

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 698**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/113** (2006.01)

**G06K 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.04.2012 PCT/CN2012/074011**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2012 WO2012171405**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2012 E 12801292 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2721994**

54 Título: **Método y dispositivo de monitorización del movimiento ocular**

30 Prioridad:

**17.06.2011 CN 201110164766**

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

**26.06.2017**

73 Titular/es:

**ISEN TECH TRADING CO., LTD (100.0%)  
Digital Building Room 509 Block A No. 2  
Zhongguancun South Street  
Haidian, Beijing 100086, CN**

72 Inventor/es:

**LIU, ZHIYONG**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 619 698 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 monitorización del movimiento ocular

### Campo técnico

5 La invención se refiere a una técnica de monitorización del movimiento ocular y se refiere más particularmente a un método de monitorización del movimiento ocular y a un dispositivo de monitorización del movimiento ocular. Se conoce por el documento CN 101273880 A un método y un dispositivo de ejemplo según el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 5.

### Antecedentes

10 En el campo médico de la otoneurología y del examen de la función vestibular, el vértigo paroxístico posicional benigno (BPPV) se refiere a un mareo momentáneo inducido cuando la cabeza se mueve hasta una posición específica y también a una enfermedad vestibular periférica autolimitada. El BPPV tiene una incidencia relativamente alta que es de alrededor del 17-20% en todos los vértigos periféricos. El procedimiento de reposición canalítico del BPPV está ya maduro y el éxito es en términos de localización precisa en un otolito y un canal semicircular. Hasta ahora, tanto el diagnóstico de localización como la reposición del BPPV existente se basan en el movimiento ocular del paciente mediante la inspección visual del médico.

15 El diagnóstico de localización y la reposición del BPPV existente tienen las siguientes carencias:

1. En muchos casos, el movimiento ocular es sutil y se pasa por alto fácilmente a simple vista.
  2. Los resultados obtenidos observando directamente el movimiento ocular a simple vista son aproximados, acompañados del juicio subjetivo del médico y carentes de un método de análisis cuantitativo.
  - 20 3. Los datos de imagen del movimiento ocular del paciente durante el examen no pueden almacenarse.
  4. Sin datos suficientes durante el examen, los efectos preoperatorios y postoperatorios no pueden analizarse cuantitativamente.
  5. Debido a una estructura compleja, el dispositivo no puede utilizarse convenientemente por el paciente y no es aplicable al uso clínico.
- 25 Es fácil que las carencias antes mencionadas del método convencional afecten al diagnóstico de localización y a la reposición del BPPV. Por lo tanto, se requieren urgentemente un método especial y un dispositivo especial para ayudar al médico a implementar con precisión el diagnóstico y el tratamiento.

### Sumario de la invención

30 Para los problemas anteriores, la invención proporciona un método de monitorización del movimiento ocular, como se describe en la reivindicación 1.

La invención proporciona además un dispositivo de monitorización del movimiento ocular, como se describe en la reivindicación 5.

35 Según el método de monitorización del movimiento ocular y el dispositivo de monitorización del movimiento ocular, la imagen del movimiento ocular puede observarse y registrarse directamente, y el estado del movimiento ocular puede analizarse, registrarse y mostrarse de manera oportuna en un modo gráfico.

La tecnología de adquisición y análisis de imágenes en tiempo real de la presente invención puede registrar y analizar más intuitiva y objetivamente un nistagmo evocado en todas las posiciones de los pacientes, lo que puede confirmar con precisión el diagnóstico y evaluar el resultado del tratamiento, y guardar los datos del movimiento ocular y también conducir a guiar adicionalmente la práctica clínica y el trabajo de enseñanza e investigación.

### 40 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama de bloques del dispositivo de monitorización del movimiento ocular de la presente invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva despiezada de una implementación del dispositivo de monitorización del movimiento ocular de la presente invención;

45 La figura 3 es un diagrama de bloques funcional eléctrico del dispositivo de monitorización del movimiento ocular como se muestra en la figura 2;

La figura 4 es un diagrama de flujo del método de monitorización del movimiento ocular de la presente invención;

La figura 5 es un diagrama esquemático de los resultados de monitorización del movimiento ocular de la presente invención.

