



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 274 125**

51 Int. Cl.:
G01B 11/30 (2006.01)
G01N 33/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02803136 .7**
86 Fecha de presentación : **01.10.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1432961**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **30.06.2004**

54 Título: **Método y dispositivo de un sistema de medición.**

30 Prioridad: **02.10.2001 SE 0103279**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.05.2007

73 Titular/es: **Sick IVP AB.**
Wallenbergs gata 4
583 35 Linköping, SE

72 Inventor/es: **Aaström, Anders y**
Aastrand, Erik

74 Agente: **Morgades Manonelles, Juan Antonio**

ES 2 274 125 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 dispositivo de un sistema de medición.

Campo técnico

La presente invención se refiere, en general, a un procedimiento y a un dispositivo para representar las características de un objeto, y se refiere en particular, a un procedimiento y a un dispositivo para representar las características de un objeto por medio de un sistema de medición, en el que el sistema de medición y/o el objeto se desplazan uno con relación al otro en una dirección predefinida de desplazamiento, siendo desplazado preferentemente el objeto con relación al sistema de medición. El objeto se ilumina por medio de luz incidente, que tiene una extensión limitada en la dirección del desplazamiento, y la luz reflejada desde el objeto se detecta por medio de un sensor de imagen dispuesto en el mismo lado del objeto como la luz incidente, convirtiendo el sensor de imagen la luz detectada en cargas eléctricas, de acuerdo con las cuales se crea una representación digital de las características del objeto.

Descripción de la técnica anterior

D1: US 3 976 384.

D2: SE 501 650.

D3: Astrand Erik, *Automatic Inspection of Sawn Wood*, tesis doctoral, Universidad de Linköping, 1996.

D4: Wendt P, Coyle E, Gallagher N, *Stack Filters*, IEEE trans. ASSP-34, 1986.

En la técnica ya se conoce un procedimiento ventajoso de detección de defectos en la madera, en el que la superficie de la madera se ilumina mediante una fuente de luz, por ejemplo un láser, y se mide la dispersión de la luz en la capa superficial de la madera. Esto es, se registra la luz que penetra el material y que después de la dispersión emerge del material en un lugar diferente del que había entrado. Cómo esto ocurra depende de las características internas del material, que pueden medirse de esta manera. La mayor parte de la luz incidente, sin embargo, se refleja en la superficie y se denomina "luz difusa". Para esta finalidad puede utilizarse una fuente de luz puntual [D1] o alternativamente, una fuente de luz lineal [D2]. El detector puede comprender elementos discretos sensibles a la luz pero en una realización ventajosa se utiliza una fuente de luz lineal junto con un sensor procesador de imagen de dos dimensiones [D2]. Es particularmente ventajoso si el sensor procesador de imagen tiene medios para definir varias ventanas, es decir para limitar la parte del sensor procesador de imagen que sale por lectura para otros procesados.

También se conoce la posibilidad de medir la forma de un objeto, esto es el perfil geométrico de la sección transversal del mismo, por iluminarlo con una fuente de luz y detectar entonces la posición de la representación de la luz reflejada en un sensor, que observa el objeto desde un ángulo dado, la llamada triangulación. Esto se referirá más adelante como medición del perfil. Se conoce también la combinación en una imagen de la medición de la luz dispersada y de la medición del perfil por iluminación de la superficie de la madera con más de una fuente de luz [D2], una para la luz dispersada y otra para la medición del perfil.

En los procedimientos conocidos de medición de la luz dispersada, la dirección de iluminación desde la

fente de luz y la dirección de observación del sensor de procesamiento de la imagen están sustancialmente en el mismo plano. Esto significa que la representación de ambos, la luz reflejada y la luz dispersada, siempre finalizan en la misma posición del sensor de procesamiento de la imagen según el perfil geométrico de la pieza de madera. Esto significa que solamente una pequeña parte de la superficie de la imagen necesita ser sacada por lectura y la medición puede por ello realizarse a frecuencia elevada.

En la medición del perfil, por otra parte, la representación de la luz reflejada y de la luz dispersada llevará por completo, naturalmente a diferentes posiciones dependiendo de las dimensiones. Es necesario aquí convenir el tamaño de la ventana de la imagen y el ángulo de la fuente de luz con objeto de obtener diferentes tramos de medición y precisiones. Las mayores limitaciones están aquí en el hecho de que ventanas de imagen grande dan grandes cantidades de datos a sacar por lectura desde el sensor de procesamiento de imagen para un procesado posterior, y que se requiere una gran capacidad de procesado de datos con objeto de realizar cálculos sobre la gran cantidad de datos de la imagen.

