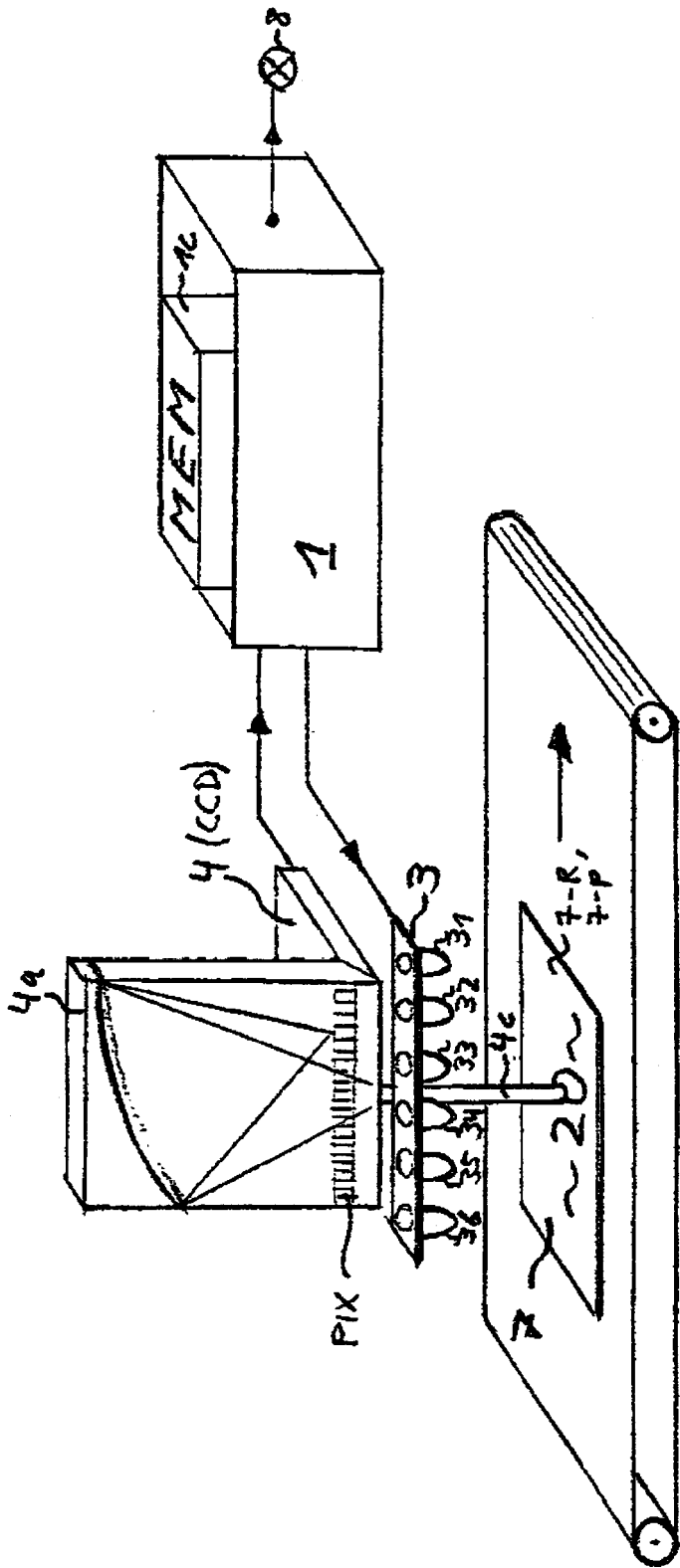
