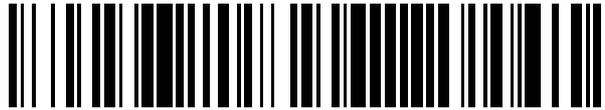


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 557**

51 Int. Cl.:

**G06M 9/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2011 E 11734185 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.02.2016 EP 2585983**

54 Título: **Método y sistema para contar sustratos apilados sin hacer contacto, especialmente fajos de billetes de banco**

30 Prioridad:

**25.06.2010 EP 10167383**

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

**13.04.2016**

73 Titular/es:

**KBA-NOTASYS SA (100.0%)  
PO Box 347 55 Avenue du Grey  
1000 Lausanne 22, CH**

72 Inventor/es:

**PETKER, DENIS;  
LOHWEG, VOLKER;  
GILLICH, EUGEN;  
TÜRKE, THOMAS;  
WILLEKE, HARALD, HEINRICH y  
SCHAEDÉ, JOHANNES, GEORG**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 566 557 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 contar sustratos apilados sin hacer contacto, especialmente fajos de billetes de banco

### Campo técnico

5 El invento presente se refiere en general a un método y a un sistema para contar sustratos apilados sin hacer contacto, especialmente fajos de billetes de banco.

### Antecedentes de la invención

Se conocen ya en la técnica métodos y sistemas para contar mecánicamente sustratos apilados usando, por ejemplo, los llamados discos para contar giratorios (o sistemas mecánicos similares), por ejemplo, por la solicitud de patente europea N° EP 0 737 936 A1 a nombre del solicitante presente.

10 Métodos y sistemas para contar llamados "sin hacer contacto" han sido desarrollados también con el propósito de evitar el uso de dispositivos para contar mecánicos tales como los discos para contar giratorios anteriores. Dichos métodos y sistemas son ya conocidos en la técnica, por ejemplo, por las solicitudes internacionales N° WO 2004/097732 A1 y WO 2006/016234 A1, ambas a nombre del solicitante presente. Se conocen además otros métodos y sistemas por las solicitudes internacionales N° WO/96/22553 A1 y WO 2004/059585 A1.

15 Ha resultado evidente que los métodos y sistemas para contar sin hacer contacto anteriores no son suficientemente precisos y robustos, y sigue existiendo una necesidad de una metodología para contar sin hacer contacto mejorada y un sistema adecuado para implementar dicha necesidad.

### Compendio de la invención

20 Un objetivo general de la invención es proporcionar un método y un sistema mejorados para contar sustratos apilados con eficiencia y precisión, especialmente fajos de billetes de banco, usando un enfoque que no haga contacto.

Estos objetivos son conseguidos gracias al método y sistema definidos en las reivindicaciones.

### Descripción breve de los dibujos

25 Características y ventajas de la invención presente se harán evidentes tras la lectura de la descripción detallada siguiente de realizaciones de la invención que se presentan únicamente a modo de ejemplos no restrictivos y están ilustradas por los dibujos que se adjuntan en los que:

La Figura 1 es una ilustración fotográfica con una escala de grises de un fajo de billetes de banco que comprende una pluralidad de billetes de banco (cien, típicamente) apilados uno encima de otro;

30 La Figura 2 es una ilustración ejemplar de una imagen de muestra de una porción del lado de una pila de billetes de banco;

La Figura 3 es una imagen tratada binarizada de una porción del lado de una pila de billetes de banco producida como resultado de tratar una imagen de muestra según la invención; y

La Figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una realización preferida de la invención presente.

### Descripción detallada de realizaciones de la invención

35 Máquinas y sistemas para convertir láminas o porciones sucesivas de una banda en billetes de banco individuales y/o fajos de billetes de banco (tales como los descritos, por ejemplo, en la solicitudes internacionales N° WO 2008/010125 A2 y WO 2009/130638 A1) y sistemas de tratamiento de un solo billete para tratar billetes de banco individuales se utilizan ampliamente en el contexto de la producción y/o tratamiento de los billetes de banco. Además del corte, de hacer fajos y/o de las características típicas de clasificación de dichos sistemas que hoy en día tienen una tecnología madura, se ha hecho cada vez más atractiva la inspección de calidad basada en el tratamiento de imagen para este tipo de máquinas y sistemas. Conforme se establecen más técnicas de impresión y nuevas características de seguridad, se deben tomar medidas de aseguramiento de la calidad por toda la cadena de producción y de tratamiento de billetes de banco para asegurar y garantizar la calidad global del producto final. Esto incluye medidas destinadas a asegurar que los números apropiados y deseados de los documentos individuales, por ejemplo, billetes de banco, sean producidos a la salida de la cadena de la producción, dichas medidas incluyen típicamente contar las pilas de documentos.