### Maneras de implementación específicas

La presente invención se describe en detalle a continuación con referencia a las figuras adjuntas.

5 La figura 1 es un diagrama de bloques del dispositivo de monitorización del movimiento ocular de la presente invención. El dispositivo de monitorización del movimiento ocular comprende: una unidad de adquisición de imágenes de vídeo 2, que adquiere periódicamente vídeo o una imagen del ojo y transfiere una imagen de vídeo a una señal eléctrica; una unidad de control de análisis 3, que recibe el envío de señal eléctrica desde la unidad de adquisición de imagen de vídeo 2, y posteriormente realiza un análisis de imagen, extrayendo los datos de movimiento horizontal y vertical del movimiento ocular; una unidad de visualización 4, que recibe los datos de movimiento ocular analizados por la unidad de control de análisis 3 y las imágenes de vídeo originales, y muestra estas imágenes de vídeo y presenta una representación gráfica de los datos de las direcciones horizontal y vertical del movimiento ocular; una unidad de almacenamiento 6, que recibe la imagen transmitida desde las unidades de control de análisis 3 y analiza y almacena los resultados, y también, para aumentar la eficiencia de almacenamiento, puede comprimir la señal de imagen de vídeo eléctrica antes del almacenamiento. Y, el mencionado dispositivo de monitorización del movimiento ocular comprende además una unidad de suministro de energía 1, que puede ser una batería o una red eléctrica.

En una realización adicional, la unidad de adquisición de imágenes de vídeo 2 incluye dos subunidades de adquisición para capturar un movimiento ocular respectivo, que puede adquirir simultáneamente el movimiento de los dos ojos del paciente, proporcionando datos más ricos al médico. Y, cada una de las unidades de subadquisición incluye una cámara infrarroja y una luz infrarroja utilizada para llenar de luz la cámara infrarroja.

En una implementación adicional, el dispositivo de monitorización del movimiento ocular también incluye una unidad de interfaz hombre-máquina 5, que se utiliza para los ajustes del dispositivo de control de análisis para el médico, incluyendo: ajustar el dispositivo de monitorización para que trabaje en modo de vista previa o en modo de vídeo, ajustar la fecha y la hora del instrumento, explorar, borrar y reproducir los archivos de vídeo grabados, controlar el inicio, la pausa y la parada del vídeo y controlar el inicio, la pausa y la parada de la reproducción de archivos de vídeo.

En una realización adicional, el dispositivo de monitorización del movimiento ocular también incluye una unidad de interfaz externa 7, que está conectada a la unidad de almacenamiento 6, y que puede exportar al exterior los datos almacenados en la unidad de almacenamiento 6. Por ejemplo, estos datos exportados pueden usarse en otros estudios por ordenadores de mayor rendimiento.

La figura 2 es una vista en perspectiva despiezada de una implementación del dispositivo de monitorización del movimiento ocular de la presente invención. La figura 3 es un diagrama de bloques funcional eléctrico del dispositivo de monitorización del movimiento ocular. Como se muestra en la figura 2, la Parte A (parte de uso) y la Parte B (parte de análisis-visualización) pueden engancharse entre ellas y, por supuesto, también pueden conectarse usando otros medios de conexión, tales como un adhesivo y un tornillo. El alojamiento de la Parte A y la Parte B está hecho de plástico para reducir el peso del dispositivo. La Parte A tiene una línea de contorno curvada que se ajusta a una cara humana, de manera que el ojo se puede cerrar lo más cerca posible de la Parte A.

Ambos lados de la Parte A tienen una hebilla 207 de diadema para unir la diadema y al realizar un procedimiento de inspección, el dispositivo de inspección está fijado a la cabeza del usuario por la diadema, haciendo que los ojos se alineen con la cámara 205. En esta realización, la cámara utiliza una cámara de infrarrojos estenopeica y la unidad de adquisición de imágenes de vídeo 2 incluye una primera cámara de infrarrojos 8 y una primera luz infrarroja 9 y una segunda cámara infrarroja 10 y una segunda luz infrarroja 11. Asimismo, en esta realización, el suministro de energía es proporcionado por una batería, y la batería está situada en el compartimento 206 de batería, de manera que, al fabricar el dispositivo, éste pueda ser más portátil. Al lado de uso de la Parte A también se le ha añadido una junta de goma para aumentar el confort de uso.

