

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 884**

51 Int. Cl.:

G06K 7/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2013 PCT/EP2013/069460**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14044747**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2013 E 13770861 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2898449**

54 Título: **Método y sistema para detectar un código de barras en 2D en una etiqueta circular**

30 Prioridad:

21.09.2012 EP 12185478

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

19.05.2017

73 Titular/es:

**BIOMÉRIEUX (100.0%)
69280 Marcy l'Étoile, FR**

72 Inventor/es:

**SALVI, GUIDO;
CARIGNANO, ANDREA;
SCACCABAROZZI, SILVANO y
VISCONTI, DAVIDE**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 612 884 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 y sistema para detectar un código de barras en 2D en una etiqueta circular

Campo de la tecnología

5 La presente invención se refiere a un método y a un sistema para leer un código de barras, En particular la presente invención se refiere a un método y a un sistema para localizar un código de barras (por ejemplo un código de barras en 2D) situado en una región circular, particularmente en una etiqueta circular.

Antecedentes

10 El problema del escaneo de códigos de barras se puede aplicar a una gran variedad de contextos de aplicación. En la presente solicitud, sin pérdida de generalidad, concretamente abordamos un ejemplo específico en la ingeniería de un lector de código de barras en un sistema electromecánico para el análisis biológico. En particular, el sistema lector de código de barras ha sido implementado en el Sistema de Ensayo de Inmunodiagnóstico Vitek fabricado y distribuido por bioMerieux también conocido como VIDAS[®] o VIDAS[®] 3 en su versión más reciente. Es un inmunoanalizador multiparamétrico automatizado compacto que usa tiras reactivas desechables dispensadas previamente y recipientes de Fase Sólida recubiertos especialmente (SPR[®]). El VIDAS[®] 3 puede pipetear directamente desde el tubo de muestra primario, mezclar, incubar, controlar y analizar las muestras.

15 El VIDAS[®] 3 tiene cuatro secciones independientes, donde cada sección puede tener hasta 3 muestras. Características adicionales permiten al VIDAS[®] 3 llevar a cabo automáticamente el manejo de muestra desde los tubos primarios. El operador introduce los SPR[®], tubos destapados, centrifugados y tiras dentro del instrumento. Todas las operaciones restantes (lectura del código de barras de los tubos primarios y la aspiración de muestra desde los tubos primarios) son manejadas automáticamente por el sistema. El procesamiento de las tiras reactivas VIDAS[®] 3, los algoritmos, el análisis y el kit de componentes usados (tiras, SPR[®], etc.) son todos idénticos a los actuales VIDAS[®] y mini VIDAS[®]. Como los VIDAS[®] y mini VIDAS[®], los VIDAS[®] 3 ofrecerán un lote de rutina o una prueba de acceso aleatorio (mezclada) para serología, inmunoquímica, detección de antígeno e inmunohemostasis. Los métodos inmunológicos son EIA indirectos, la inmunocaptura, el sándwich o competición, implicando todos un conjugado que utiliza la fosfatasa alcalina. Como el VIDAS[®] y mini VIDAS[®], el VIDAS[®] 3 usa protocolos de instrumentos como se definen para cada producto de ensayo. Estos protocolos son automáticamente seleccionados en la base del conocimiento informático a través de la información contenida en el código de barras en el embalaje del producto. El usuario confirma la selección del ensayo a través de menús de usuario. Los resultados de las pruebas se transmiten al ordenador para ser analizados e impresos.

20 El sistema es capaz de ejecutar simultáneamente múltiples análisis, los cuales comprenden secuencias de acciones realizadas en la muestra mediante componentes mecánicos compartidos; la duración máxima de cada análisis está limitada por restricciones biológicas, pero se permiten los tiempos de espera entre las acciones subsecuentes oscilen dentro de un intervalo no determinista. Cada tipo de análisis biológico se compone de una fase de tratamiento previo y un protocolo analítico. Al inicio del análisis, un tubo de ensayo en forma de cono identificado únicamente por un código de barras contiene la muestra, otros tubos dispuestos como una tira de múltiples contenedores, contienen fluidos de dilución e incubación. Durante la fase de tratamiento previo, una pipeta automática vierte repetidamente la muestra entre los distintos tubos, cada acción de la pipeta dura una cantidad determinista de tiempo. Los tiempos de espera se permiten entre acciones sucesivas, pero se limitan a oscilar entre unos valores mínimos y máximos determinados por los periodos de incubación/reacción y las propiedades de deterioro de la muestra. Después de la finalización de la fase de tratamiento previo, al protocolo analítico le sigue una secuencia fija de pasos durante los cuales la muestra se combina con reactivos y múltiples medidas son tomadas por una cabeza de lectura.

25 También en este caso, las acciones de la cabeza de lectura son deterministas e intercaladas con tiempos de espera (véase la Fig. 1). Para la explotación eficiente de los componentes electromecánicos, se llevan a cabo simultáneamente múltiples análisis, también de diferentes tipos,. Con este fin, el sistema compone múltiples secciones, una por cada análisis. Cada sección es a su vez dividida en ranuras, que llevan diferentes muestras que pueden ser sometidas a diferentes tratamientos previos y pueden operar en muestras de diferentes sujetos . Sin embargo, ya que la cabeza de lectura está diseñada para tomar medidas en toda una sección a la vez, todas las ranuras de la misma sección son limitadas a ejecutar el mismo protocolo analítico (véase la Fig.2).

30 La pipeta y la cabeza de lectura se comparten entre las diferentes ranuras y secciones y no pueden ser usadas simultáneamente por dos análisis diferentes.

35 En cada análisis biológico, es por supuesto esencial que el cono correcto coincida con la tira correcta. La inserción de los conos y de las tiras en la máquina se hace normalmente a mano por un operador. La disposición con múltiples secciones y ranuras hace incluso más fácil cometer un error en la posición del par cono/tira. Se han puesto en lugar varios métodos de enfatizar la coincidencia entre los dos componentes coincidentes (por ejemplo el mismo color en el cono y la tira), para facilitar la operación del operador humano. Sin embargo, para estar seguro de que los análisis se realizan correctamente, la máquina debería ser proporcionada mejor con un mecanismo de reconocimiento automático para evitar cualquier error humano. El lector de código de barras parece ser una de las posibles soluciones, con un código de barras (por ejemplo un código de barras en 2D) en el tubo en forma de cono y

un código de barras en la tira; sin embargo la forma particular de los conos plantea algunos problemas en la localización automática y lectura del código de barras en la etiqueta circular en la parte superior del cono (véase la figura 3). Los métodos y software conocidos de reconocimiento de imagen son bastante costosos en términos de consumo de recursos y tiempo. Una dificultad adicional del presente sistema es la posible inclinación del lector de código de barras con respecto a la etiqueta circular que lleva el código, debido al posicionamiento relativo de los distintos componentes de la máquina que no permiten un alineamiento recto entre el lector y el objetivo. El método y los sistemas de la técnica anterior, por ejemplo aquellos descritos en el documento EP1143372 o US2006/0269136 no ayudan en la identificación de la posición de un código de barras en 2D en una etiqueta en forma circular de manera rápida y fiable. Una solución simplificada, más rápida y con un menor consumo de recursos de hardware sería por lo tanto muy deseable.

Objetos de la descripción

Es un objeto de la presente descripción superar al menos algunos de los problemas asociados con la técnica anterior.

Además un objeto de la presente invención es proporcionar un método para identificar la posición de una imagen de un código de barras en 2D en una etiqueta sustancialmente circular de manera rápida y fiable.

Otro objeto de la invención es proporcionar un aparato electromecánico para realizar los análisis biológicos teniendo un lector de código de barras capaz de localizar y leer una imagen de un código de barras en 2D en una etiqueta sustancialmente circular.

Compendio

La presente descripción proporciona un método de programación como se presenta en las reivindicaciones adjuntas.

Según una primera realización, la presente descripción proporciona un método para determinar con un sistema digital de procesamiento de imagen, la posición de una matriz de datos rectangular dentro de una región sustancialmente circular, estando la matriz de datos posicionada dentro de una porción predeterminada de una región de corona circular, estando definida la corona circular por un círculo interior y por un círculo exterior que tienen el centro sustancialmente coincidentes con el centro de la región sustancialmente circular, siendo identificada la porción de la región de la corona circular por al menos una marca visual, incluyendo el método los pasos de: adquisición de una representación digital de la región sustancialmente circular; determinación del centro de la región sustancialmente circular; construcción de un área del anillo detector que incluya los círculos interior y exterior; escaneo radial del área del anillo detector para identificar al menos una marca visual indicativa de la posición inicial de la porción predeterminada de la región de la corona circular; comenzando desde la posición inicial, escaneo del área del anillo detector para determinar la posición de la frontera de la matriz de datos.

En una realización preferida de la presente descripción la porción predeterminada de una región de la corona circular se incluye en un segmento circular, excediendo el contraste mínimo entre el segmento circular y el resto de la región sustancialmente circular un umbral predeterminado y al menos una marca visual está representada por una posición donde la región de la corona circular interseca la cuerda que define el segmento circular.

También en una realización preferida, la matriz de datos representa un código de barras en 2D y el fondo del segmento circular donde la matriz de datos está posicionada es negro. Ventajosamente el área cubierta por el segmento circular es como mucho un 90% del área total de la región sustancialmente circular, preferiblemente como mucho un 70% y más preferiblemente como mucho un 50%. De una manera más preferible, el área cubierta por el segmento circular es menor del 50% del área total de la región sustancialmente circular. Una de las ventajas de tener un segmento circular parcial comparado a la región sustancialmente circular es que se puede incluir información distinta de la información del código de barras en el área diferente de la región circular. Otra ventaja es que un segmento circular más pequeño facilita su lectura y así el hallazgo del código de barras en 2D.

También en una realización preferida que adquiere una representación digital se incluye la captura mediante un sistema digital de procesamiento de imagen de una imagen rectangular en blanco y negro que incluya la región sustancialmente circular, incluyendo la imagen rectangular un conjunto de píxeles teniendo cada pixel un nivel de gris y almacenando la representación dentro del procesamiento digital de imagen. El paso de determinación del centro de la región sustancialmente circular incluye: la identificación del borde de la región sustancialmente circular dentro de la imagen rectangular; la determinación del centro de la región sustancialmente circular con respecto al borde identificado. En una realización de la presente invención, la identificación del borde de la región sustancialmente circular incluye: el escaneo horizontal de la imagen rectangular para identificar un punto de transición donde la diferencia entre el nivel de gris de los píxeles vecinos está excediendo un valor predeterminado, siendo el punto de transición horizontal indicativo de un borde lateral de la región sustancialmente circular; el escaneo vertical de la imagen rectangular para identificar un punto de transición donde la diferencia entre el nivel de gris de los píxeles vecinos está excediendo un valor predeterminado, siendo el punto de transición vertical indicativo de un borde vertical de la región sustancialmente circular.

Ventajosamente el paso de construcción de un área del anillo detector incluye la determinación de una corona circular incluida entre un radio interno y un radio externo con respecto al centro de la región sustancialmente circular.

Según otro aspecto de la presente descripción, se proporciona un programa de ordenador, que incluye medios de código de programa los cuales, cuando se ejecutan en un ordenador implementan el método anterior.