50 Discos para contar giratorios mecánicos del tipo mencionado en el preámbulo de esta memoria son conocidos en la técnica pero necesitan un cierto tiempo para tratar completamente una pila dada de documentos. Por ejemplo, una pila de un millar de billetes de banco requiere típicamente diez segundos aproximadamente en ser tratada completamente por un disco para contar mecánico. En este contexto, un paquete de mil billetes de banco apilados

está formado típicamente por diez fajos de cien billetes de banco cada uno apilado encima de otro. En el contexto de dicha aplicación, un régimen de cuenta falsa debe ser minimizado y de preferencia debe ser menor de 1 ppm.

5 Los discos para contar giratorios mecánicos (y sistemas para contar mecánicos similares) son también propensos a errores en la cuenta, la mayoría de dichos errores son debidos a una separación insuficiente y fallida de los varios billetes de banco de la pila, por ejemplo, dos billetes de banco que son tratados como uno solo, produciendo por tanto una cuenta con una falta.

10 El enfoque según la invención presente se beneficia del hecho de que cada billete de banco de un fajo (o más generalmente de cada sustrato plano dentro de una pila) puede ser separado visualmente. La Figura 1, que es una ilustración fotográfica de un fajo de billetes de banco 01 que comprende cien billetes de banco (que en este ejemplo están rodeados por una faja de seguridad 02) ilustra el hecho de que las diferencias de contraste entre los billetes de banco apilados pueden ser detectadas en la mayoría de los casos por el ojo humano observando un lado 01A del fajo de billetes de banco. Lamentablemente, dichas diferencias de contraste pueden verse afectadas por el hecho de que dos billetes de banco adyacentes pueden tocarse entre sí o por otros factores tales como billetes de banco que proyectan sombras o billetes de banco adyacentes ocultos o la presencia de fibras de papel en el borde de corte de los billetes de banco que puede ser el resultado de una acción de corte impropia o de una hoja de corte defectuosa. Este hecho resulta evidente en la Figura 1, las características impresas en los billetes de banco (u otras características tales como hilos de seguridad) pueden afectar también la apariencia visual del lado 01A del fajo de billetes de banco 01.

20 La metodología presente está particularmente destinada a permitir una operación para contar sin hacer contactos, robusta, en la presencia de fibras y otros efectos destructores de contrastes tales como hilos de seguridad, tintas de impresión y similares.

Hablando en general, el tratamiento de los billetes de banco según la invención es realizado como sigue a continuación, dicho tratamiento está ilustrado en el diagrama de flujo de la Figura 4.

25 En un primer paso, se capta al menos una imagen de muestra 10 de una porción del lado 01A de la pila de billetes de banco 01 (véase la Figura 2) por medio de un sistema sensor óptico adecuado, de preferencia un grupo CMOS o una cámara de escaneo en línea. Incluso aunque en la Figura 2 se muestra una ilustración con una escala de grises de una imagen de muestra ilustrativa 10, la imagen de muestra puede ser captada (y tratada) con cualquier espacio de color adecuado.

30 Se usa de preferencia un sistema de iluminación adecuado, tal como una iluminación LED, para iluminar apropiadamente el lado 01A de la pila de billetes de banco 01 de la que se quiere captar una imagen de muestra, especialmente con intención de minimizar cosas como sombras que pueden ser causadas por billetes de banco y que pueden ocultar o afectar la visibilidad de los bordes de billetes de banco adyacentes de la pila.

35 Una forma preferida de adquirir la imagen de muestra en el contexto de un sistema de tratamiento de láminas típico para la producción de valores, tales como billetes de banco, se ha descrito en la solicitud de patente europea N° 09167085.1 a nombre del solicitante (ahora publicada como patente europea EP 2 282 286 A1) presentada el 3 de agosto de 2009 y la solicitud internacional correspondiente N° PCT/IB2010/053496 (publicada como WO 2011/015982 A1) titulada "METHOD AND SYSTEM FOR PROCESSING STACKS OF SHEETS INTO BUNDLES OF SECURITIES, IN PARTICULAR BANKNOTE BUNDLES", cuyo contenido está incorporado completamente a esta memoria por referencia.