Cuando se inspecciona madera es deseable combinar la detección de la luz dispersada y el perfil geométrico. Debido a las limitaciones esbozadas anteriormente, en la práctica sin embargo, no resulta posible, utilizando procedimientos conocidos, obtener una frecuencia de mediciones adecuada para la medición simultánea de la luz dispersada y del perfil. Por consiguiente se han usado diferentes fuentes de luz para estas dos mediciones y un problema que entonces aparece es que éstas características se miden en diferentes lugares en algún instante dado. Los datos de una medición deben por consiguiente ser corregidos al efecto de emparejar espacialmente las mediciones entre sí, y esta corrección nunca puede ser hecha en un cien por cien. Además, una desventaja obvia es que una pluralidad de fuentes de luz diferente supone un coste más elevado del sistema.

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un procedimiento mejorado para adquirir simultáneamente información del perfil geométrico de un objeto e información de la luz dispersada en una zona predeterminada alrededor de dicho perfil por medio de un sistema de medición.

Otro objetivo es proporcionar un dispositivo mejorado para sacar por lectura simultáneamente información del perfil geométrico de un objeto e información de la luz dispersada en una zona predeterminada alrededor de dicho perfil por medio de un sistema de medición.

Según una forma de realización de la presente invención dichos objetivos se consiguen mediante un procedimiento y una disposición de acuerdo con las partes características de la reivindicación 1 y de la reivindicación 9, respectivamente.

Breve descripción de los dibujos

Se describirá a continuación la invención con mayor detalle, con ejemplos de realizaciones y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una vista en perspectiva de un sistema inventivo de medición;

la figura 2 muestra la imagen de la reflexión de la fuente de luz sobre el objeto, registrada en el sensor de imagen;

la figura 3 ilustra cómo se comprime la imagen del sensor;

la figura 4 ilustra una realización de un vector de-codificador usado a efectos de reconstruir la imagen original;

la figura 5 muestra la distribución de la intensidad en una columna de la imagen suma;

la figura 6 muestra cómo la distribución de la intensidad se utiliza a efectos de obtener información de la luz dispersada;

la figura 7 muestra una realización para generar una imagen suma y un vector decodificador;

la figura 8 muestra una realización alternativa para generar una imagen suma y un vector decodificador.

Descripción detallada de las realizaciones

La invención en cuestión se refiere a un procedimiento para medir rápidamente luz dispersada y/o perfiles geométricos, por medio de una única fuente de luz. En términos prácticos este es un procedimiento para reducir la cantidad de datos sobre o en la proximidad del sensor procesador de imagen real a efectos de obtener por medio de él una frecuencia de medición elevada, dando un limitado ancho de banda a una siguiente unidad computadora. Toda la información esencial que se refiere a la luz dispersada y/o al perfil geométrico puede ser reconstruida entonces a partir de un conjunto reducido.

La invención se explicará a continuación haciendo referencia a las figuras siguientes. La figura 1 muestra una disposición típica con una cámara 1 que contiene un sensor de imagen, una fuente de luz lineal 2, por ejemplo un láser, y un objeto 3, cuyas características han de ser representadas. En la figura 1 la línea sobre el objeto 3 en el que la luz es incidente se designa por 4. Son factibles otras fuentes de luz aparte de la lineal. La figura 2 muestra la imagen 5 registrada por la cámara en la que la representación de la línea de láser 4 se ilustra por la línea 6. Suponemos ahora que formamos una imagen total por sumar en columnas un número de filas en la imagen, por ejemplo cada línea décima, como se ilustra en la figura 3. En la imagen total resultante 7 la fila 1 representará la suma de las filas (1, 11, 21) etc., la fila 2 la suma de las filas (2, 12, 22) etc.

En lo siguiente, la representación de la fuente de luz se refiere a la representación sobre el sensor de imagen de la luz reflejada sobre el objeto y de la dispersada en el objeto.

Mientras se forma la suma, al mismo tiempo, se mantiene para cada columna un control sobre la fila en que la representación de la fuente de luz resulta visible primero. Esto puede hacerse, por ejemplo, por comparar continuamente el total con un valor de umbral. Si el total, después de añadir otra fila, ha pasado el valor umbral para cierta columna, se hace una nota de la posición en que esto ocurre. Esto puede hacerse, por ejemplo, por guardar el resultado de la operación umbral en un campo de bits 8. El campo de bits 8 contiene tantos bits como número de filas sumadas para cada fila en la imagen total. Si, por ejemplo, el primer total alcanza el umbral después de la fila 31, lo cual es como decir después de la suma tercera, se entra el bit 3 en el registro. Si el próximo total alcanza el umbral en la fila 22, lo cual es como decir en la segunda suma, se entra un bit 2 y así sucesivamente. El resultado, cuando todas las sumas están completadas, es no solamente la imagen total sino también un vector 9 con un campo de bits, uno por cada columna, que puede

ser usado a efectos de calcular donde en el sensor de imagen original la representación de la fuente de luz fue generada primero. Esto se muestra con mayor detalle en la figura 4. Debe observarse, sin embargo, que este es solamente uno de los varios caminos posibles de registrar la posición cuando la suma alcanza cierto nivel. La invención no depende de ningún modo de cómo se hace precisamente esto.