5 Según otra realización, proporcionamos un sistema para determinar, con un sistema digital de procesamiento de imagen, la posición de una matriz de datos rectangular dentro de una región sustancialmente circular, siendo la matriz de datos posicionada dentro de una región de corona circular predeterminada y dentro de un segmento circular de la región sustancialmente circular, teniendo la región circular una oscuridad mínima de fondo mayor que un determinado umbral, siendo la región de la corona circular definida por un círculo interior y por un círculo exterior que tienen el centro sustancialmente coincidente con el centro de la región sustancialmente circular, incluyendo el sistema uno o más componentes adaptados para realizar los pasos del método anterior.

10 Según una realización adicional de la presente descripción proporcionamos un sistema de lectura de código de barras que incluye el sistema anterior para determinar la posición de una matriz de datos rectangular dentro de una región sustancialmente circular. También se proporciona un sistema electromecánico para realizar análisis biológicos, que incluyen el sistema lector de código de barras.

15 La presente invención ofrece un número de beneficios. Una de las ventajas de una realización preferida de la presente invención es que un software de reconocimiento de imagen simplificado, que consume bajos recursos aborda la necesidad de la identificación, localización y lectura de un código de barras en una etiqueta en forma circular.

Breve descripción de los dibujos

Se hará ahora referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos, en los cuales:

20 La Figura 1 es una representación esquemática de la arquitectura física de los componentes del sistema que ejecutan un análisis único en un aparato electromecánico para realizar pruebas biológicas;

La Figura 2 es una representación esquemática, de la arquitectura física del sistema general que compone múltiples análisis en las ranuras y secciones en un aparato electromecánico para realizar pruebas biológicas según una realización de la presente invención;

25 La Figura 3 es una representación esquemática del posicionamiento relativo del dispositivo detector y del objetivo, el cual está inclinado con respecto al eje perpendicular que pasa a través del centro del dispositivo detector.

Las Figuras 4 a 18 muestran varias etapas y aspectos del método según una realización preferida de la presente invención;

30 La figura 19 muestra un diagrama de flujo de los pasos del método según una realización preferida de la presente invención;

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

35 La disposición de un dispositivo detector (por ejemplo una cámara que incluye un sensor 101 y una lente 103) que está inclinada con un ángulo δ (por ejemplo 35°) con respecto al objetivo 105 se representa en la Figura 3. El objetivo, en el presente ejemplo, es una etiqueta circular que lleva un código de barras que se aplica en la parte superior de un tubo en forma de cono. Dicho tubo debe coincidir con una tira correspondiente como se mencionó anteriormente. La tarea a realizar por el sistema que implementa una realización de la presente descripción es adquirir la imagen representada en la etiqueta objetivo 105, localizar el código de barras (por ejemplo un código de barras en 2D) y leer la información contenida en el código de barras. Dicha información puede luego usarse para verificar la correcta coincidencia entre el cono y la tira. Más generalmente el problema abordado por la presente descripción es el de la lectura de un código de barras en una etiqueta circular, la cual puede estar posiblemente en un plano inclinado con respecto a la línea perpendicular desde el dispositivo detector y el objetivo. Un código de barras en 2D se representa normalmente con una Matriz de Datos, esto es, un matriz bidimensional consistente en "celdas" blancas y negras o módulos dispuestos en un patrón cuadrado o bien rectangular. La información que ha de ser codificada puede ser texto o datos brutos.

45 El dispositivo detector se controla mediante un ordenador o microprocesador que tiene un código integrado en el firmware; por ejemplo, en el ejemplo práctico aquí descrito, el microprocesador es un procesador basado en un núcleo ARM9, que ejecuta a 400 Mhz principalmente dirigido para aplicaciones multimedia y de baja potencia. Este procesador es necesario para proporcionar suficiente capacidad para adquirir la imagen y decodificar el código de la Matriz de Datos (DMTX). El microprocesador se equipa con una memoria FLASH, RAM y EEPROM: la memoria FLASH se usa para almacenar la aplicación y el código FW; la memoria RAM se usa para ejecutar el código y almacenar tanto la información de la imagen como información temporal durante el proceso de decodificación de la Matriz de Datos. La memoria EEPROM se usa para almacenar datos relevantes tales como los parámetros de la cámara a bordo o datos de calibración. Dicho ordenador ejecuta un software que procesa la imagen capturada mediante el dispositivo 101 de detección el cual, en una realización preferida de la presente descripción, está montado a bordo. En una realización preferida de la presente descripción el software incluye un Algoritmo de Decodificación de la Matriz de Datos (DDA) el cual es capaz de decodificar una Matriz de Datos (DMTX) de un tamaño fijo (por ejemplo una densidad de código de 8×18 cuadrados con cualquier tamaño de lado de elemento

único de 5mils (0,127 mm) con ECC200. El ECC200 es una versión reciente de la Matriz de Datos y soporta algoritmos de comprobación y corrección de errores de codificación avanzados. El ECC200 permite la reconstrucción de la rutina de la cadena de datos codificados completa cuando el símbolo ha sufrido hasta un 30% de daño, asumiendo que la matriz puede aún ser localizada con exactitud. La distancia de trabajo óptima, entre el dispositivo detector y el plano del objetivo está comprendida entre 106 mm y 98 mm, por ejemplo, 102,5 mm como en el presente ejemplo. En una realización de la presente descripción la placa con el dispositivo 101 de detección está posicionada con un ángulo de 35 grados con respecto al eje perpendicular del plano objetivo (y la etiqueta circular).

En una realización de la presente descripción el dispositivo detector incluye una cámara (por ejemplo OmniVision OV9121 B&W con un sensor CMOS 1280x1024 (SXGA), equipada con lente por ejemplo lente estándar de 16 mm. Sobre la lente hay una apertura mecánica y fija que permite una mayor Profundidad de Campo (DOF). La DOF es la distancia entre los objetos más cercanos y más lejanos en una escena que aparecen aceptablemente nítidos en una imagen. Aunque una lente puede enfocar con precisión sólo en una distancia a la vez, la disminución de la nitidez es gradual en cada lado de la distancia enfocada, por lo que dentro de la DOF, la falta de nitidez es imperceptible bajo condiciones de visión normales. En las siguientes figuras podemos ver la apertura en acción. La Figura 4A está adquirida sin una apertura mecánica. El enfoque disminuye saliendo desde el centro de la imagen: DMTX está borroso. La Figura 4B está adquirida con una apertura mecánica y toda la etiqueta circular (también referida en lo siguiente como DOT) tiene un enfoque correcto.

La iluminación es también un aspecto crítico para crear una inspección visual de buena calidad, robusta y oportuna: el sistema según una realización preferida de la presente descripción monta seis LED rojos alrededor de la lente del cuerpo de la cámara para iluminar la DOT.

En una realización preferida de la presente descripción, el software de reconocimiento de imagen recortará una porción de la imagen para conseguir una imagen resultante de 512 x 512 píxeles. Para un correcto análisis, la DOT debe ser completamente interna del área capturada por la cámara. La Figura 5A representa un ejemplo donde la DOT está desplazada a la izquierda con respecto al centro esperado, mientras la Figura 5B muestra un ejemplo donde la DOT está razonablemente centrada.

El procesamiento de imagen comienza con la fijación de un puntero al primer pixel de la imagen el cual: corresponde al primer byte del conjunto (o matriz) y está en la parte superior izquierda de la imagen. No hay ninguna copia de la imagen porque cuesta muchos milisegundos, alrededor de 200 ms, por lo que el sistema usa directamente una memoria intermedia llenada por el firmware principal. La Figura 6 muestra la dirección convencional de los ejes XY en una imagen.

El sistema tiene un intervalo de flexibilidad para decodificar correctamente la DMTX. Este intervalo puede ser calculado aproximadamente mediante la variación de la distancia entre la cámara y la DOT. En la realización preferida del presente ejemplo, la DOT es normalmente legible a la distancia nominal (102,5 mm) +3 mm/- 4 mm con un ángulo de lectura de alrededor de 35°. El sistema puede leer correctamente la DMTX a distancias mayores o menores pero, en estos casos, otras variables (posición, rotación, distorsión, desenfoque) podrían afectar al resultado final. En la inspección visual el fondo también es un aspecto crítico; la escena final debe ser similar a la obtenida durante una prueba de ajuste.

Un ejemplo de las condiciones de la prueba de ajuste (usadas en la presente realización) es el siguiente:

- iluminación no mayor que 150 lux;
- fondo fuera del objetivo (DOT) tan oscuro y uniforme como sea posible. Según una realización preferida el fondo se puede considerar uniforme si no hay zonas donde el nivel de gris detectado (gl) entre dos píxeles vecinos excede un umbral predeterminado, por ejemplo. 10gl en caso de un borde ascendente o descendente y 5gl en caso de picos. Los términos "borde ascendente/descendente", "pico" y "detección de pico" están referidos a su significado tal y como se usa en el campo de procesamiento de la imagen.

- preferiblemente la imagen del objetivo (DOT) debería estar sustancialmente en el centro de la imagen con un tamaño de 512x512 píxeles; sin embargo para que el algoritmo funcione es suficiente que toda la imagen esté dentro del límite de la ventana y preferiblemente el límite de la DOT debería estar a alrededor de 10 píxeles desde el límite de la ventana.

Si esto cambia drásticamente, la funcionalidad del sistema podría verse comprometida, especialmente en un análisis de "DOT perdida". Para encontrar una "DOT perdida", el sistema implementa una función del histograma acumulativo que recopila todos los valores de píxeles agrupados en 16 secciones.

- Sección 0: valor de nivel de gris desde 0 a 15
- Sección 1: valor de nivel de gris desde 16 a 32
- Sección 2: valor de nivel de gris desde 33 a 48

y así hasta

- Sección 16: valor de nivel de gris desde 241 a 256

Después de que el histograma se complete, para verificar la presencia de la DOT sólo hay que comparar el último valor con un umbral. Las Figuras 7A y 7B son representaciones gráficas del histograma. La Figura 7A muestra un ejemplo de DOT perdida, mientras que la Figura 7B muestra un ejemplo de presencia de DOT.

5 Para encontrar la DOT en la imagen y la posición de la DMTX (la cual está dentro de la DOT) el sistema implementa una serie de funciones que:

- Encuentran el borde de la DOT y el centro de la DOT;
- Aplican a la imagen un conjunto de máscaras en forma de anillo (alineadas respecto al centro de la DOT);
- Buscan la DMTX dentro del anillo seleccionado.

10 Una función llamada BuscarCentroAnillo busca y encuentra el centro de la DOT a través de 5 perfiles izquierdos, 5 perfiles derechos y un escaneo diagonal de fondo. El perfil generalmente se usa para hacer un promedio de un número específico de píxeles y ésta es la manera de coger un mejor borde ascendente o descendente.

- Los primeros 5 perfiles horizontales izquierdos buscan el lado izquierdo de la DOT.
- Los segundos 5 perfiles horizontales derechos buscan el lado derecho de la DOT.

15 - El último escaneo busca el lado del fondo de la DOT mediante 7 perfiles radiales comenzando desde el fondo de la imagen.