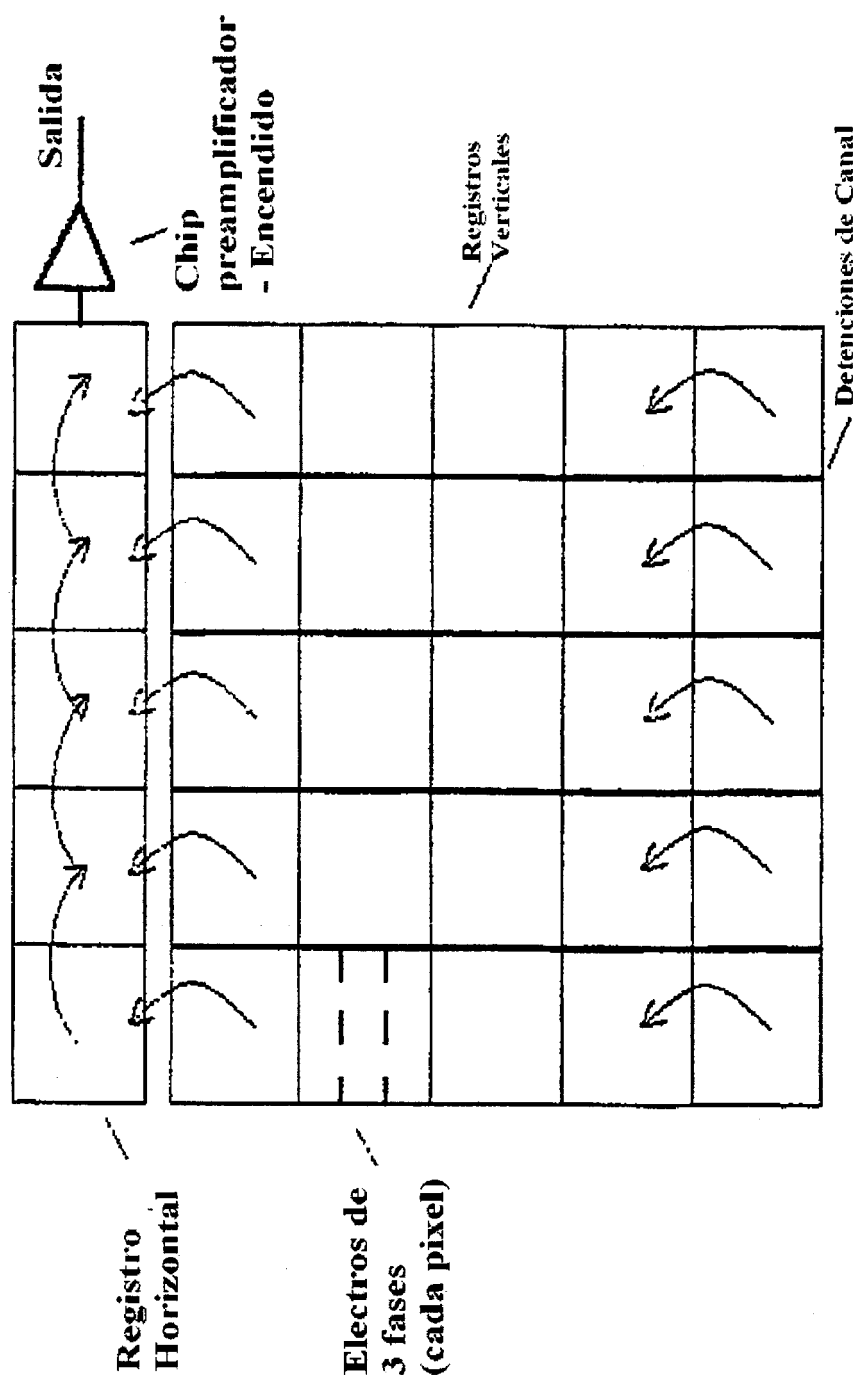