Debe mencionarse que como una alternativa a la suma es posible también usar una operación de máximo en la que se retiene el valor mayor en cada columna. Esto realmente da un resultado menos sensible al ruido, pero por otra parte, puede hacer más costosa la implantación. Depende, por consiguiente, de la realización. Como otras alternativas, se conciben otras operaciones [D4] llamadas de filtros de pila.

El procedimiento, cuando recreamos datos en la unidad computadora, proceden del vector con campo de bits 9 según lo anterior, lo cual da una estimación aproximada de la posición de la línea. Este campo de bits puede ser visto como dando la posición de la ventana parcial 10 en la imagen original que se representa por la imagen suma. Solamente aquellas partes de la imagen original que contienen la línea de láser 4 dan lugar a una contribución significativa. Si la línea está situada en el linde entre dos ventanas parciales, ambos bits correspondientes en el campo de bits se pondrán a uno, como se ilustra en la figura 4.

Desde la imagen suma es posible entonces detectar precisamente en qué fila del sensor en la imagen total está situada la representación de la fuente de luz. Si la representación de la fuente de luz tiene asignada una magnitud y una forma que se extiende sobre una pluralidad de filas del sensor, también es posible, por análisis de la distribución de la intensidad 13 en una columna dada 12, detectar también la posición 13 de la línea con precisión de subpixels. Puesto que el sensor de imagen comprende en la práctica puntos de imagen discretos, este análisis se emprende en base a una serie de valores discretos, como se ilustra en la figura 5. Es bien conocida la determinación de la posición de la línea con gran precisión de esta manera, ver [D3], por ejemplo, incluso si en los procedimientos conocidos este cálculo se realiza directamente desde la imagen original. En nuestro caso realizamos el cálculo sobre la imagen suma pero combinando ésta con información del campo de bits 9 podemos reconstruir de forma precisa donde estaba situada la línea en la imagen original.

De la misma forma es también posible medir la dispersión de la luz estudiando la forma de la representación de la fuente de luz sobre un número de filas del sensor. En un material que dispersa la luz en la capa de superficie, la representación de la fuente de luz será ostensiblemente más ancha que en un material sin dispersión de luz. Debemos asumir que la distribución de la intensidad detectada presenta una forma semejante a la ilustrada en la figura 5. Puede obtenerse de esta forma una medición de la luz dispersada, por ejemplo, por estudiar directamente la intensidad en las zonas de borde (A en la figura 6), o alternativamente por comparar las zonas exteriores con la zona media (B en la figura 6), o la intensidad total (A+B). Una forma posible de medir la intensidad de borde es avanzar desde la posición 13 previamente calculada, que por consiguiente puede estar entre dos filas del sensor. A continuación, desplazándose una distancia predeterminada en ambas direcciones; las intensi-

dades de borde en las posiciones 14 se calculan, por ejemplo, por interpolación. Sin embargo, son también posibles otros valores medidos, que varían de diferentes maneras en función de la forma de la distribución de la intensidad, y la invención de ningún modo depende de cómo se haga precisamente esto.

La formación de la imagen suma y la detección de la posición de la línea pueden efectuarse de varias maneras diferentes. Una alternativa es usar un sensor convencional de procesado de imagen en combinación con una unidad computadora, por ejemplo un procesador de señal digital. Si el sensor de procesado de imagen tiene la posibilidad de sacar por lectura las filas del sensor en orden aleatorio, la imagen total y el vector de campo de bits pueden ventajosamente formarse mediante circuitos electrónicos según la figura 7, en la que un sumador 15 añade el contenido de varias líneas, que se almacenan en el registrador de línea 16 mientras un circuito umbral 17 se usa para detectar la posición aproximada de la línea. La figura 7 está aquí algo simplificada en el sentido que el circuito de umbral 17 asegura que solo cuando el total excede el umbral por primera vez es un uno obtenido en el vector resultante 9. En una forma de realización ventajosa se utiliza un sensor procesador de imagen que tiene una pluralidad de salidas en paralelo, por ejemplo un Photobit PB1024, en el que los circuitos 18 de la figura 7 se repiten con una disposición para cada salida como la ilustrada en la figura 8. Como una alternativa a la suma también es posible usar aquí una operación de máximo.