El interior de la Parte B tiene una placa de circuito PCB 202. La placa PCB 202 integra una unidad de control de análisis 3, una unidad de interfaz hombre-máquina 5, una unidad de almacenamiento 6 y una unidad de interfaz externa 7. La unidad de control de análisis 3 puede ser procesador ARM, MCU, u otros con función de cómputo. La unidad de almacenamiento 6 puede ser una tarjeta Flash, EEPROM u otra memoria no volátil. La unidad de interfaz externa 7 puede ser una interfaz USB, u otras. El lado de la Parte B tiene la abertura de una interfaz USB 204.

La pantalla de visualización de cristal líquido 201 también usa otras unidades de visualización, tales como LCD, que está conectada a la unidad de control de análisis 3 en la una placa de circuito PCB. La parte superior de la Parte B tiene el botón de control 203, a través del cual el médico puede enviar una señal de control eléctrica a la unidad de interfaz hombre-máquina 5.

A continuación, se describe el método de monitorización del movimiento ocular implementado utilizando el dispositivo de monitorización del movimiento ocular de la presente invención con referencia al diagrama de flujo de la figura 4.

5 En la etapa 401, se muestrea una imagen de cuadro de la unidad de adquisición de imagen de vídeo 2 y se puede ajustar el intervalo de muestreo de cada imagen de cuadro, por ejemplo 33 ms. La unidad de control de análisis 3 y la unidad de adquisición de imagen de vídeo 2 están en un estado de conexión/transmisión en tiempo real, las cuales pueden extraer directamente las imágenes capturadas por la cámara.

10 En la etapa 402, la unidad de control de análisis 3, que escanea todos los píxeles de la imagen de arriba a abajo y de izquierda a derecha, puede tomar la esquina inferior izquierda de la imagen como coordenadas (0,0) y, según un nivel de gris de umbral predeterminado, determinar inicialmente si el píxel pertenece a los píxeles de la pupila. El umbral se establece preferiblemente en 35 y, cuando el nivel de gris del píxel escaneado es menor de 35, se considera que el píxel pertenece al píxel de pupila, y el píxel se añade al conjunto S de píxeles de pupila.

En la etapa 403, para determinar si se ha completado el escaneado de imagen, si el escaneado no se ha completado, entonces continúa el escaneado y, si se completa, se pasa a la etapa 404.

15 En la etapa 404, para eliminar el punto de ruido que está presente posiblemente en el conjunto S y para corregir el límite del conjunto en la etapa. Por ejemplo, para cualquier punto en el conjunto S, si los cuatro puntos vecinos en la izquierda, la derecha, la parte superior y la parte inferior no son todos ellos puntos del conjunto S, el punto puede determinarse como un punto de ruido y el punto se eliminará del conjunto S. Si el punto tiene impacto en el valor límite, entonces se restablece el valor límite.

20 En la etapa 405, según el valor límite registrado en la etapa 404, se establece un punto central y, según el punto central, el conjunto S se divide en cuatro cuadrantes (cuadrante 1, 2, 3 y 4), obteniendo así cuatro conjuntos de cuadrantes S1, S2, S3 y S4.

25 En la etapa 406, se obtiene cada píxel de los cuatro cuadrantes, con lo cual los píxeles del cuadrante 1 y del cuadrante 3 construyen una línea recta, y los píxeles del cuadrante 2 y del cuadrante 4 construyen una línea recta. Posteriormente se calculan las coordenadas de la intersección de dos líneas rectas y se atraviesan los puntos de los cuatro cuadrantes y luego la intersección obtenida se coloca en el conjunto S5 de coordenadas del centro de la pupila.

En la etapa 407, para determinar si el cálculo se ha completado, si no se ha completado, entonces continúa; y si se ha completado, entonces se pasa a la etapa 408.

30 En la etapa 408, según el conjunto S5, se calculan los valores medios de las direcciones horizontal y vertical, y entonces el valor es la coordenada del punto central de la pupila.