1. El sistema encuentra el borde izquierdo de la DOT seleccionando el mejor perfil de 5, esto es, haciendo el escaneo de 5 perfiles centrados verticalmente en la imagen. Para cada uno de estos perfiles el sistema integra 5 píxeles verticales para cada coordenada X, comenzando desde la coordenada $x=10$ hasta el centro de la imagen. Los 5 niveles verticales de gris (gl) se almacenan en un conjunto para ser analizados, no comparando sus valores con un umbral global fijo sino de manera relativa. El análisis relativo se hace mediante la comparación de la diferencia entre un valor l y un valor $(l+6)$ (esto es desplazado en 5 posiciones) con un valor absoluto de referencia predeterminado. Si la diferencia excede dicho valor de referencia (por ejemplo $10gl$), asumimos que hay un borde y por lo tanto el límite izquierdo de la DOT. De tal manera tomamos en consideración sólo los bordes reales con una mínima profundidad (por ejemplo el borde ascendente cuando la transición va de negro a blanco o el borde descendente en el caso contrario), excluyendo los bordes que son demasiado delgados. Si los bordes son más estrechos que un umbral predeterminado, las transiciones positivas (o negativas) son inmediatamente seguidas de una transición de signo contrario: llamamos a estos "picos" y el valor de referencia absoluta para la detección es menor (por ejemplo 5) que para los bordes.

30 Así, según el presente ejemplo, el sistema detectaría un borde ascendente cuando se verifica la siguiente relación:

$$gl(x+6)-gl(x) > 10$$

(de manera similar un borde descendente sería identificado si $gl(x+6)-gl(x) < -10$).

Cuando un pico se encuentra ambas relaciones siguientes se respetan:

$$gl(x+6)-gl(x) > 5 \text{ Y } gl(x+6)-gl(x+12) < -5$$

35 De los 5 perfiles horizontales el sistema almacena en una memoria las coordenadas x del borde detectado. La coordenada x más a la izquierda se toma como el borde izquierdo de la DOT.

2. El borde derecho de la DOT se determina siguiendo un algoritmo similar que para el borde izquierdo. Una vez determinamos los bordes izquierdo y derecho, podemos derivar el diámetro de la DOT y este valor será usado en los siguientes pasos.

40 3. El DDA encuentra el borde inferior de la DOT a través de 7 escaneos de borde. A través del análisis del lado izquierdo y del lado derecho el DDA conoce el centro horizontal de la DOT. Así, para encontrar la coordenada vertical del centro de la DOT, escanea la imagen desde $y=512$ a un nivel predeterminado de la imagen, el cual en la presente implementación es de mitad de la altura $=258$, pero otros niveles podrían ser usados en su lugar, por ejemplo tres cuartos de la altura: $(512 / 4) * 3 = 384$ píxeles. Finalmente el DDA busca un borde ascendente con un valor sobre 10. Este algoritmo básicamente sigue los mismos pasos del método descrito para los bordes izquierdo y derecho usando las mismas funciones de detección de borde ascendente/descendente (por ejemplo excediendo el umbral predeterminado de $5gl$). Al final del escaneo el sistema elige la coordenada Y más baja de entre los 7 perfiles.

50 La Figura 8 muestra 10 perfiles horizontales (perfiles izquierdo y derecho representados en gris) y los 7 escaneos inferiores (representados con líneas blancas).

Con el borde izquierdo, derecho e inferior el sistema puede ahora calcular las coordenadas XY del centro de la DOT y su radio aproximado. El siguiente paso permite determinar todos los punteros circulares (direcciones) gracias al seno y coseno pre-calculados para el posterior análisis con el radio encontrado. Este paso se realiza mediante una función `CalcularPuntosAnillo` la cual calcula previamente todos los punteros desde -20 hasta 360+20°. Esta inclinación adicional (+/-20°) permite interceptar la DMTX cuando está cerca de 0° o 360°. EL cálculo previo descrito anteriormente es un truco complicado pero una manera eficiente para ahorrar tiempo durante el procesamiento de imagen posterior. El sistema para encontrar la posición de la DMTX, implementa una función llamada `EscanearPerfilAnillo`, la cual, comenzando desde una posición predeterminada de la corona circular (por ejemplo la posición EST como referencia de 0°) y siguiendo una rotación en el sentido de las agujas del reloj , realiza un escaneo radial a lo largo de todo el perfil de la corona circular usando los puntos anteriores calculados previamente .

Como veremos mejor con referencia a la Figura 10c (resaltada por dos líneas verticales) la posición de la DMTX dentro de la corona siempre se caracteriza por un área con varios cambios de los valores de g_l delimitada por dos áreas con un valor de g_l muy bajo debido al área negra donde la DMTX es posicionada (impresa). El sistema, que detecta estas áreas dentro de la zona negra, es capaz de interceptar la DMTX.

Para realizar algunos ajustes de la estimación de la posición en el eje Y de la DOT (debido por ejemplo a la presencia de ruidos de imagen) hay un bucle que permite seis escaneos con anillos (o coronas) circulares diferentes:

- Corona 1: está desplazada en el eje Y de $Y=(\text{centro} - 20 \text{ píxeles})$
- Corona 2: está desplazada en el eje Y de $Y=(\text{centro} - 10 \text{ píxeles})$
- Corona 3: está centrada en el eje Y
- Corona 4: está desplazada en el eje Y de $Y=(\text{centro} + 10 \text{ píxeles})$
- Corona 5: está desplazada en el eje Y de $Y=(\text{centro} + 20 \text{ píxeles})$
- Corona 6: está desplazada en el eje Y de $Y=(\text{centro} + 30 \text{ píxeles})$

En otras palabras, la primera Corona se posiciona en la DOT en la coordenada Y determinada (CentroY) menos 20 píxeles, esto es $Y=\text{CentroY}-20$; la segunda corona se posiciona en $Y=\text{CentroY}-10$; la tercera en $Y=\text{CentroY}$; la cuarta en $Y=\text{CentroY}+10$; la quinta en $Y=\text{CentroY}+20$ y la sexta en $Y=\text{CentroY}+30$.

Las Figuras 9A-9F muestran5 ejemplos de coronas, mientras que las figuras 10A-10F representan gráficamente sus correspondientes perfiles radiales:

- La Corona 1, mostrada en la Figura 9A, se representa como un perfil radial en la Figura 10A combinada con la Corona 3 (Fig. 9C). La Corona 1 se muestra junto con la Corona 3 ya que la Corona 3 ha sido determinada por el algoritmo como la mejor elección, esto es, la corona donde más probablemente esté incluida la Matriz de Datos.
- La Corona 2, mostrada en la Figura 9D se representa como un perfil radial en la Figura 10B combinada con la Corona 3. La Corona 2 se muestra junto con la Corona 3 la cual ha sido determinada por el algoritmo como la mejor elección, esto es, la corona donde más probablemente esté incluida la Matriz de Datos.
- La mejor Corona, (en este caso la Corona 3) como la elegida por el algoritmo se representa en la Figura 10C y se resalta por las dos líneas verticales.
- La Corona 4, mostrada en la Figura 9D, se representa como un perfil radial en la Figura 10D combinada con la Corona 3. La Corona 4 se muestra junto con la Corona 3 la cual ha sido determinada por el algoritmo como la mejor elección, esto es, la corona donde más probablemente esté incluida la Matriz de Datos.
- La Corona 5, mostrada en la Figura 9E, se representa como un perfil radial en la Figura 10E combinada con la Corona 3. La Corona 5 se muestra junto con la Corona 3 la cual ha sido determinada por el algoritmo como la mejor elección, esto es, la corona donde más probablemente esté incluida la Matriz de Datos.
- La Corona 6, mostrada en la Figura 9F, se representa como un perfil radial en la Figura 10F combinada con la Corona 3. La Corona 6 se muestra junto con la Corona 3 la cual ha sido determinada por el algoritmo como la mejor elección, esto es, la corona donde más probablemente esté incluida la Matriz de Datos.

El sistema, para encontrar la posición de la DMTX implementa una función llamada `AnalizarPerfilAnillo` que analiza los datos recogidos por la función `EscanearPerfilAnillo` en las seis coronas. Con estos seis escaneos el sistema puede elegir la mejor corona que está más cerca de la Matriz de Datos. Para seleccionar la mejor corona el algoritmo analiza los datos calculando:

- un acumulador de nivel de gris de los 20 píxeles de longitud de la base izquierda (BaseSx)
- un acumulador de nivel de gris de los 20 píxeles de longitud de la base derecha (BaseDx)

- un acumulador de nivel de gris de los 46 píxeles de longitud de la DMTX (BaseDM)

Para todos los grados del escaneo radial el algoritmo comprueba estas condiciones:

- 1) los acumuladores BaseSx + BaseDx deben ser los más pequeños para todos los 360 grados ;
- 2) el acumulador BaseDM debe ser mayor que un umbral;
- 5 - 3) la diferencia entre el BaseSx y el BaseDx debe ser menor que un umbral predeterminado, por ejemplo 500;
- 4) el acumulador BaseDM medio +0.25% debe ser mayor que un valor de referencia predeterminado RV el cual es el menor valor en la zona negra que rodea la DMTX detectada durante cada perfil de escaneo de corona;
- 5) el BaseSx y el BaseDx deben ser menores que el doble del valor de referencia RV

10 Todas las condiciones anteriores permiten determinar el mejor punto correspondiente a la coordenada angular donde podemos encontrar la Matriz de Datos.

En la Figura 10C podemos ver como la Matriz de Datos se sitúa entre dos zonas oscuras (zona tranquila), tiene una altura específica que corresponde al contraste de micro puntos blancos, tiene una anchura específica (alrededor de 46 puntos con 20 puntos oscuros en la derecha y en la izquierda), Cuando se detecta la Matriz de Datos dentro del gráfico se dibujan dos líneas verticales en correspondencia del mejor punto.

15 La transformada de Hough

El propósito de la transformada de Hough es realizar agrupaciones de puntos de borde a objetos candidatos mediante la realización de un procedimiento de votación explícito. Este procedimiento de votación se lleva a cabo en un espacio de parámetros, desde el cual se obtienen los candidatos objeto como un máximo local en un así llamado espacio acumulador.

20 Para un punto arbitrario en el plano de la imagen con coordenadas, por ejemplo, (x_0, y_0) , las líneas que pasan por éste son:

$$r(\theta) = x_0 \cos \theta + y_0 \sin \theta,$$

donde r (la distancia entre la línea y el origen) se determina mediante θ . Esto corresponde a una curva sinusoidal en el plano (r, θ) , el cual es único para ese punto como se representa en la Figura 11.

25 Regresión Lineal

La función de regresión lineal, también llamada AjusteLinea, calcula la línea recta que pasa más cerca de todos los puntos de entrada. La Figura 12 muestra un ejemplo del algoritmo de ajuste de línea. Los puntos visualizados no pertenecen a la misma línea recta, pero el modelo de regresión lineal usa la aproximación de los mínimos cuadrados para calcular la mejor línea

30 Encontrar el inicio/fin del Ancho de Línea Base (BLW) y la Altura de Línea Base (BLH)

En una realización preferida de la presente descripción, el sistema, para aumentar la precisión de la investigación de la DMTX (por ejemplo la representada en la Figura 13), implementa dos funciones llamadas BuscarInicioFinBLW y BuscarInicioFinBLH que encuentran el comienzo y la parada del BLW y BLH. El ancho de Línea Base (BLW) y Altura de Línea Base (BLH) son los dos segmentos ortogonales que delimitan la DMTX rectangular y se usan normalmente para identificar la orientación de la DMTX. Para seguir con éxito las líneas base hay cuatro pruebas. La primera prueba, acepta y analiza la BLW básicamente horizontal. Dentro de esta prueba, hay otra comprobación para encontrar la posición de la DMTX. El cuadrante inferior (0° a 180°) o el cuadrante superior (180° a 360°).