En otra realización asimismo ventajosa se utiliza un sensor procesador de imagen que tiene circuitos integrados para procesar en paralelo datos de imagen en columnas, por ejemplo el MAPP2200 y el MAPP2500. Estos circuitos también proporcionan la posibilidad de formar las columnas por suma analógica de datos desde diferentes filas de sensores. Por ello el procedimiento puede efectuarse a una velocidad muy elevada.

En lo anterior se ha mostrado una medición desde un solo lado utilizando una fuente de luz o cámara. En la práctica, la madera se medirá frecuentemente desde más de un lado utilizando un dispositivo de medición por cada lado. Estos pueden ser desplazados uno con relación al otro, de modo que midan en varias posiciones en la dirección del suministro de la madera o bien pueden estar situados en la misma posición. En este último caso será deseable asegurar que coincidan los planos de las fuentes de luz. Por otra parte, si la madera presenta una forma irregular es posible captar interferencias desde las fuentes de luz de las unidades adyacentes de medición. Si los planos de luz en cada lado coinciden, las fuentes de luz pueden ser colocadas ventajosamente de modo que se ilumine una única superficie desde más de una fuente de luz. Por ejemplo, es posible girar las fuentes de luz en el plano de modo que iluminen la madera desde un ángulo de 45 grados. Esto no da solamente una iluminación más uniforme sino también una mayor seguridad, puesto que la iluminación estará todavía disponible si falla una de las fuentes de luz. Nada hay en el caso de iluminación unilateral, que impida el uso de múltiples fuentes de luz desde direcciones diferentes dentro del plano con objeto de conseguir una iluminación más uniforme y una fiabilidad aumentada.

En la descripción anterior se especifica que la fuente de luz es lineal. Una forma de realización alternativa supone sustituir la línea por una serie de puntos en una o más filas. Se establece también en la descripción que las mediciones se realizan sobre una pieza de madera. La invención trabaja obviamente bien en la medición de perfiles geométricos y/o en la luz dispersada en un objeto de alguna otra forma o de un material distinto de la madera. Ejemplos de otro material lo son materias fibrosas tales como la celulosa y el papel. La invención debe por ello observarse por estar limitada solamente por el alcance de las reivindicaciones de la patente que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para representar las características de un objeto (3) por medio de un sistema de medición, en el que el sistema de medición y/o el objeto (3) se desplazan uno con relación al otro en una dirección predefinida de desplazamiento, siendo desplazado preferentemente el objeto con relación al sistema de medición, en cuyo procedimiento el objeto (3) se ilumina por medio de una luz incidente, que tiene una extensión limitada en la dirección del desplazamiento, y la luz reflejada desde el objeto (3) se detecta por medio de un sensor de imagen (1) dispuesto en el mismo lado del objeto (3) como la luz incidente, convirtiendo el sensor (1) de procesamiento de la imagen la luz detectada en cargas eléctricas, según lo cual se crea una representación digital (5) del objeto (3), **caracterizado** porque, la luz se lleva a chocar con el objeto (3) a una distancia predeterminada desde el sensor de imagen (1) visto en la dirección del desplazamiento del objeto, y aquella información sobre el perfil geométrico del objeto y la información sobre la luz dispersada en una zona predeterminada alrededor de dicho perfil salen simultáneamente por lectura desde la representación digital (5).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la representación digital (5) se divide en filas y columnas y porque se crea una imagen comprimida (7) a partir de la representación digital (5) por reducción del número de filas.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el número de filas se reduce por suma de las filas de la representación digital en columnas en un orden predeterminado.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque la suma se realiza por medios analógicos.

5. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque la suma se realiza por medios digitales.

6. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque en la suma por columnas la información sobre la fila en la que la carga eléctrica excede un valor predeterminado de umbral, indicando que la luz reflejada se detecta precisamente en aquella fila, se guarda para cada columna.

7. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la imagen comprimida se crea por guardar para cada columna el valor máximo para las filas preseleccionadas.

8. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque además de la información sobre el perfil geométrico del objeto y de la luz dispersada, la información sobre la distribución de la intensidad se obtiene en salida por lectura desde la representación digital.