En la etapa 409, los resultados analíticos de la imagen de cuadro se representan en la pantalla de LCD. Si se realiza una adquisición continua, el flujo retorna a la etapa 401 para iniciar el procesamiento del siguiente cuadro.

35 Según la frecuencia de muestreo y el número total de cuadros de imagen, se calculan los valores x del sistema de coordenadas de dibujo y las coordenadas (origen del sistema de coordenadas en la esquina inferior izquierda de la imagen); según los datos de las direcciones horizontal y vertical de la imagen actual se calcula el valor de coordenadas y; y luego se dibuja.

40 La figura 5 muestra un diagrama esquemático de los resultados de monitorización del movimiento ocular. En los datos de las direcciones horizontal y vertical mostrados en el sistema de coordenadas 512, la curva 513 representa los datos en la dirección horizontal y la curva 514 representa los datos en la dirección vertical, y cuando los valores de la curva de datos horizontales aumentan gradualmente en el eje Y, lo que significa que la pupila se mueve hacia la derecha, mientras que cuando los valores disminuyen gradualmente, lo que significa que la pupila se mueve hacia la izquierda; cuando los valores de la curva de datos verticales aumentan gradualmente en el eje Y, lo que significa que la pupila se mueve hacia arriba, mientras que cuando los valores disminuyen gradualmente, lo que significa que la pupila se mueve hacia abajo; por lo que el médico obtiene claramente la trayectoria de movimiento del ojo a partir de dos curvas.

45 La realización anteriormente descrita es la preferida de la presente invención. Debe observarse que, para personas expertas en el campo, basándose en los mismos principios de la invención, la realización, a la que también puede hacerse otras distintas variaciones y modificaciones, y la aplicación de la solución técnica en los otros campos similares, están todas comprendidas dentro del alcance de la protección de la presente invención.

50

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de monitorización del movimiento ocular, caracterizado por repetir las siguientes etapas:

capturar un cuadro de imagen de una pupila;

extraer un conjunto (S) de píxeles de pupila según el umbral predeterminado;

5 extraer un valor límite del conjunto de píxeles de pupila;

establecer un punto central basado en el valor límite y dividir el conjunto de píxeles de pupila en un primer conjunto de cuadrante (S1), un segundo conjunto de cuadrante (S2), un tercer conjunto de cuadrante (S3) y un cuarto conjunto de cuadrante (S4) según el punto central,

10 en el que se obtiene cada píxel de los cuatro cuadrantes, con lo cual un píxel del primer conjunto de cuadrante (S1) y un píxel del tercer conjunto de cuadrante (S3) forman una línea recta, y un píxel del segundo conjunto de cuadrante (S2) y un píxel del cuarto conjunto de cuadrante (S4) también forman una línea recta; calcular la coordenada de los puntos de cruce de cada una de las dos líneas rectas, en donde los puntos de cruce forman un conjunto (S5) de coordenadas del centro de la pupila; y caracterizado por

15 calcular un valor medio de las direcciones horizontal y vertical según el conjunto (S5) de coordenadas del centro de la pupila, en donde el valor medio es una posición del punto central de la pupila.

2. El método de monitorización del movimiento ocular según la reivindicación 1, caracterizado por que el método comprende además la etapa de eliminar cualquier punto del conjunto (S) de píxeles de pupila si los puntos adyacentes izquierdo, derecho, superior e inferior del punto no están dentro del conjunto.

20 3. El método de monitorización del movimiento ocular según la reivindicación 2, caracterizado por que el método comprende además la etapa de restablecer el valor límite si el punto afecta al valor límite.

4. El método de monitorización del movimiento ocular según la reivindicación 1, caracterizado por que el cuadro de imagen se captura por un dispositivo de cámara infrarroja.