La segunda prueba acepta y analiza la BLW básicamente vertical. Dentro de esta prueba, hay otro control para encontrar la posición de la DMTX, El cuadrante izquierdo (90° a 270°) o el cuadrante derecho (270° a 90°).

40 Esta función empieza con un escaneo desde el centro de la BLW y va hasta el lado externo para encontrar donde empieza o finaliza la BLW.

Para reforzar la investigación del borde descendente (desde blanco a negro) el algoritmo compara y suma un par de tres píxeles.

45 Después de haber encontrado el mejor borde descendente, lo intenta de nuevo con una mejor precisión a través de la función de subpixel siempre siguiendo la dirección BLW.

La Figura 14 muestra un ejemplo para ilustrar el concepto anterior.

En el primer paso X_0 el algoritmo comprueba si $(g_1 - g_2) > \text{umbral}$ donde:

$$g_1 = (x_0y_0 + x_0y_1 + x_0y_2) + (x_1y_0 + x_1y_1 + x_1y_2) = (200 + 205 + 203) + (205 + 207 + 204)$$

$$gl_2 = (x_2y_0 + x_2y_1 + x_2y_2) + (x_3y_0 + x_3y_1 + x_3y_2) = (190 + 188 + 191) + (180 + 175 + 178)$$

En el segundo paso X_1 el algoritmo comprueba siempre gl_1 y gl_2 pero empieza desde X_1 , el tercer paso empieza desde X_2 , y así sucesivamente...

5 Para la Altura de la línea Base la función `BuscarInicioFinBLH` encuentra el inicio y el fin de la BLH comenzando desde el centro de los puntos encontrados por la función previa `BuscarInicioFinBLH`. Una vez habiendo encontrado los puntos en la BLH, el algoritmo refina la detección de borde con una precisión de subpixel (véase la Figure 15).

Para reforzar la investigación del borde descendente (de blanco a negro) el algoritmo compara y suma un par de valores de tres píxeles.

10 Después de haber encontrado el mejor borde descendente, lo intenta de nuevo con más precisión a través de la función subpixel, siempre siguiendo la dirección del BLH.

Encontrar el reloj (patrón de tiempo)

15 En una realización preferida de la presente descripción, el sistema, para aumentar la correcta interpretación del fin del BLW, implementa una función llamada `BuscarBLHParalelo` que busca la línea paralela al BLH porque está truncado o porque no hay suficiente espacio desde el blanco al negro con respecto a la zona oscura que rodea a la DTMX.

Las imágenes borrosas mostradas en las Figuras 16 y 17 representan dos ejemplos de una mala interpretación.

El final de la BLW (interpretada por el DDA) es resaltado con una línea discontinua

20 Para superar este problema hay una función implementada llamada `BuscarBLHParalelo` que busca la línea paralela a la BLH. Este procedimiento ejecuta un perfil vertical para encontrar correctamente el fin de la DMTX resaltada con una pequeña línea en la imagen anterior. Así, después de haber encontrado el fin de la BLW la función `BuscarBLHParalelo` verifica y busca el fin de la DMTX. Las imágenes mostradas en las Figuras 18A, 18B y 18C representan el perfil vertical en progreso. La Figura 18C muestra con una gran cruz gris el fin correcto de la DMTX la cual está más a la derecha comparado con la pequeña cruz gris (Figura 18A, Figura 18B).

25 El método descrito anteriormente se representa también en el diagrama mostrado en la figura 19. Asumiremos para el siguiente ejemplo que la Matriz de Datos (por ejemplo un código de barras en 2D) que ha de ser identificada (y sucesivamente escaneada y leída) se posiciona dentro de una corona circular y un segmento circular que tiene un fondo oscuro (esto es, negro). Técnicamente hablando esto significa que la mínima oscuridad de cada píxel de una representación digital de dicho segmento circular es mayor que un umbral predeterminado (esto es, no necesita ser realmente negro, el sistema lo considerará un fondo "negro" si todos los píxeles proporcionados son más oscuros que dicho umbral). Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que el método según la presente invención podría funcionar igualmente si el fondo es "blanco", esto es, si la máxima oscuridad de todos los píxeles de una representación digital de dicho segmento circular es menor que un umbral predeterminado (esto es, no necesita ser realmente blanco, el sistema lo considerará un fondo blanco si todos los píxeles proporcionados son más claros que dicho umbral). Más generalmente, el mínimo contraste entre el segmento circular y el resto de la región sustancialmente circular debe exceder un umbral predeterminado. Otras realizaciones alternativas son posibles, por ejemplo no hay necesidad de que el fondo "negro" cubra todo el segmento circular: este podría ser por ejemplo un rectángulo que rodea la matriz de datos. Incluso más generalmente es suficiente que la porción de corona circular que contiene la matriz de datos se pueda identificar mediante el sistema de procesamiento de imagen: como ejemplo se puede colocar una marca visual para indicar dónde empieza la porción de la corona circular que contiene la matriz de datos (esto es, la porción que ha de ser escaneada). El segmento negro (o mejor la intersección de la corona circular con la cuerda (o secante) que define el segmento) es una implementación posible de dicha marca. El método se realiza en un sistema digital de procesamiento de imagen y pretende determinar la posición de una matriz de datos rectangular dentro de una región sustancialmente circular (por ejemplo de una etiqueta circular), la matriz de datos que está posicionada dentro de una región predeterminada de la corona circular y dentro de un segmento circular de la región sustancialmente circular; como se mencionó anteriormente el segmento circular tiene una oscuridad mínima de fondo mayor que un umbral predeterminado (o menor que un umbral predeterminado), estando definida la región de la corona circular por un círculo interior y por un círculo exterior que tienen el centro sustancialmente coincidente con el centro de la región sustancialmente circular. El método empieza en el círculo negro 1901 y luego va al 1903 donde una representación digital de la región circular en la etiqueta es adquirida por el sistema. Obviamente, la etiqueta no requiere ser circular necesariamente; el método puede funcionar igualmente bien con otras formas, se incluye una región circular con las características anteriormente mencionadas. En otras palabras es suficiente que la posición de la Matriz de Datos se pueda identificar con referencia al centro de la DOT y dentro de la corona circular y el segmento circular como se trató anteriormente. El sistema entonces procesa la imagen y en el paso 1905 el método según una realización preferida de la presente invención determina el centro de la DOT; los ejemplos y detalles de la manera de determinar dicho centro han sido tratados anteriormente y los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que los distintos estados de los métodos y técnicas se pueden usar y combinar juntos para tal propósito. En una realización de la presente invención determinar el centro de la DOT incluye la identificación del borde sustancialmente circular con un escaneo horizontal y un escaneo vertical: el escaneo horizontal pretende identificar un punto de transición donde la diferencia entre el nivel de gris de los píxeles

vecinos está excediendo un valor predeterminado, siendo el punto de transición horizontal indicativo de un borde lateral (derecho y/o izquierdo) de la región sustancialmente circular; el escaneo vertical hace lo mismo para el borde vertical (borde superior y/o inferior).

5 En el paso 1907, un área del anillo que incluye la Matriz de Datos es entonces identificada: una vez que se determina el centro de la DOT, el área del anillo incluido dentro de un círculo interior y uno exterior se puede identificar fácilmente. Dicho área del anillo intersectará en dos puntos el borde del sector circular “negro” (o “blanco”, véanse los comentarios anteriores): el paso 1909 del método según una realización preferida de la presente invención escanea radialmente al área del anillo para determinar una de dichas intersecciones. El escaneo se puede realizar en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario: en el presente ejemplo es en el sentido de las agujas del reloj. En el paso 1911 un escaneo radial que comienza por el borde del sector circular es realizado para identificar el borde de la Matriz de Datos, como se explicó con más detalle anteriormente.

Una vez que la posición de la Matriz de Datos en la región circular representada digitalmente ha sido determinada la información llevada por la Matriz de Datos se puede leer y procesar con el estado de los métodos de la técnica.

15 Se apreciará que se pueden hacer alteraciones y modificaciones a lo anterior sin salir del alcance de la descripción. Naturalmente, para satisfacer los requisitos locales y específicos, un experto en la técnica puede aplicar muchas modificaciones y alteraciones a la solución descrita anteriormente. Particularmente, aunque la presente exposición ha sido descrita con un cierto grado de particularidad con referencia a la realización o realizaciones preferidas de la misma, debería ser entendido que son posibles varias omisiones, sustituciones y cambios en la forma y los detalles así como otras realizaciones; además, se pretende expresamente que los elementos específicos descritos en conexión con cualquier realización descrita de la descripción pueden ser incorporados en cualquier otra realización como una cuestión general de elección de diseño.

25 Por ejemplo, se aplican consideraciones similares si los componentes tienen diferentes estructuras o incluyen unidades equivalentes. También, debería ser fácilmente entendido por los expertos en la técnica que la presente descripción se puede extender a cualesquiera aplicaciones que necesiten identificar la posición de una Matriz de Datos en una región circular, siempre que la Matriz de Datos ha sido posicionada en un área del anillo predeterminada (a una distancia predeterminada desde el centro de la región circular) y dentro de un segmento circular. El área del segmento circular, en los ejemplos descritos anteriormente, se ha asumido que es más pequeña que el resto de la región circular, esto es, el área del segmento es menor que el 50% del área total de la región circular. Con dicha configuración se optimizan las prestaciones del sistema, sin embargo el método de la presente invención funcionaría también con un segmento más grande, que cubra más de la mitad del área de la región circular.