9. Disposición para representar las características de un objeto (3) por medio de un sistema de medición, en el que el sistema de medición o el objeto (3) están

diseñados para desplazarse uno con relación al otro en una dirección predefinida de desplazamiento, siendo diseñado preferentemente el objeto para desplazarse con relación al sistema de medición, cuya disposición comprende como mínimo una fuente de luz (2) diseñada para iluminar el objeto (3) con una luz que incide sobre el objeto (3) y tiene una extensión limitada en la dirección del desplazamiento, comprendiendo además la disposición un sensor de imagen (1), que está dispuesto en el mismo lado del objeto (3) como la fuente de luz (2) y está diseñado para recoger luz reflejada desde el objeto (3) y convertirla en cargas eléctricas, estando diseñada una unidad de procesamiento de imagen para crear una representación digital del objeto (3) a partir de dichas cargas eléctricas, **caracterizado** porque la fuente de luz (2) está dispuesta a una distancia predeterminada del sensor de imagen (1) visto en la dirección del desplazamiento, y porque la unidad de procesamiento de la imagen se diseña para leer simultáneamente información sobre el perfil geométrico del objeto e información sobre la luz dispersada en una zona predeterminada alrededor de dicho perfil.

10. Disposición según la reivindicación 9, **caracterizada** porque la representación digital (5) se divide en filas y columnas y porque la unidad procesadora de imagen está diseñada para crear una imagen comprimida (7) a partir de la representación digital (5) por reducción del número de filas.

11. Disposición según la reivindicación 10, **caracterizada** porque la unidad de procesado de la imagen se diseña para reducir el número de filas por suma de filas de la representación digital (5) en columnas en un orden predeterminado.

12. Disposición según la reivindicación 11, **caracterizada** porque la unidad de procesado de la imagen se diseña, en la suma por columnas, para guardar para cada columna información sobre la fila en la que la carga eléctrica excede un valor predeterminado de umbral, indicando que la luz reflejada se detecta en aquella fila.

13. Disposición según la reivindicación 9, **caracterizada** porque la luz incidente es lineal.

14. Disposición según la reivindicación 9, **caracterizada** porque la luz incidente consta de una pluralidad de puntos o segmentos lineales.

15. Disposición según la reivindicación 10, **caracterizada** porque la unidad de procesado de la imagen se diseña para crear la imagen comprimida por guardar para cada columna el valor máximo de las filas preseleccionadas.

16. Disposición según la reivindicación 9, **caracterizada** porque además de la información sobre el perfil geométrico del objeto (3) y de la luz dispersada, la unidad de procesado de la imagen se diseña también para obtener en salida por lectura información sobre la distribución de intensidad desde la representación digital (5).