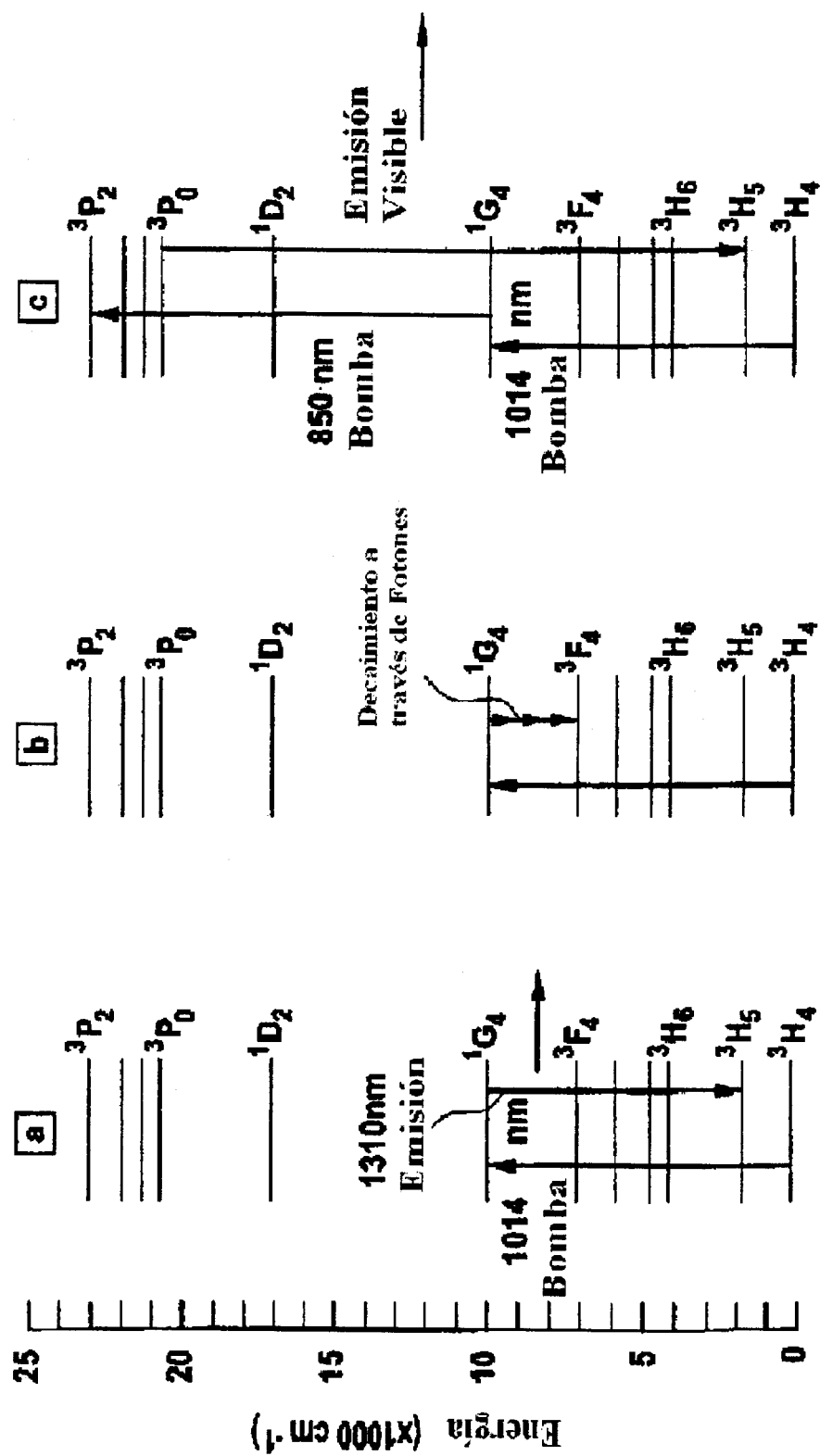