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar con un sistema de procesamiento digital, la posición de una matriz de datos rectangular dentro de una región sustancialmente circular, estando posicionada la matriz de datos dentro de una porción predeterminada de una región de la corona circular, estando definida la región de la corona circular por un círculo interior y por un círculo exterior que tienen el centro sustancialmente coincidente con el centro de la región sustancialmente circular, siendo identificada la porción predeterminada de la región de la corona circular por al menos una marca visual, incluyendo el método los pasos de:
- 5
- adquisición de una representación digital de la región (1903) sustancialmente circular;
 - determinación del centro de la región (1905) sustancialmente circular;
- 10
- construcción de un área (1907) del anillo detector que incluye los círculos interior y exterior;
 - escaneo radial del área del anillo detector para identificar al menos una marca visual (1909) indicativa de la posición inicial de la porción predeterminada de la región de la corona circular;
 - comenzando desde la posición inicial, escaneo del área del anillo detector para determinar la posición del límite de la matriz de datos (1911).
- 15
2. El método de la reivindicación 1 en donde la porción predeterminada de una región de la corona circular está incluida en un segmento circular, excediendo el mínimo contraste entre el segmento circular y el resto de las regiones sustancialmente circulares un predeterminado umbral y en donde al menos una marca visual está representada por una posición donde la región de la corona circular intersecta la cuerda que define el segmento circular.
- 20
3. El método de la reivindicación 1 en donde la matriz de datos representa un código de barras en 2D.
4. El método de la reivindicación 2 a 3 en donde el área cubierta por el segmento circular es menor que el 50% del área total de la región sustancialmente circular.
5. El método de cualquier reivindicación 2 a 4 en donde el fondo del segmento circular donde la matriz de datos está posicionada es negro.
- 25
6. El método de cualquier reivindicación precedente en donde adquirir una representación digital incluye capturar por medio de un sistema digital de procesamiento de imagen una imagen rectangular en blanco y negro que incluye la región sustancialmente circular, incluyendo la imagen rectangular un conjunto de píxeles teniendo cada pixel un nivel de gris y almacenando la representación dentro del procesamiento de imagen digital.
- 30
7. El método de la reivindicación 6, en donde el paso de la determinación del centro de la región sustancialmente circular incluye:
- la identificación del borde de la región sustancialmente circular dentro de la imagen rectangular;
 - la determinación del centro de la región sustancialmente circular con respecto al borde identificado.
8. El método de la reivindicación 7 en donde la identificación del borde de la región sustancialmente circular incluye:
- 35
- el escaneo horizontal de la imagen rectangular para identificar un punto de transición donde la diferencia entre el nivel de gris de los píxeles vecinos está excediendo un valor predeterminado, siendo indicativo el punto de transición horizontal de un borde lateral de la región sustancialmente circular.
 - el escaneo vertical de la imagen rectangular para identificar un punto de transición donde la diferencia entre el nivel de gris de los píxeles vecinos está excediendo un valor predeterminado, siendo indicativo el punto de transición vertical de un borde lateral de la región sustancialmente circular.
- 40
9. El método de cualquier reivindicación precedente en donde el paso del escaneo radial del área del anillo detector incluye la realización de un escaneo radial en el sentido de las agujas del reloj para un ángulo de más de 360°.
10. El método de cualquier reivindicación 3 a 9 en donde el paso del escaneo del área del anillo detector que empieza desde la posición inicial incluye la búsqueda del borde lateral del código de barras en 2D.
- 45
11. Un programa de ordenador, que incluye medios de código de programa, para realizar el método de cualquier reivindicación precedente cuando el programa está ejecutándose en un ordenador.
12. Un producto programa de ordenador que incluye medios legibles por ordenador que almacenan el programa de ordenador de la reivindicación 11.

13. Un sistema para determinar, con un sistema digital de procesamiento de la imagen, la posición de una matriz de datos rectangular dentro de una región sustancialmente circular, estando posicionada la matriz de datos dentro de una región predeterminada de la corona circular y dentro de un segmento circular de la región sustancialmente circular, teniendo el segmento circular una oscuridad mínima de fondo mayor que un umbral predeterminado, estando definida la región de la corona circular por un círculo interior y por un círculo exterior que tienen el centro sustancialmente coincidente con el centro de la región sustancialmente circular, incluyendo el sistema uno o más componentes adaptados para realizar los pasos del método de cualquier reivindicación 1 a 10.
- 5
14. Un sistema de lectura de código de barras que incluye el sistema para determinar la posición de una matriz de datos rectangular dentro de una región sustancialmente circular de la reivindicación 13.
- 10
15. Un sistema electromecánico para realizar análisis biológicos, que incluye el sistema 14 de lectura de código de barras.
16. Una etiqueta que lleva una región sustancialmente circular que incluye una matriz de datos cuya posición debe determinarse con el método de cualquier reivindicación 1-10.