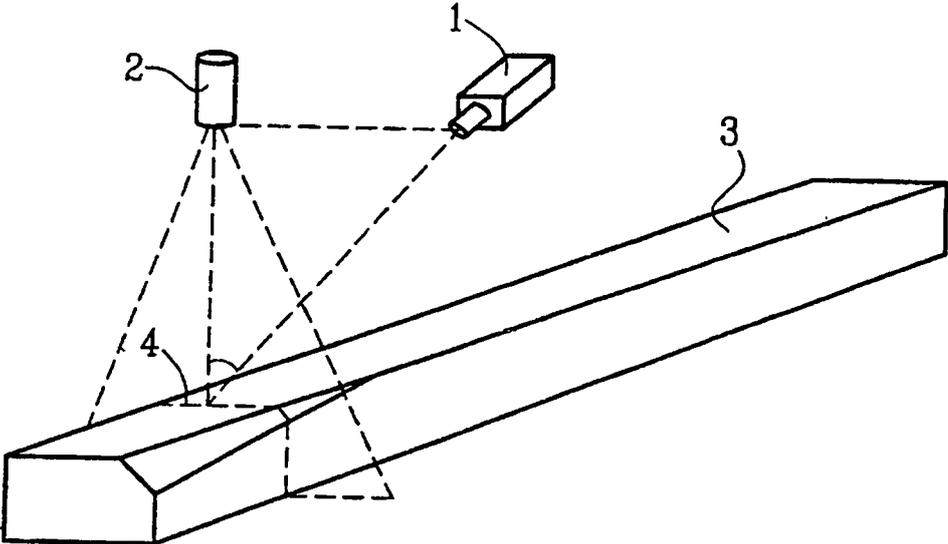


FIG. 1

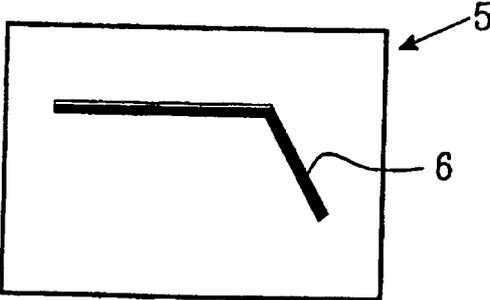


FIG. 2

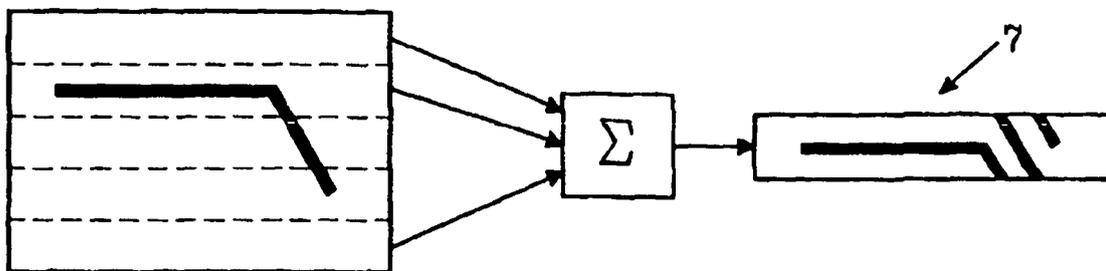