40 Según la patente europea EP 2 282 286 A1 y el documento WO 2011/015982 A1, Se toma al menos una imagen de muestra de al menos una porción de un lado longitudinal de una banda de fajos (o sea, bandas de fajos todavía conectados entre sí producidos típicamente durante el corte de las pilas de láminas de valores) mientras la banda de fajos está siendo desplazada a lo largo de una dirección de desplazamiento que es paralela al lado longitudinal de la banda de fajos. De preferencia, se toma una pluralidad de imágenes de muestra de varias porciones del lado longitudinal de la banda de fajos como esquemáticamente se ilustra en la Figura 8 de la patente europea EP 2 282 45 286 A1 y del documento WO 2011/015982 A1.

Alternativamente, se pueden tomar a la vez imágenes de muestra siguiendo directamente una operación de corte según se describe en el documento WO 2006/016234 A1.

50 Se selecciona a continuación una ventana deseada, o zona de interés, 20 dentro de la imagen de muestra 10 (por ejemplo, una ventana de 800 x 600 píxeles —véase la porción rectangular de la Figura 2 que está designada por el número de referencia 20— cuyo tamaño de la imagen es sin embargo ilustrativo y de ninguna manera limitador). Esta zona de interés 20 es seleccionada para enfocar la región dentro de la imagen de muestra 10 que contiene información de contraste representativa de la sucesión de billetes de banco apilados y de los bordes de ellos.

55 Los datos de la imagen de la zona de interés seleccionada 20 son tratados a continuación usando una técnica de difusión anisotrópica. Esta técnica de tratamiento de imagen es conocida de por sí en la técnica, típicamente en aplicaciones de restauración de imágenes, y de preferencia está basada en la ecuación de Perona-Malik, algunas veces llamada también "difusión de Perona-Malik" (consúltese "Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic

Diffusion”, de Pietro Perona y Jitendra Malik, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol, 12, Nº 7, julio 1990, pp. 629 a 639 – al que de aquí en adelante se hará referencia en esta memoria como [Perona 1990]). Una ventaja de la técnica de difusión anisotrópica reside en el hecho de que se preservan las estructuras lineales contenidas en la imagen que está siendo tratada, mientras que al mismo tiempo se hace una suavización a lo largo de esas estructuras lineales para eliminar ruido efectivamente a lo largo de estas estructuras lineales.

Los inventores han identificado que la difusión anisotrópica es muy adecuada para la aplicación a la que hace referencia el invento presente, concretamente al tratamiento de imágenes de muestra que contienen información de contraste representativa de los bordes del sustrato, dicha información de contraste consiste en esencia en estructuras lineales (véase la Figura 2) que se preservan en la imagen tratada. La difusión anisotrópica asegura por tanto que la información necesaria sobre los bordes del sustrato está siendo preservada mientras que se mejora el contenido de la imagen con el objeto de discriminar y contar de manera fidedigna los bordes del sustrato presentes en la imagen tratada.

Ventajosamente, la técnica de difusión anisotrópica es aplicada al campo de la frecuencia usando un enfoque de ondícula o wavelet para eliminar ruido de la zona de interés seleccionada sin destruir o desfigurar los bordes de contraste de la zona de interés seleccionada. En este contexto, la implementación de los filtros adaptados localmente de la difusión anisotrópica está basada en una así denominada transformada de ondícula adaptativa. Ciertamente, según se menciona en [Perona 1990], la difusión anisotrópica es una técnica de tratamiento que sigue un enfoque a escala múltiple (o técnica de escala-espacio) que puede conveniente y eficientemente ser implementada usando las denominadas transformadas de ondícula (o sencillamente “ondículas”).