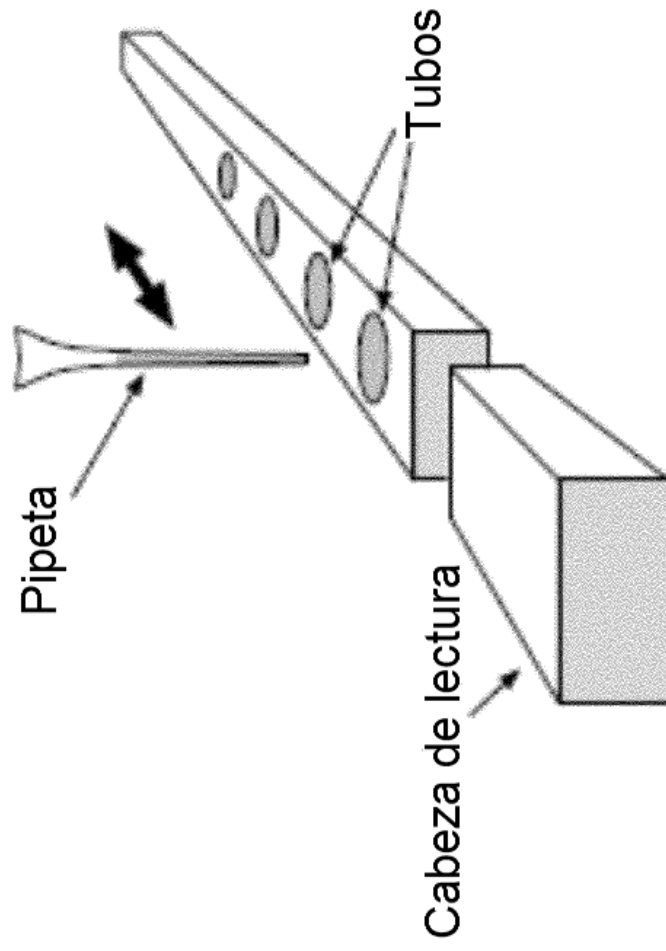


Fig. 1

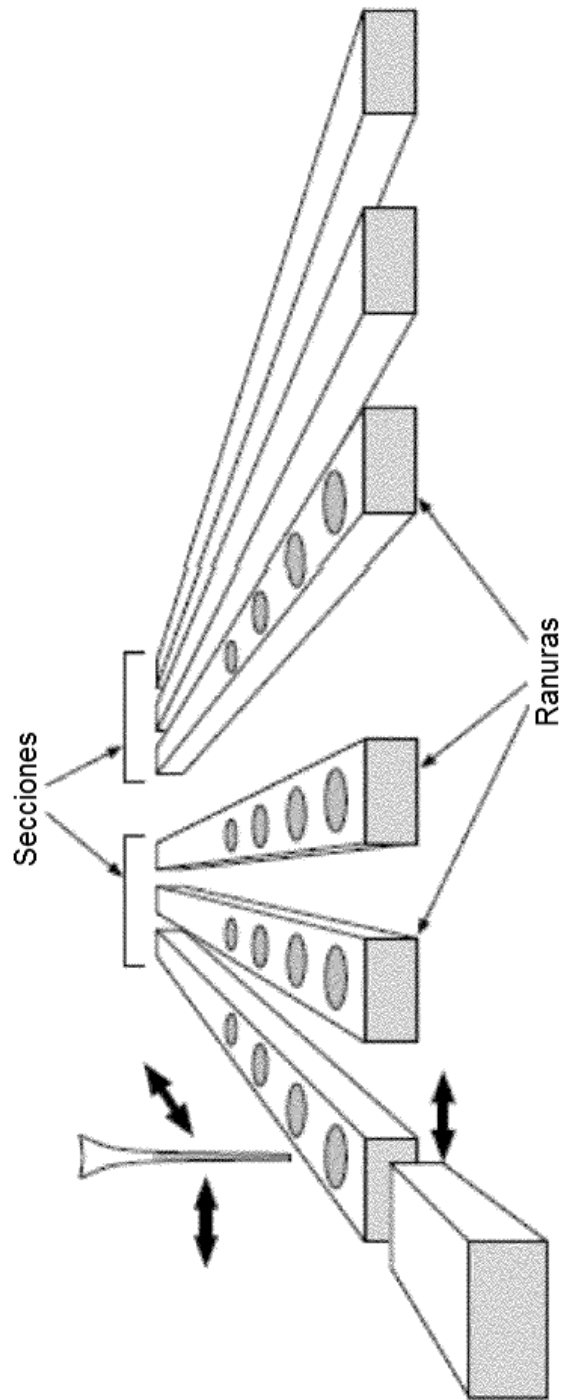


Fig. 2

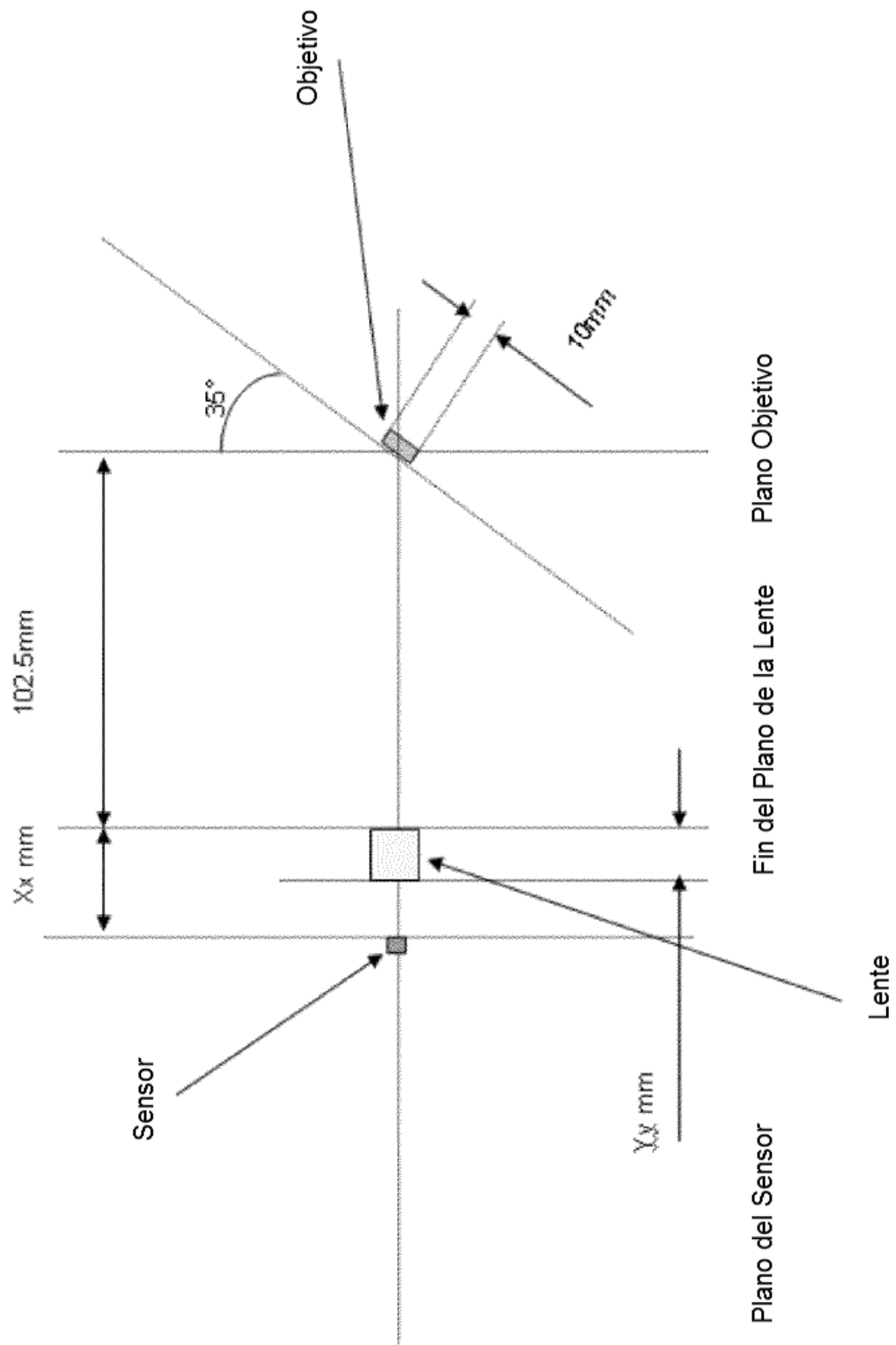


Fig. 3

Fig. 4B



Fig. 4A



Fig. 4

Fig. 5 A



Fig. 5 B



Fig. 5

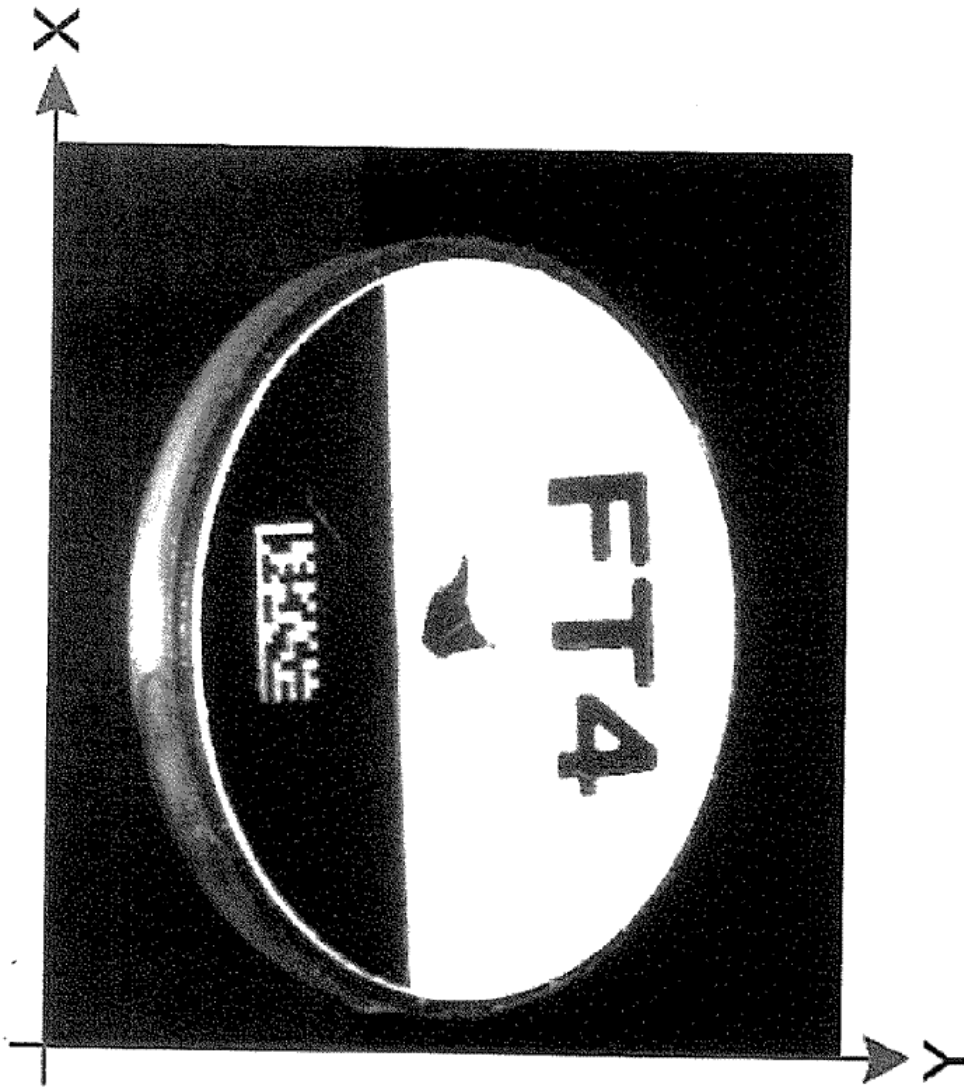


Fig. 6

Fig. 7 A

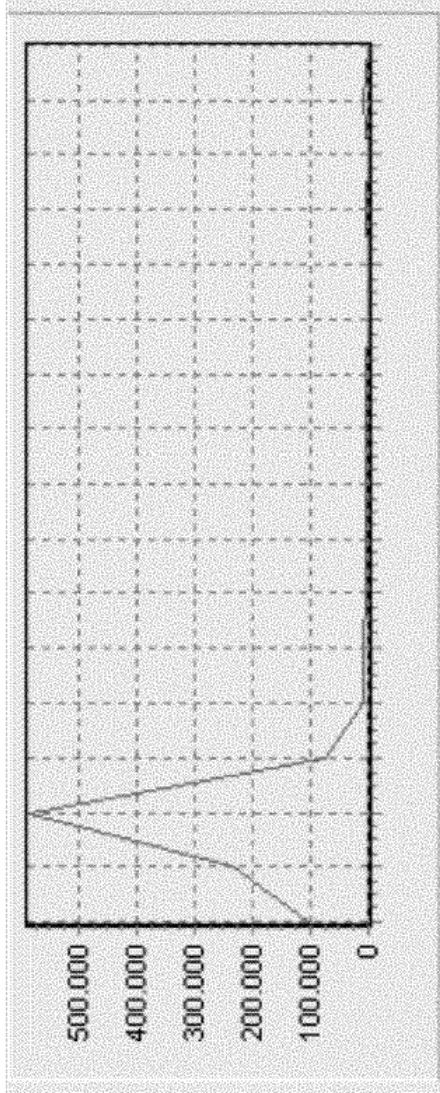


Fig. 7 B

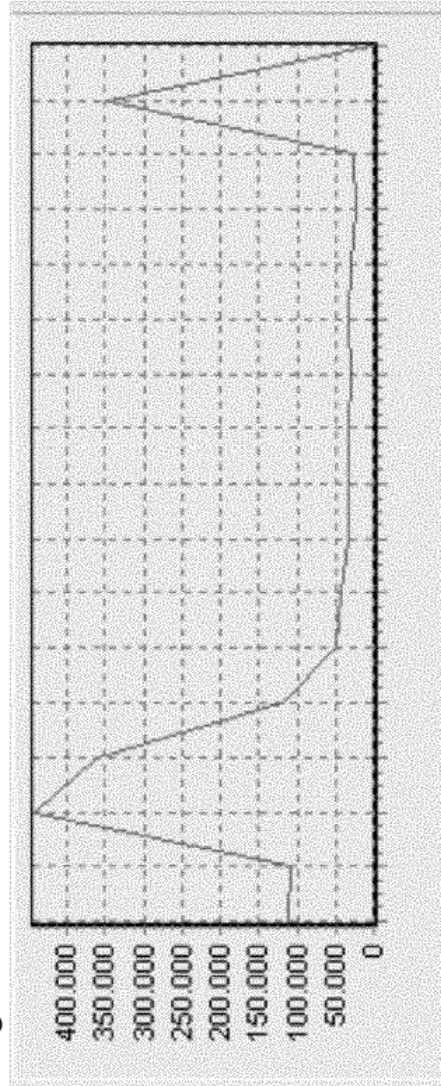


Fig. 7



Fig. 8

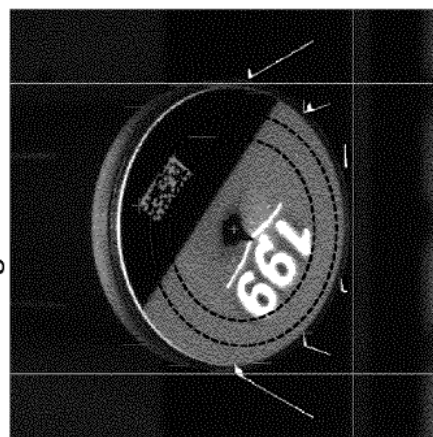
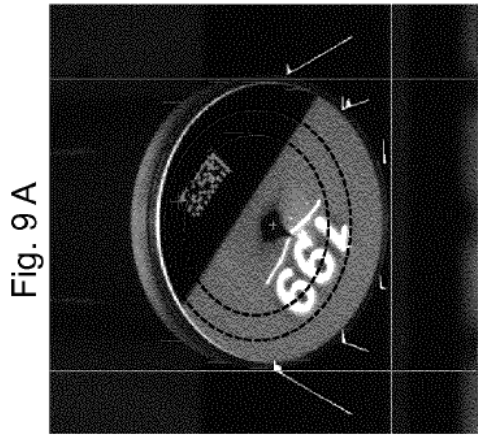
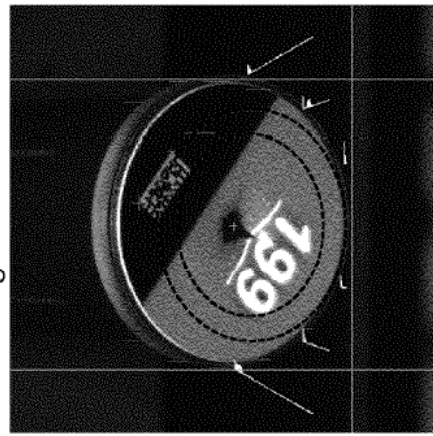
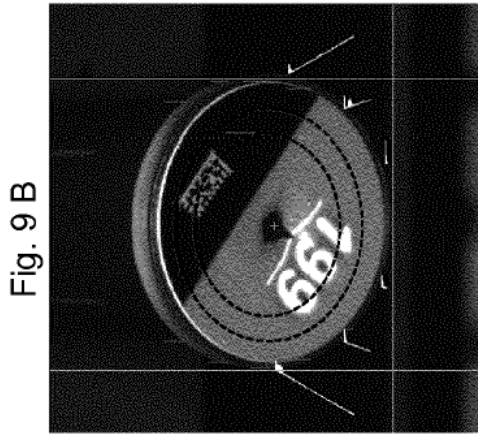
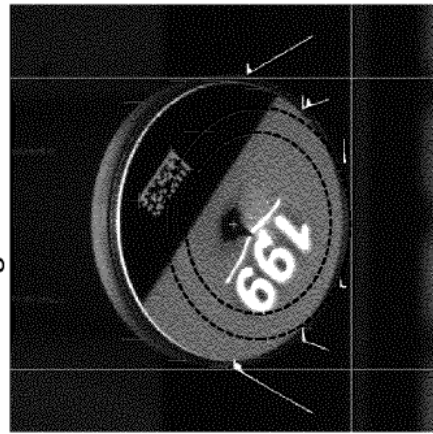
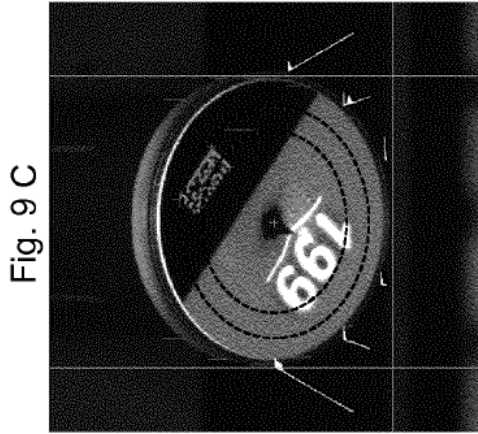