FIG.3

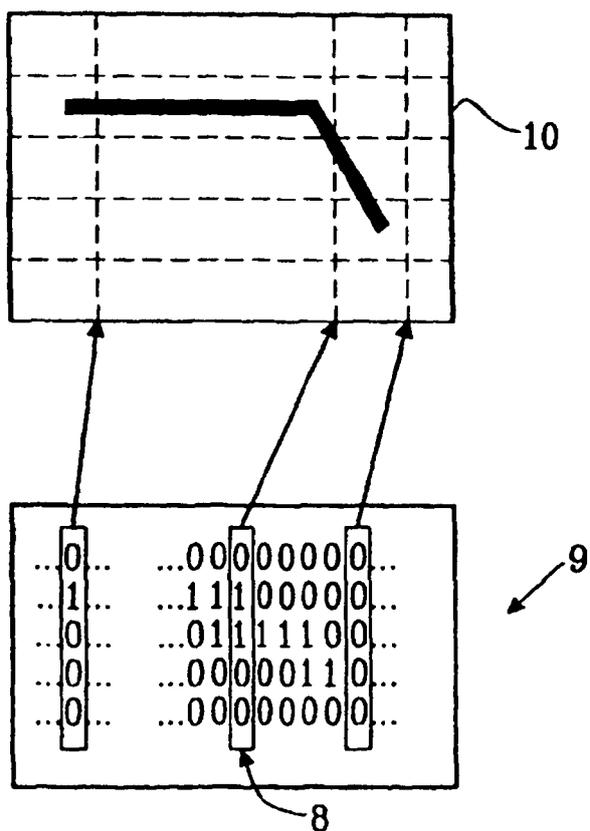


FIG.4

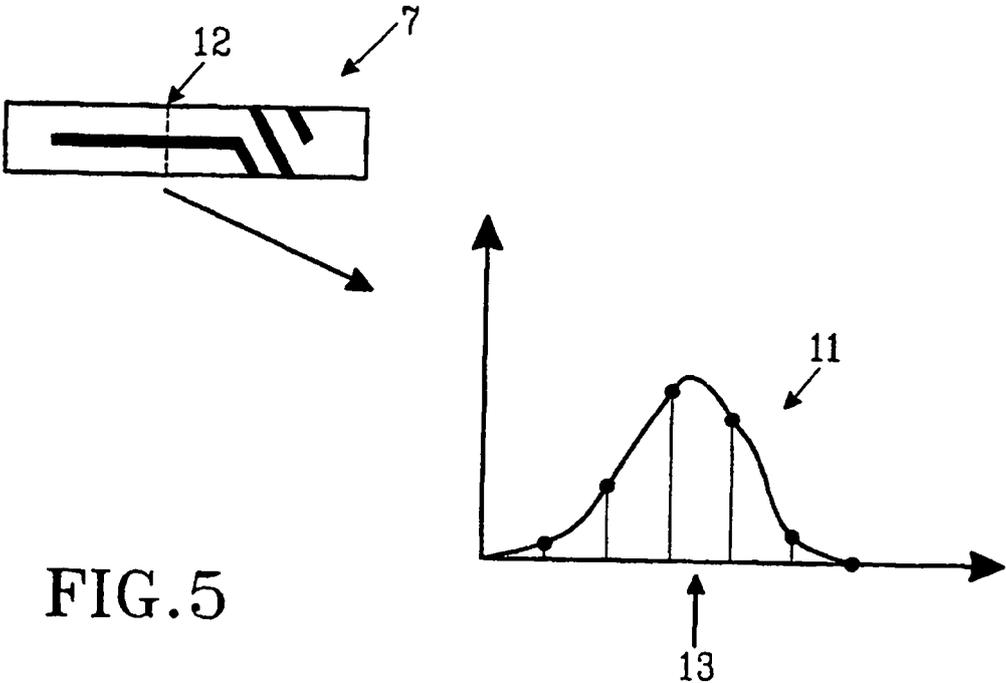


FIG. 5