La ecuación de Perona-Malik es en esencia un ejemplo de las denominadas Partial Differential Equations (ecuaciones diferenciales en derivadas parciales o “PDEs”). Como las PDEs son ecuaciones basadas en el cálculo de varias variables la transformada correspondiente (con restricciones) puede ser –en general- una transformada de ondícula, porque ésta describe el comportamiento de un sistema o señal en el campo del estado-espacio. Los bordes son las características visuales más comunes y significativas de las imágenes. Por tanto, uno de los problemas fundamentales del tratamiento de imágenes es definir y extraer apropiadamente bordes de las imágenes (véase al respecto la “Theory of Edge Detection”, de David Marr y Ellen Hildreth, Proceedings of the Royal Society of London, B 207, 1980 pp. 187 a 217 – al que de ahora en adelante se hace referencia en esta memoria como [Marr 1980]. La [Marr 1980] define la teoría del cruce a cero basada en la laplaciana de los filtros gaussianos que no son nada más que ondículas (véase también “Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet, and Stochastic Methods”, de Tony F. Chan y Jianhong (Jackie) Shen, Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Filadelfia, PA, 2005, pp. 73 a 89, sección 2.6 “Wavelets y Multiresolution Analysis” / ISBN 0-89871-589-X).

Considerando que los bordes de los billetes de banco tienen en la zona de interés una orientación sustancialmente definida (concretamente vertical en la Figura 2), la técnica de difusión anisotrópica está adaptada para filtrar eficientemente los billetes de banco a lo largo de la dirección del papel sin destruir los bordes de contraste entre los billetes de banco. Como un resultado de esta difusión anisotrópica adaptada, en la imagen tratada se forma un conjunto sustancialmente coherente de líneas continuas que representan los bordes de los billetes de banco (dichas líneas son sustancialmente verticales en el ejemplo presente).

La cuenta de los bordes de los billetes de banco puede ser realizada sobre la base de la imagen tratada de esta manera. Sin embargo, las líneas adyacentes de la imagen tratada pueden “conectarse” o “tocarse” entre sí formando conexiones del tipo “Y” o del tipo “X” entre líneas adyacentes, lo que podría causar errores en la cuenta. De preferencia, estas zonas en que se “conectan”, o se “tocan”, son eliminadas (i) siguiendo cada línea individual de la imagen tratada (a lo largo de la dirección vertical de este ejemplo), (ii) detectando las porciones relevantes de la imagen donde se encuentran dos líneas adyacentes (o más), y (iii) separando entre sí las porciones relevantes de las líneas.

Ventajosamente, el número de zonas de “conexión” detectadas en la imagen tratada es rastreada para que proporcione una medida y una evaluación de la calidad del corte de los billetes de banco. Ciertamente, se anticipa que un deterioro de una calidad del corte (causada, por ejemplo, por una cuchilla defectuosa o gastada) se traduce en una mayor cantidad de zonas de “conexión” entre líneas adyacentes. Dichas zonas de “conexión” aparecen, por ejemplo, debido a la presencia de fibras de papel cortadas impropriamente que se extienden al menos en parte de un billete de banco a otro dentro de la pila, o sea, dichas fibras aparecen como segmentos de línea sustancialmente horizontales (en este ejemplo) que “puentean” efectivamente la separación entre los bordes de billetes de banco adyacentes.

Este tratamiento causa en la imagen tratada la formación de un conjunto completamente coherente de líneas distintas y continuas que representan los bordes de los billetes de banco, dichas líneas están completamente separadas entre sí y no muestran ninguna zona de “conexión”. La Figura 3 es una imagen en blanco y negro binarizada de los bordes de los billetes de banco que resulta del tratamiento anterior (en la Figura 3 sólo se muestra una porción de la zona de interés relevante) donde se puede ver el conjunto de líneas distintas y continuas que representan los bordes de los billetes de banco.

En consecuencia, el tratamiento anterior causa una modelización de los bordes de los billetes de banco en la zona

de interés relevante.

5 Según se aprecia observando la ilustración de la Figura 3, cada línea "vertical" de la imagen binarizada representa un borde correspondiente de un billete de banco que puede ser fácilmente identificado y tenido en cuenta observando las transiciones de negro a blanco y de blanco a negro de la imagen binarizada a lo largo del eje horizontal de la Figura 3.

Usando la metodología anterior, es por tanto posible contar eficientemente el número de billetes de banco en cualquier pila dada y comprobar si la cuenta resultante se corresponde con el número esperado y deseado de billetes de banco de la pila. Este método puede ser aplicado, por ejemplo, para comprobar que cada fajo de billetes de banco comprende apropiadamente cien billetes de banco (como es lo típico), y no más o menos.

10 Pruebas realizadas por el solicitante han demostrado que la metodología es estable y produce una cuenta fiable y medidas de calidad, y puede adecuadamente ser implementada en un entorno de tiempo real, especialmente dentro del contexto de la producción y/o tratamiento de billetes de banco.