Fig. 9

Fig. 10 B



Fig. 10 D



Fig. 10 F



Fig. 10 A

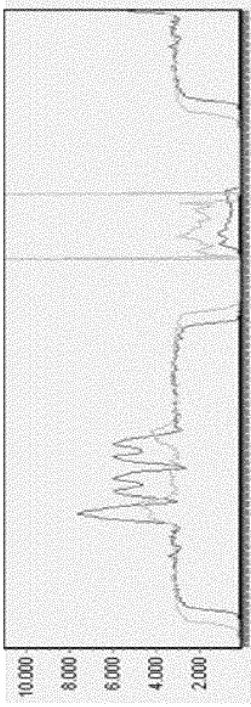


Fig. 10 C

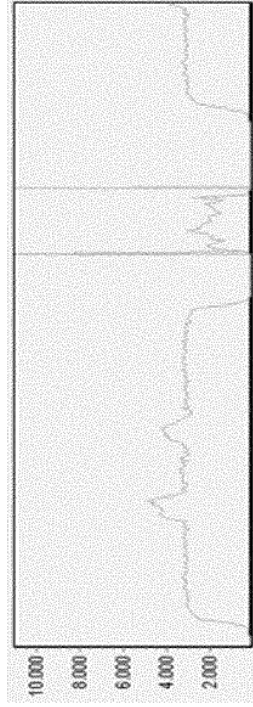


Fig. 10 E



Fig. 10

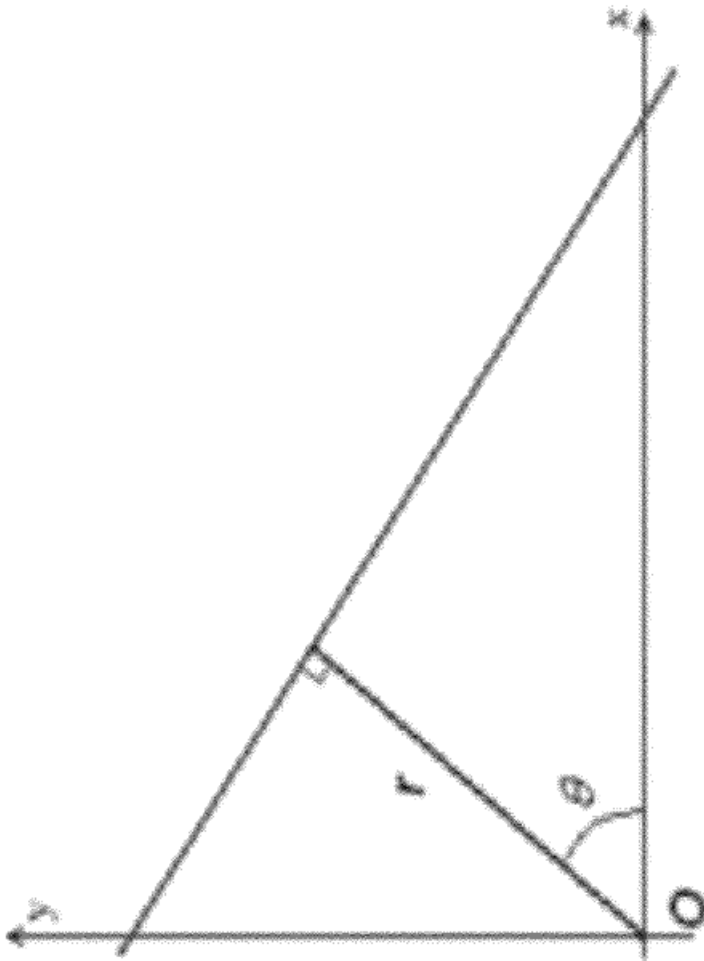


Fig. 11

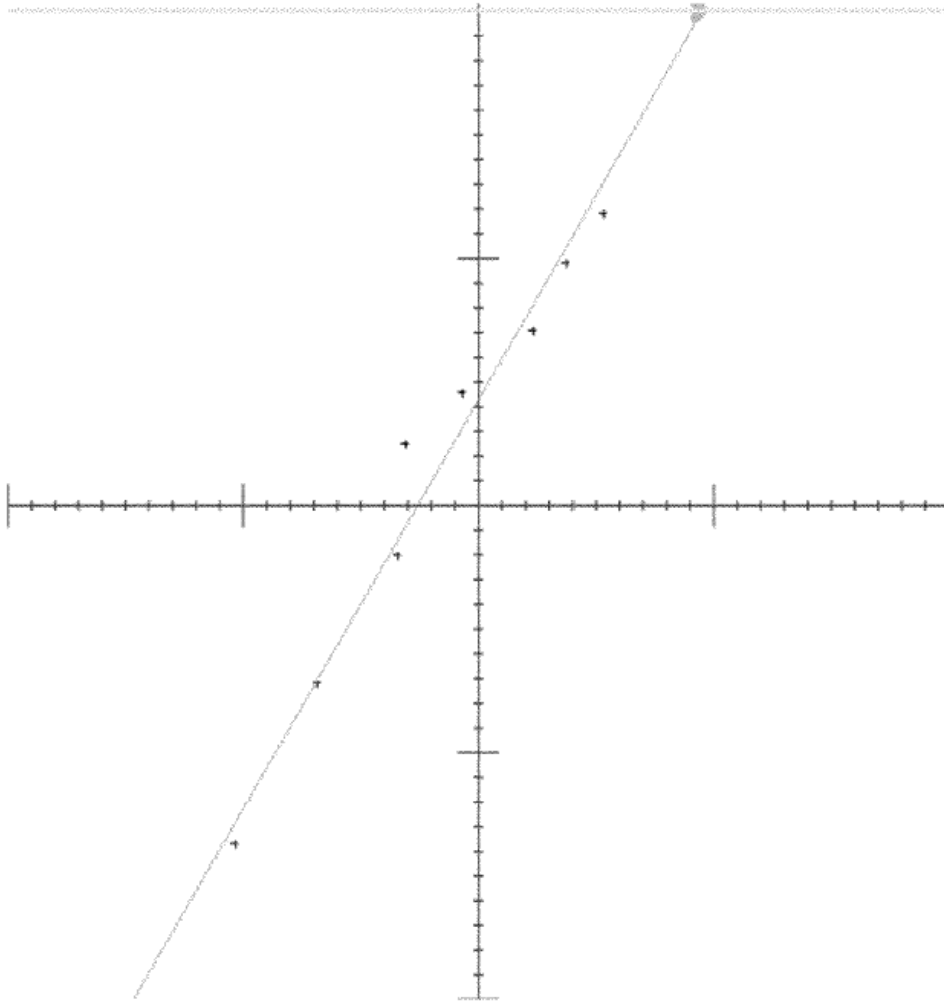


Fig. 12

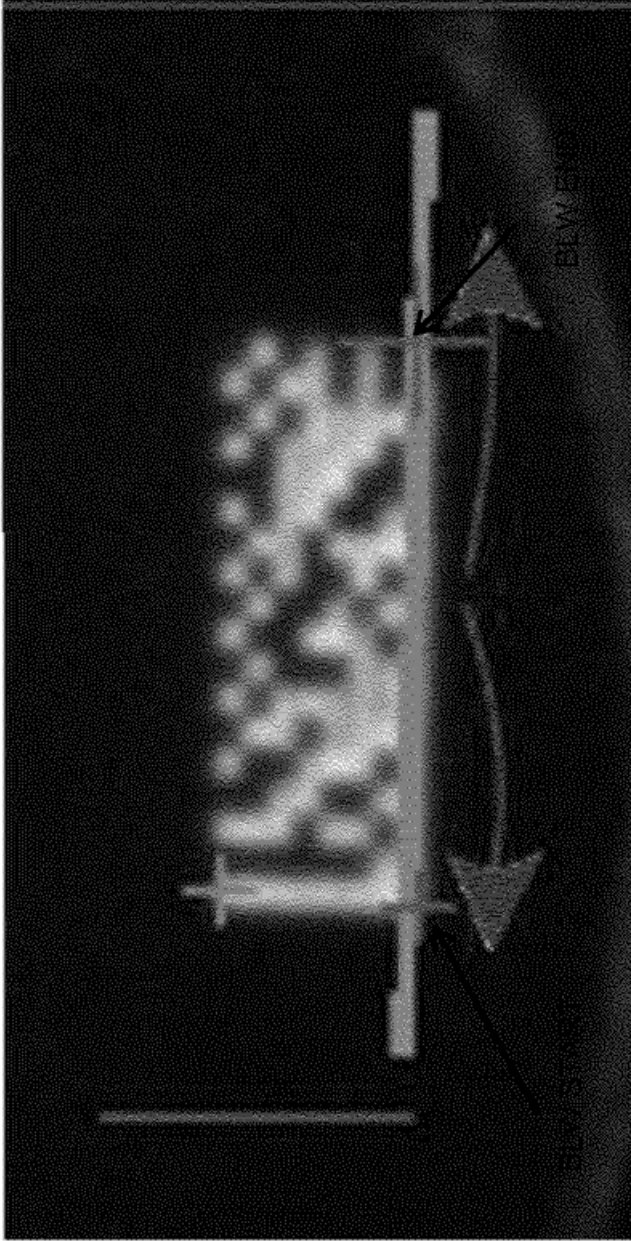


Fig. 13

		X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
NIVEL DE GRIS	Y0	200	205	190	180	130	60	20	25
	Y1	205	207	188	175	129	61	22	23
	Y2	203	204	191	178	132	59	19	24