Figura 9a: Principio de lectura de un arreglo bidimensional del CCD



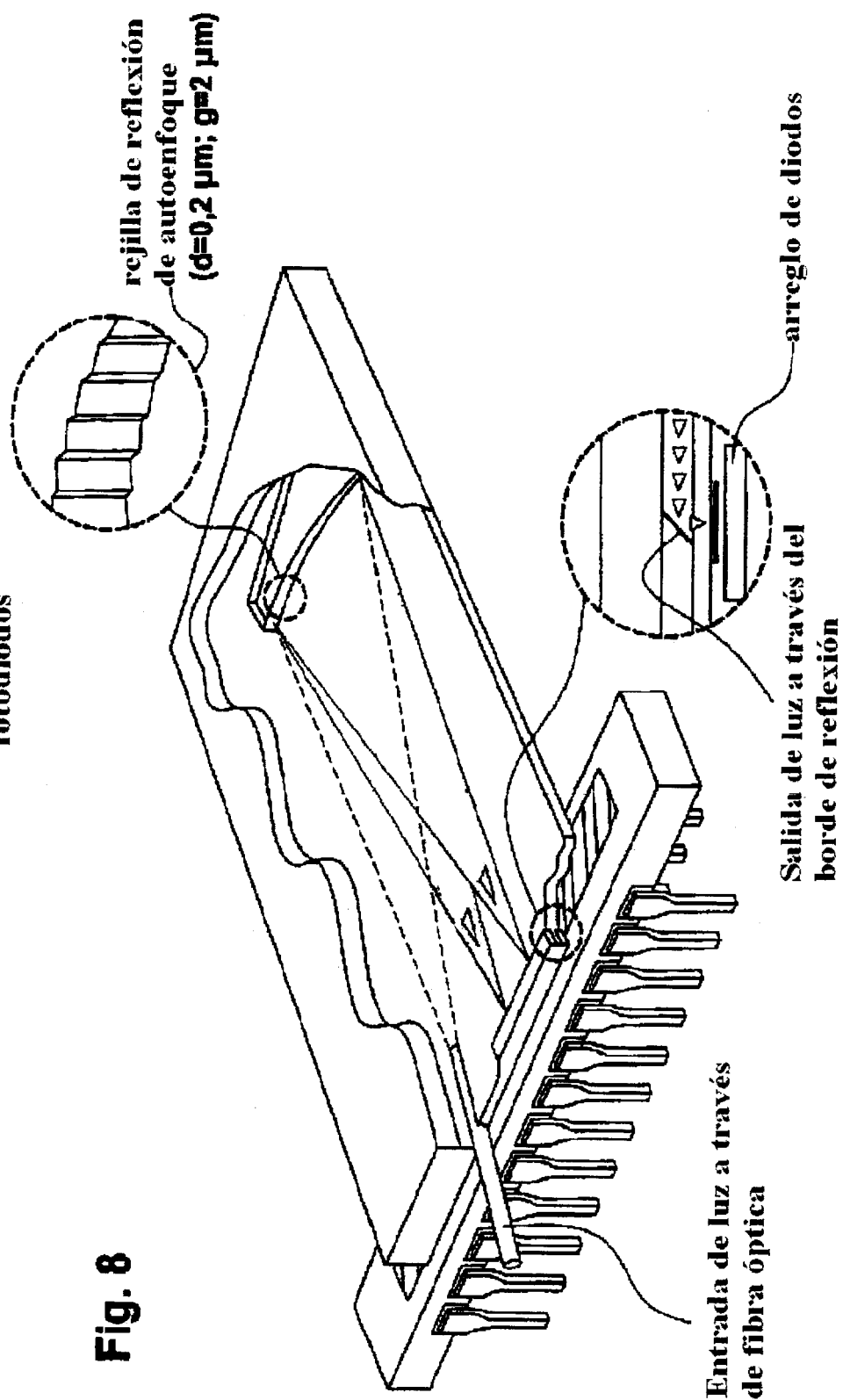
Niveles de energía del ion de praseodimio ($3+$)

Fig. 7



Microespectrómetro del tipo de rejilla de enfoque, montado sobre un arreglo lineal de fotodiodos

Fig. 8



Principio de desplazamiento de datos en un arreglo del CCD

Fig. 9b