15 Una implementación práctica de la metodología anterior en un sistema para contar requiere un sensor óptico adecuado para captar la imagen de muestra (tal como, por ejemplo, una cámara de color-CMOS) y al menos una unidad de tratamiento programada para realizar el tratamiento de la imagen anteriormente descrito, tal como un sistema de ordenador de núcleo dual estándar, adecuadamente programado.

Se han conseguido tiempos de tratamiento de sólo 200 a 300 ms (dependiendo del tamaño de la imagen) para contar el número de billetes de banco de un fajo de cien billetes de banco, lo que representa un factor de 3 a 5 veces más rápido que cuando se usan discos para contar giratorios convencionales.

20 Se pueden realizar varias modificaciones y/o mejoras a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del ámbito de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, como ya se ha mencionado, el tratamiento puede ser realizado con cualquier espacio de color deseado, o sea, sobre la base de imágenes en una escala de grises o de color.

25 Además, la metodología anterior puede ser aplicada a más de una porción del lado de una pila de documentos dada, por ejemplo, con el fin de aumentar la fiabilidad de la cuenta.

30 Por último, aunque la invención ha sido descrita con relación al tratamiento de fajos de billetes de banco, la invención es aplicable a cualquier otro campo en donde se desee discriminar el número de sustratos dentro de una pila de sustratos sustancialmente planos (tales como para contar láminas impresas, cartas, etc.) y en donde al menos una porción del lado de la pila de sustratos es accesible para la adquisición de una imagen de muestra de ella.

Como se ha indicado anteriormente en esta memoria, la invención puede ser aplicada e implementada en particular como un sistema para contar para un sistema o máquina de tratamiento de billetes de banco. Se contempla en particular aplicar esta invención dentro del contexto descrito en la patente europea EP 2 282 286 A1 y en el documento WO 2011/015982 A1, o alternativamente en el documento WO 2006/016234 A1.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para contar sustratos sustancialmente planos sin hacer contacto, especialmente billetes de banco, que están apilados en forma de pilas de sustratos, comprendiendo dicho método los pasos siguientes:
  - 5 captar al menos una imagen de muestra (10) de una porción de un lado (01A) de una pila de sustratos (01), cuya imagen de muestra (10) contiene información de contraste que representa bordes de sustrato que se extienden sustancialmente a lo largo de una primera dirección de la imagen de muestra (10);
  - 10 tratar la información de contraste que representa los bordes de sustrato dentro de la imagen de muestra (10), dicho tratamiento incluye someter al menos una zona de interés (20) dentro de la imagen de muestra (10) a difusión anisotrópica para producir una imagen tratada conteniendo un conjunto sustancialmente coherente de líneas continuas que representan los bordes de sustrato; y
  - contar el número de bordes de sustrato de dicha imagen tratada.
2. El método según la reivindicación 1, en donde dicha difusión anisotrópica está basada en la ecuación de Perona-Malik.
- 15 3. El método según la reivindicación 1 o la 2, en donde dicha difusión anisotrópica está basada en una transformada de ondícula o wavelet, de preferencia una transformada de ondícula adaptativa.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicha difusión anisotrópica está adaptada a filtrar y preservar los bordes de sustrato a lo largo de dicha primera dirección sin destruir el contraste entre dichos bordes de sustrato.
- 20 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho tratamiento de la información de contraste que representa los bordes de sustrato incluye además tratar dicho grupo sustancialmente coherente de líneas continuas que representan los bordes de sustrato para eliminar las zonas de conexión entre líneas adyacentes y separar las líneas en un conjunto completamente coherente de líneas distintas y continuas que representan los bordes de sustrato.
- 25 6. El método según la reivindicación 5, comprendiendo además el paso de medir el número de zonas de conexión entre las líneas y de evaluar la calidad del corte basada en el número medido de zonas de conexión.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicha imagen tratada es binarizada antes de contar el número de bordes de sustrato contenidos en ella.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dichos sustratos son billetes de banco.
- 30 9. El método según la reivindicación 8, en donde dichas pilas de sustratos son fajos de billetes de banco comprendiendo un número determinado de billetes de banco, de preferencia cien billetes de banco.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, implementado en un entorno de tiempo real, especialmente en el contexto de la producción y/o tratamiento de billetes de banco.
- 35 11. Un sistema para contar para implementar el método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho sistema comprende un sensor óptico para captar dicha imagen de muestra y al menos una unidad de tratamiento programada para realizar dicho tratamiento de la información de contraste que representa los bordes de sustrato.
12. Un sistema o máquina de tratamiento de billetes de banco, comprendiendo un sistema para contar según se define en la reivindicación 11.
- 40 13. El sistema o máquina de tratamiento de billetes de banco según se define en la reivindicación 12, en donde la pila de sustratos (01) consiste en una banda de fajos y en donde la imagen de muestra (10) es tomada a lo largo de un lado longitudinal del fajo mientras que la banda de fajos está siendo desplazada a lo largo de una dirección de desplazamiento que es paralela al lado longitudinal de la banda de fajos.
- 45 14. El uso de la difusión anisotrópica para tratar al menos una zona de interés (20) dentro de una imagen de muestra (10) de una porción de un lado (01A) de una pila de sustratos (01) a ser contados, cuya imagen de muestra contiene información de contraste representando bordes de sustrato que deben ser discriminados y contados según cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 10.