Fig. 14

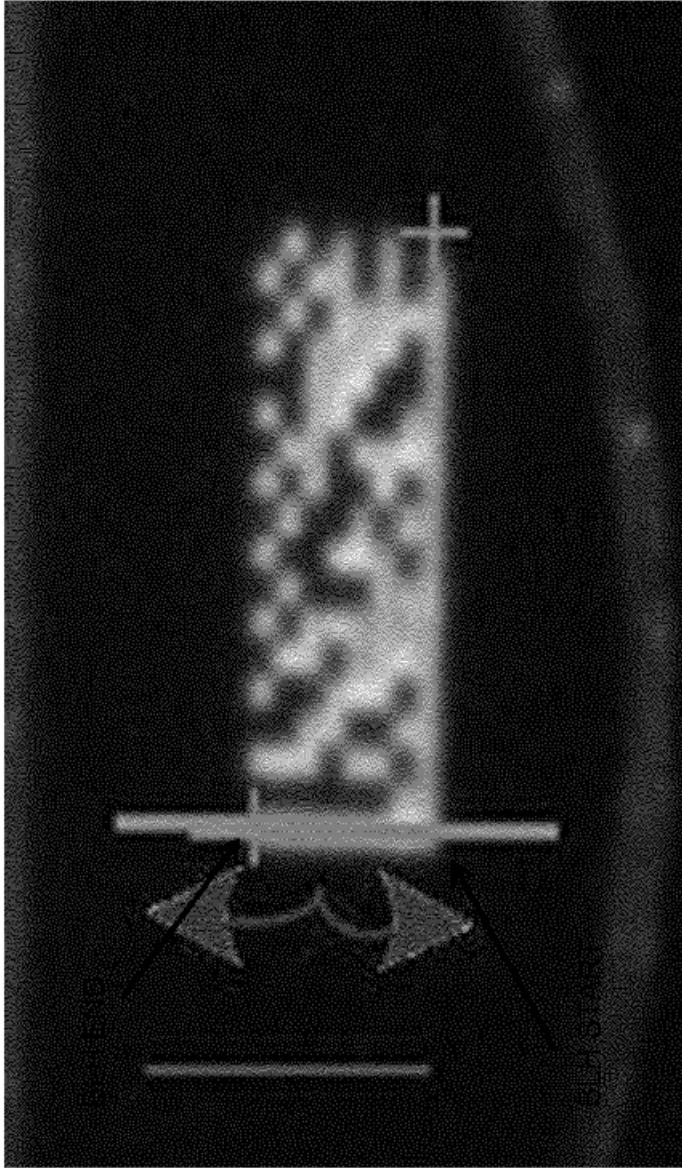


Fig. 15

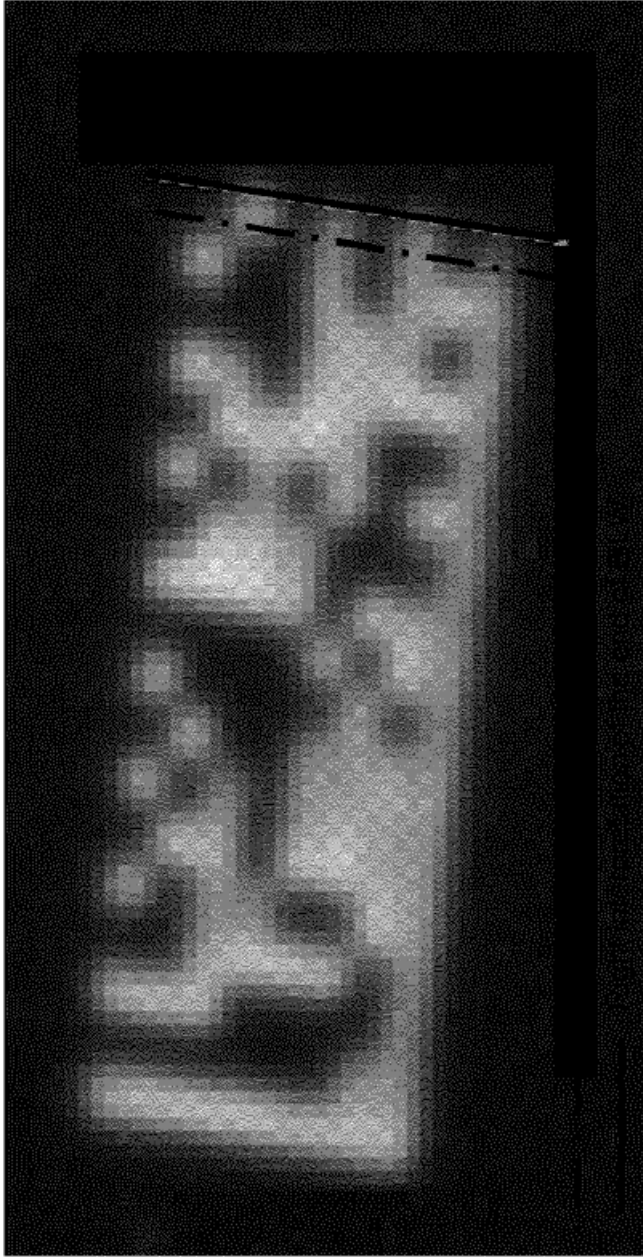


Fig. 16

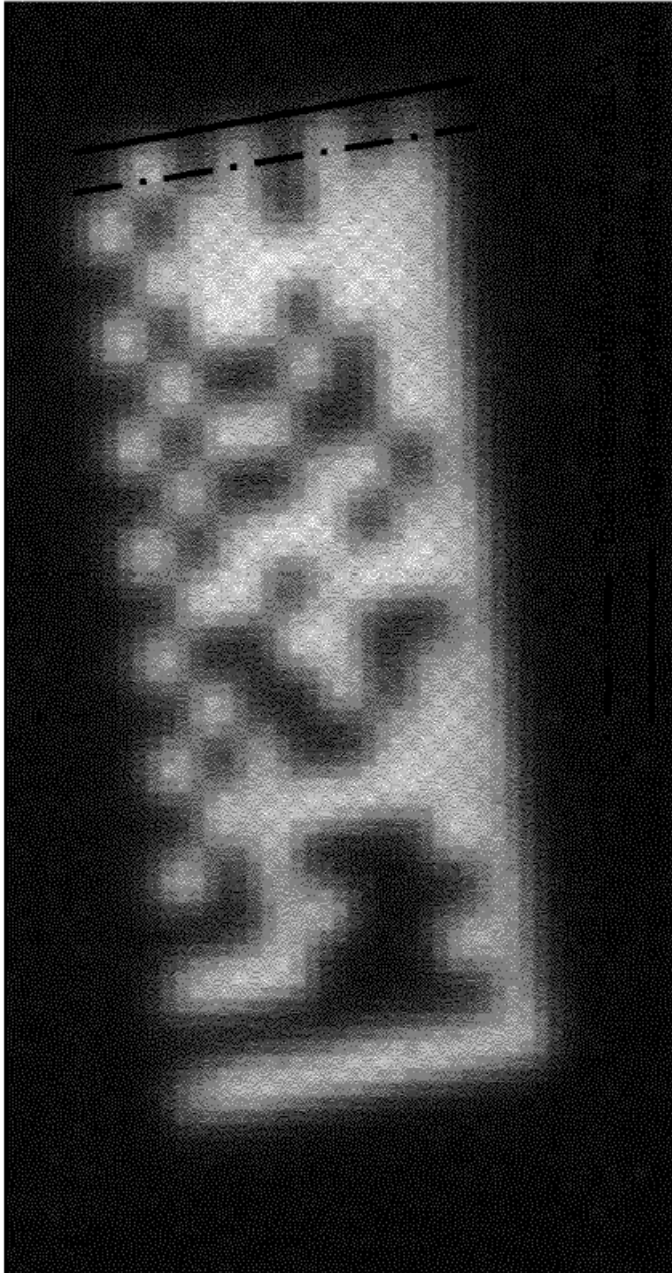


Fig. 17

Fig. 18 A

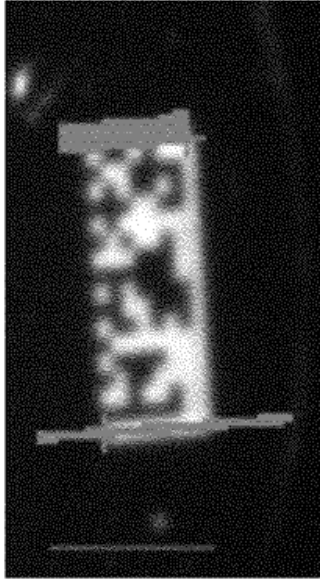


Fig. 18 B

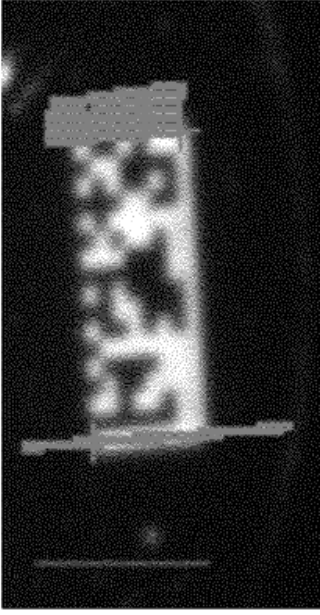


Fig. 18 C

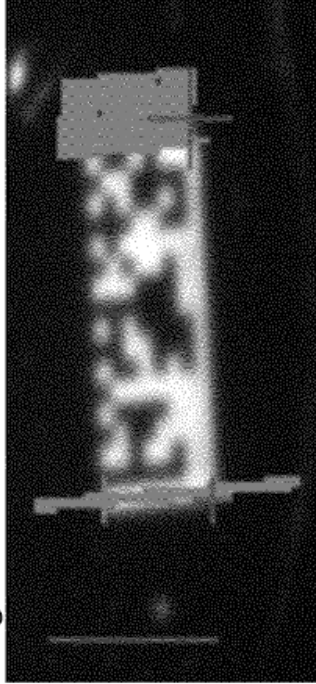


Fig. 18

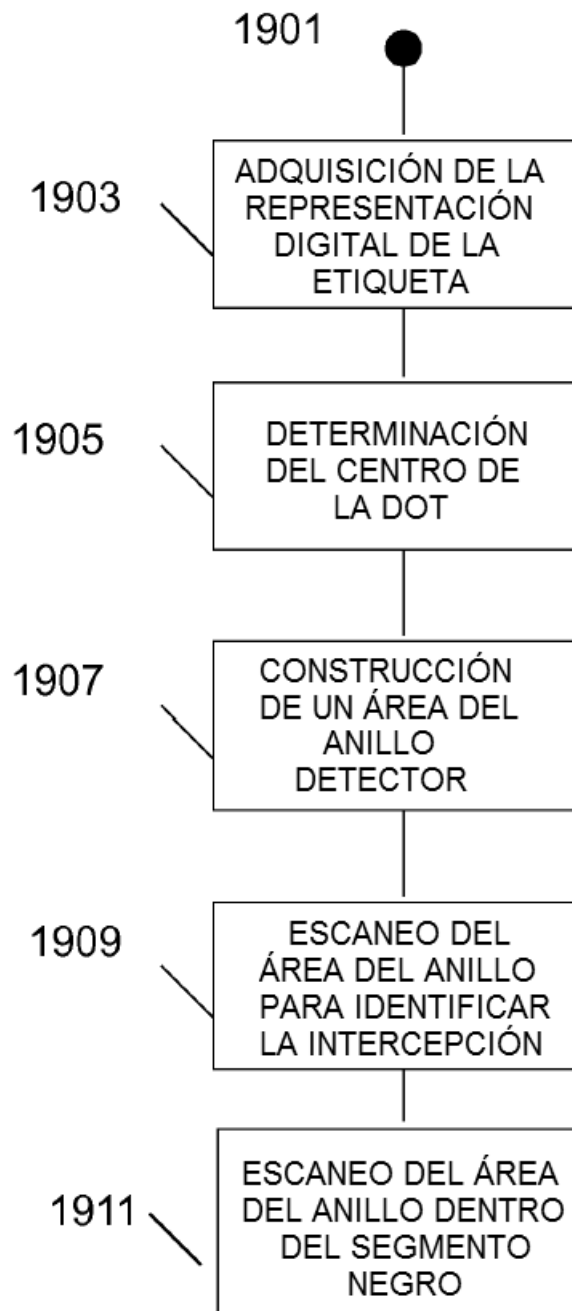


Fig. 19