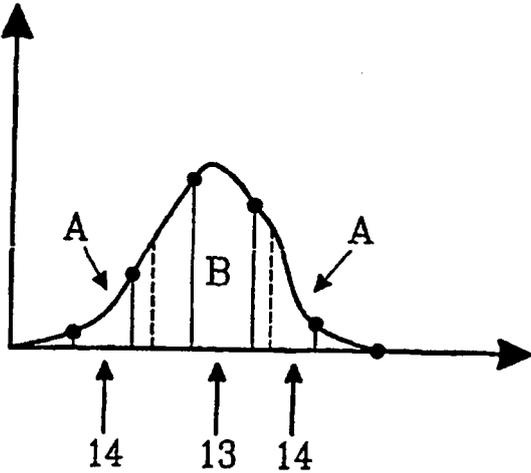


FIG. 6

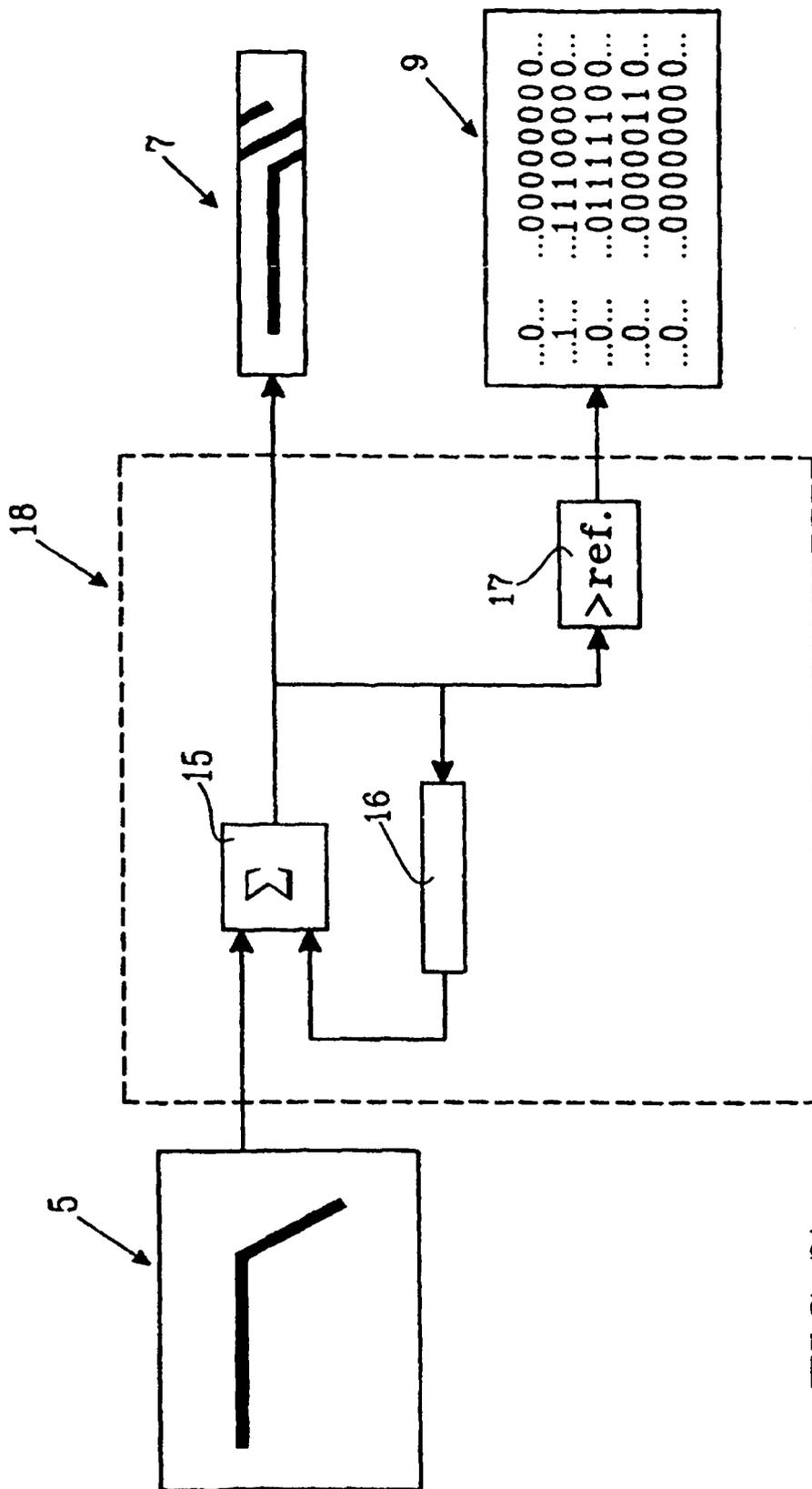


FIG. 7

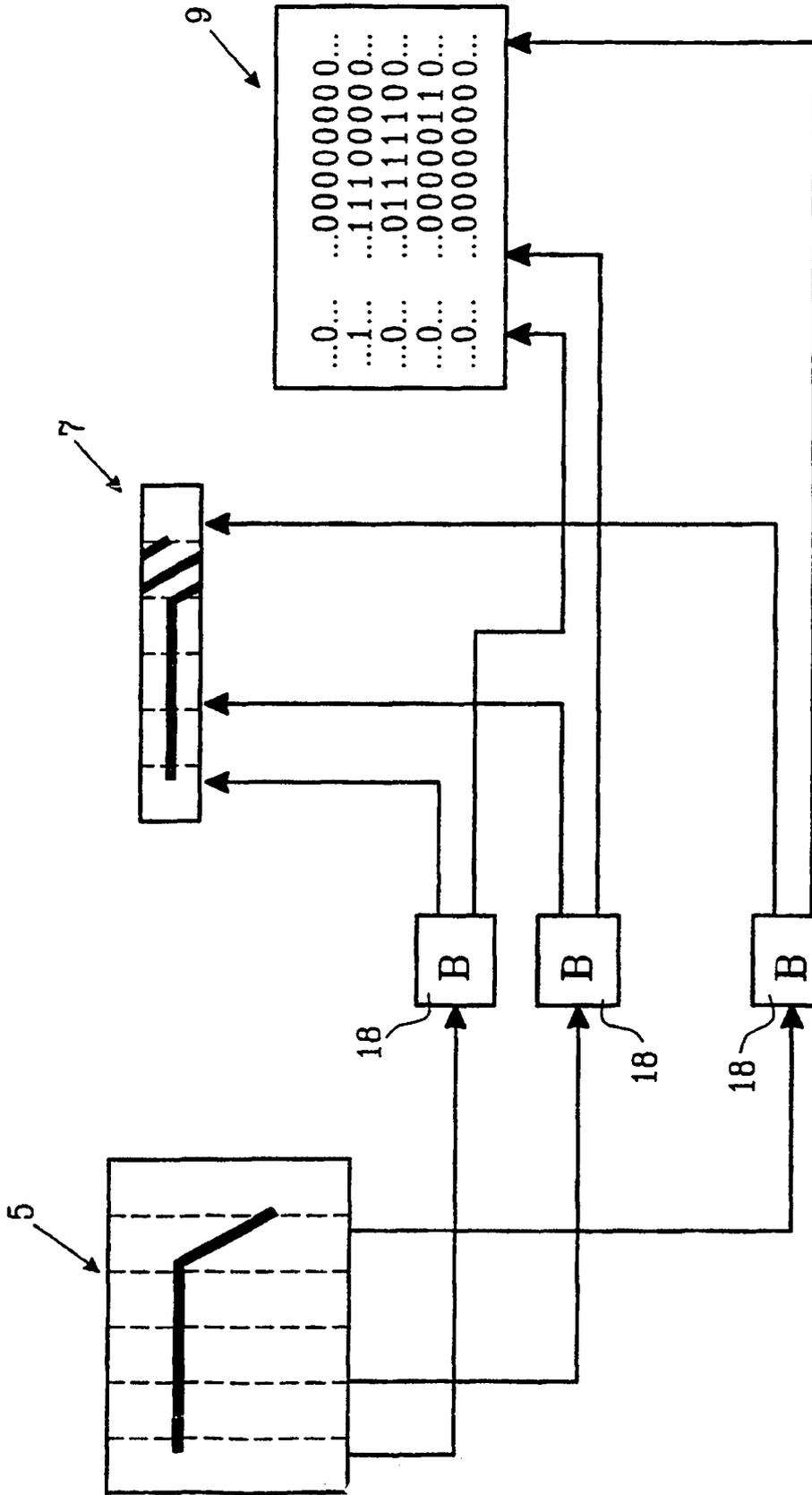


FIG.8