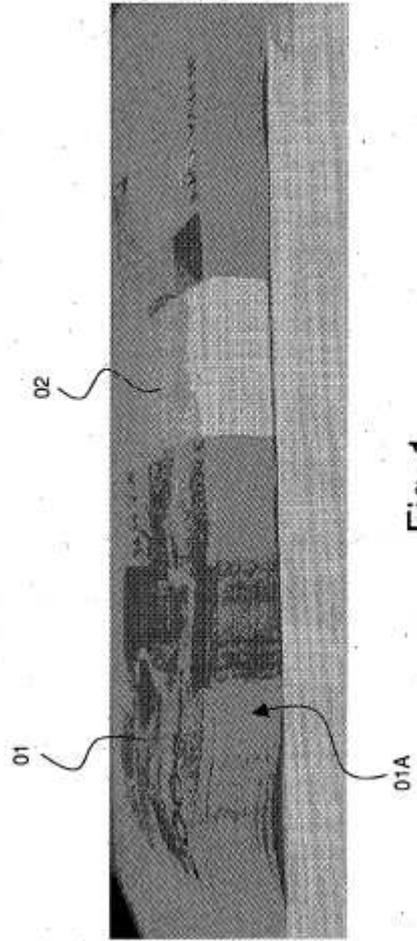


Fig. 1

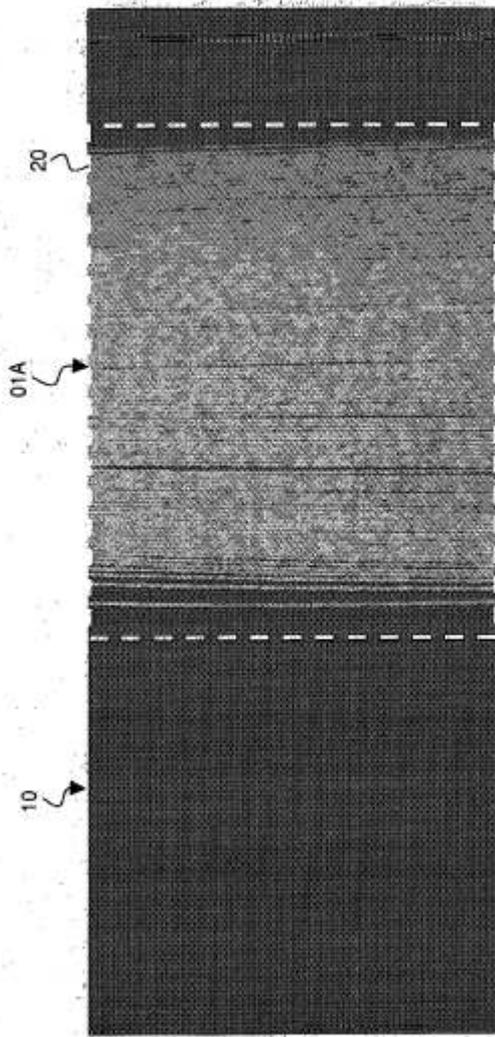


Fig. 2