25 5. Un dispositivo de monitorización del movimiento ocular, que comprende: un dispositivo de captura de imágenes de vídeo para capturar regularmente un vídeo o una imagen de un ojo y convertir la imagen de vídeo en una señal eléctrica;

un dispositivo de control de análisis para recibir la señal eléctrica enviada desde el dispositivo de captura de imágenes de vídeo, calcular una posición de una pupila basándose en diferentes niveles de grises de píxeles de la pupila y extraer datos del movimiento ocular en direcciones horizontal y vertical;

30 un dispositivo de visualización para recibir la imagen de vídeo original, así como los datos del movimiento ocular analizados por el dispositivo de control de análisis y mostrar de un modo gráfico la imagen de vídeo y los datos del movimiento ocular en las direcciones horizontal y vertical;

y un dispositivo de almacenamiento para recibir la imagen y los resultados del análisis enviados desde el dispositivo de control de análisis, comprimiendo y almacenando la imagen y los resultados del análisis,

35 caracterizado por que el dispositivo de control de análisis está configurado para extraer un conjunto (S) de píxeles de pupila de la imagen enviada por el dispositivo de captura de imágenes de vídeo según el umbral predeterminado;

extraer un valor límite del conjunto de píxeles de la pupila;

establecer un punto central basado en el valor límite y dividir el conjunto de píxeles de pupila en un primer conjunto de cuadrante (S1), un segundo conjunto de cuadrante (S2), un tercer conjunto de cuadrante (S3) y un cuarto conjunto de cuadrante (S4) según el punto central,

40 en el que se obtiene cada píxel de los cuatro cuadrantes, con lo que un píxel del primer conjunto de cuadrante (S1) y un píxel del tercer conjunto de cuadrante (S3) forman una línea recta; y un píxel del segundo conjunto de cuadrante (S2) y un píxel del cuarto conjunto de cuadrante (S4) también forman una línea recta; calcular la coordenada de puntos de cruce de cada una de las dos líneas rectas, en donde los puntos de cruce forman un conjunto (S5) de coordenadas del centro de la pupila;

45 y calcular un valor promedio de las direcciones horizontal y vertical según el conjunto (S5) de coordenadas del centro de la pupila, en donde el valor promedio es una posición del punto central de la pupila.

6. El dispositivo de monitorización del movimiento ocular según la reivindicación 5, caracterizado por que el dispositivo de monitorización del movimiento ocular comprende además un dispositivo de interfaz externo conectado con un dispositivo de computación externo.