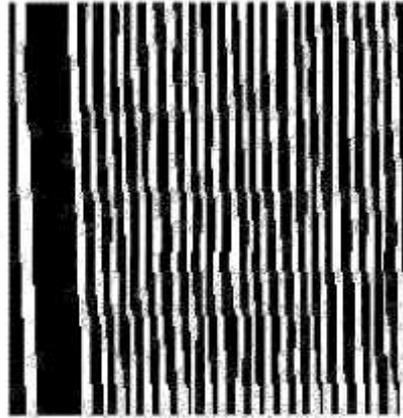


Fig. 3

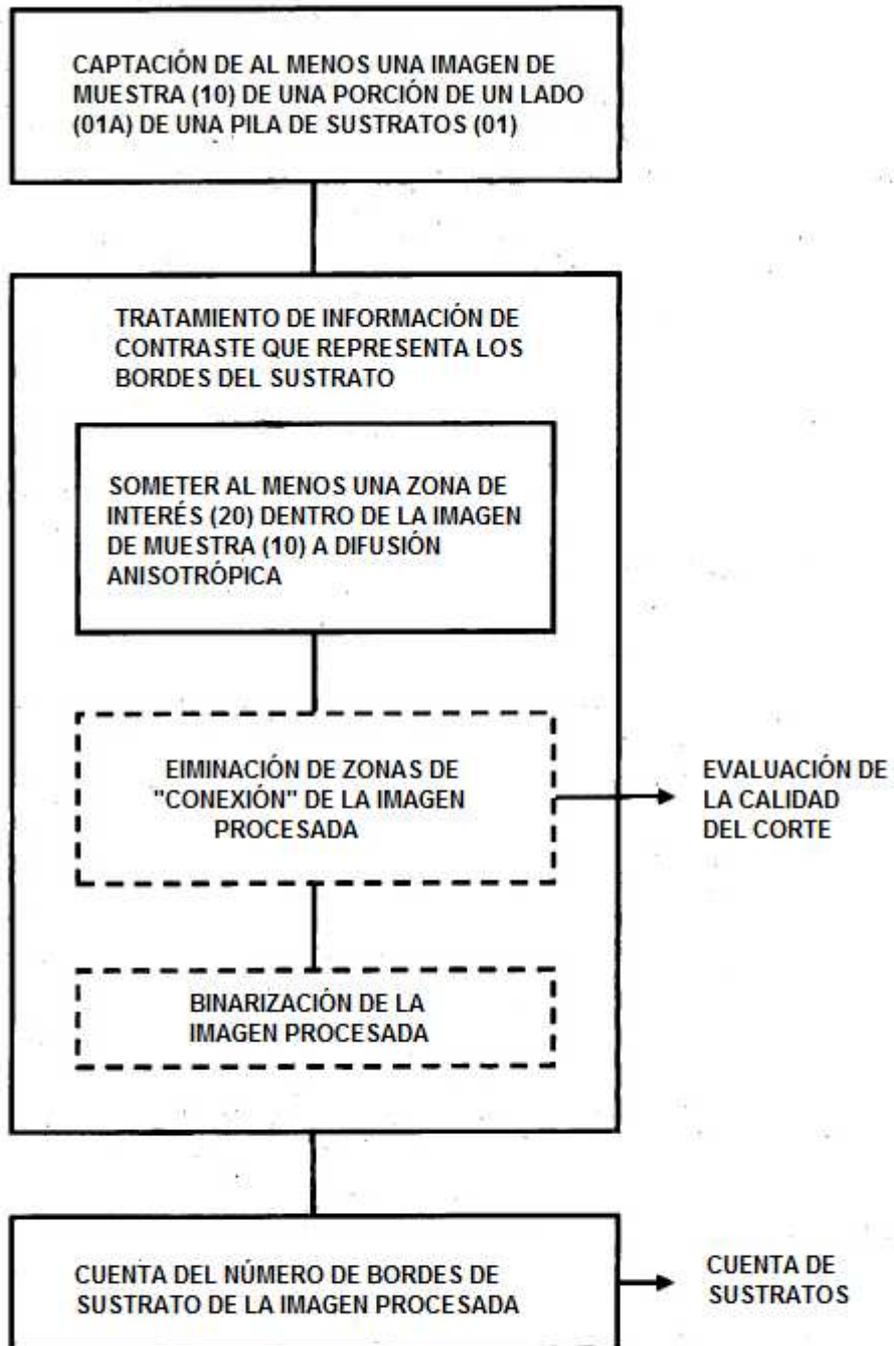


Fig. 4