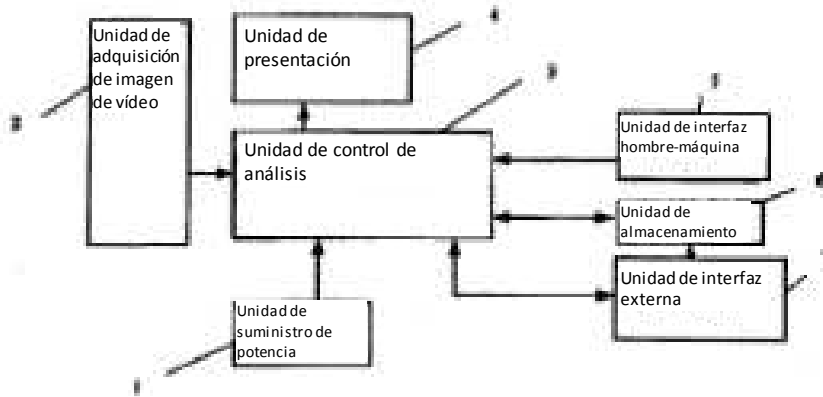


Figura 1

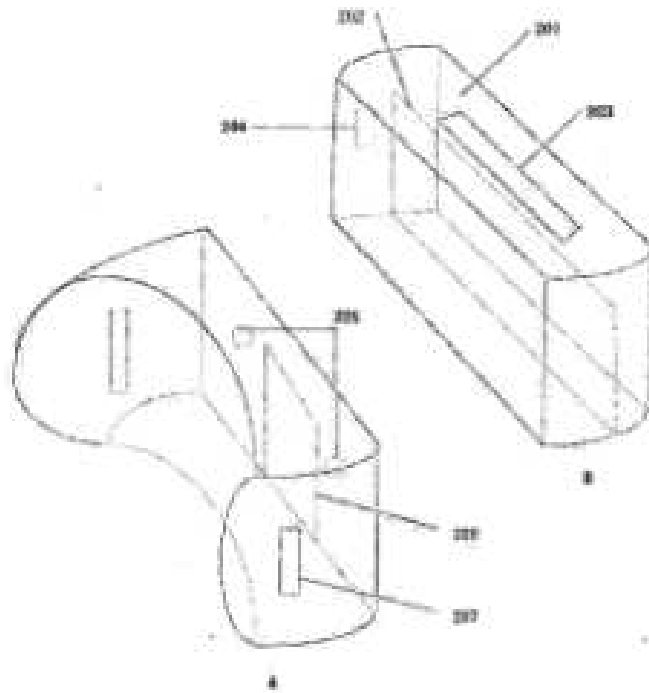


Figura 2

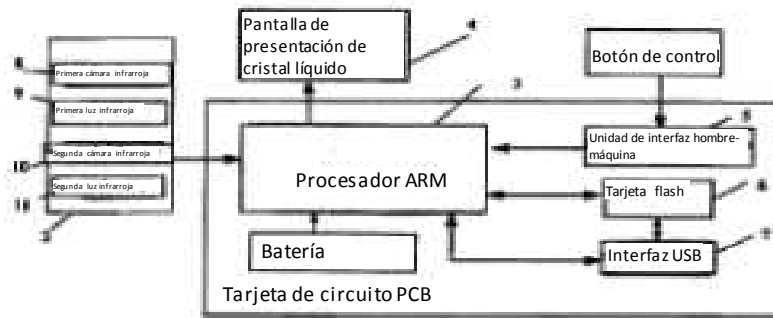


Figura 3

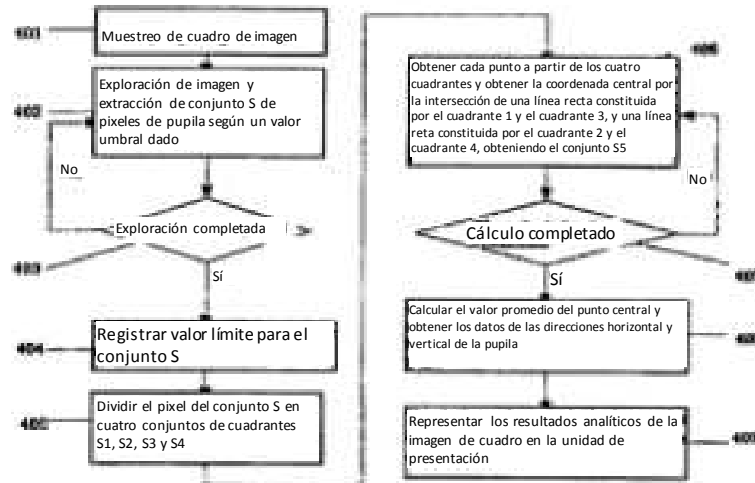


Figura 4



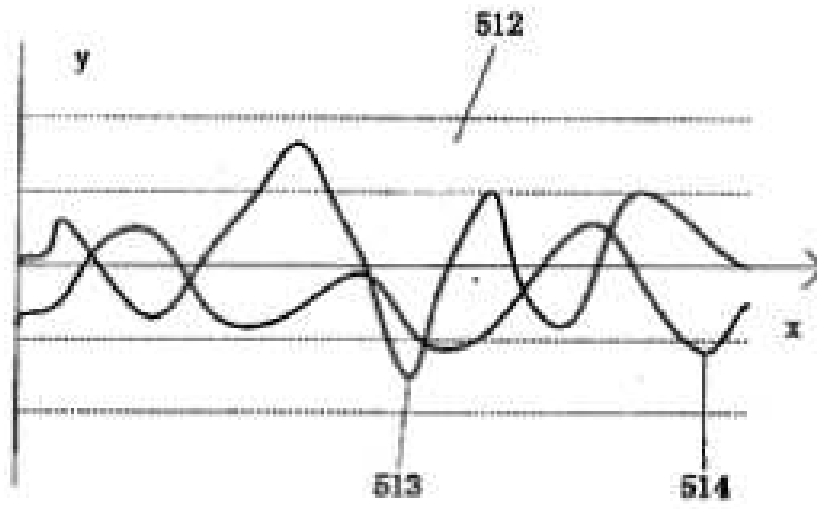


Figura 5