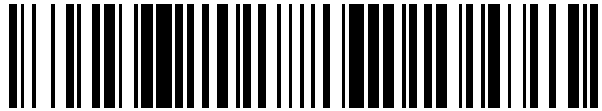


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 511 039**

51 Int. Cl.:

G07D 7/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2009 E 09790932 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 2308031**

54 Título: **Clasificación y discriminación de un elemento de moneda basándose en la respuesta espectral del elemento**

30 Prioridad:

29.07.2008 US 137386 P

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

22.10.2014

73 Titular/es:

**MEI, INC. (100.0%)
3222 Phoenixville Pike Suite 200
Malvern, PA 19355, US**

72 Inventor/es:

ANOUAR, FATIHA

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 511 039 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

Clasificación y discriminación de un elemento de moneda basándose en la respuesta espectral del elemento

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud de patente provisional estadounidense con n.º de serie 61/137.386, presentada el 29 de julio de 2008.

Campo de la divulgación

La divulgación se refiere a la clasificación de elementos de moneda y, en particular, a la clasificación de un elemento de moneda basándose en la respuesta espectral del elemento.

Antecedentes

10 A menudo se usa el color en la producción de elementos de moneda para diferenciar un elemento de moneda de otro. Por ejemplo, los documentos de valor incluyen a menudo dibujos o diseños impresos junto con otras diversas características que están compuestas por tintas coloreadas específicas. Para los fines de la divulgación, los documentos de valor incluyen, pero no se limitan a, títulos bancarios, billetes, títulos, documentos de seguridad, cheques, certificados y cupones. Una moneda dada puede tener diferentes valores nominales (por ejemplo, 5 euros, 15 10 euros, 20 euros y 50 euros) de títulos bancarios. Cada denominación para una moneda particular tiene a menudo una imagen única (a menudo diferente para cada cara del título bancario) que se imprime usando una amplia variedad de colores.

En dispositivos de transacción automática (por ejemplo, máquinas expendedoras), una unidad de verificación está prevista y adaptada para irradiar un título bancario insertado con luz (por ejemplo, en al menos una longitud de 20 onda) y evaluar la respuesta espectral del título bancario insertado. La información de respuesta espectral obtenida por la unidad de verificación puede usarse para identificar determinadas características, tintas o diseños impresos en el mismo. Normalmente, la unidad de verificación usa la información de respuesta espectral para discriminar entre títulos bancarios auténticos y títulos bancarios no auténticos. La discriminación del título bancario insertado se logra a menudo comparando la información de respuesta espectral del título bancario insertado con la de un grupo de 25 títulos bancarios de referencia indicativos de diferentes valores nominales y/o monedas.

Una limitación de algunas técnicas de discriminación que se basan en el color resulta del hecho de que los colores pueden representarse mediante un enorme número de espectros diferentes. Más particularmente, puede formarse una copia de un título bancario original usando un equipo distinto al usado para producir el título bancario original, usando una combinación diferente de colores estándar. Por tanto, los colores que el ojo humano percibe que son 30 iguales pueden tener diferentes respuestas espectrales.

El documento WO2006/050367 da a conocer un método y un sistema para verificar un objeto basándose en el espectro de color visible de una zona seleccionada. El espectro medido se compara con los patrones de referencia almacenados para determinar si el objeto es auténtico. Pueden tomarse múltiples mediciones desde varios puntos de vista y frecuencias.

35 El documento US5757001 da a conocer un método para detectar moneda falsificada, midiendo el método los valores de reflectancia de los elementos de moneda en el espectro de infrarrojo cercano y comparándolos con los valores esperados.

Sumario

40 La divulgación se refiere a la discriminación de elementos de moneda. Para los fines de la divulgación un elemento de moneda incluye, pero no se limita a, documentos de valor, títulos bancarios, billetes, cheques, monedas, cupones, documentos de seguridad o cualquier otro elemento de moneda (auténtico o no auténtico) usado en el intercambio de bienes o servicios. La divulgación describe un método y un aparato para la discriminación de elementos de moneda basándose en una comparación de la respuesta espectral de un elemento de moneda desconocido con al menos un elemento de moneda conocido.

45 En algunas implementaciones, está prevista una unidad de verificación para la discriminación entre elementos de moneda. En particular, la información de respuesta espectral para al menos un elemento de moneda de referencia (por ejemplo, una primera clase) se almacena dentro de la unidad de verificación y se usa para la comparación con elementos de moneda insertados. La unidad de verificación está adaptada para obtener información de respuesta espectral (por ejemplo, basándose en la reflexión o transmisión de luz en al menos una longitud de onda) de un 50 elemento de moneda insertado. La unidad de verificación puede estar configurada además para usar la respuesta

5 espectral medida de un elemento de moneda y compararla con la respuesta espectral de al menos un elemento de moneda almacenado dentro de la unidad de verificación. La unidad de verificación puede estar dispuesta para convertir la respuesta medida de un elemento de moneda insertado en al menos una respuesta de componente. En algunas implementaciones, la al menos una respuesta de componente espectral se proyecta en un espacio de color estándar conocido. En algunas implementaciones, la respuesta espectral medida de un elemento de moneda insertado se proyecta en un espacio de color y un espacio adicional ortogonal al espacio de color particular.

Las respuestas de componentes espectrales medidas de un elemento de moneda insertado pueden usarse con las respuestas de componentes espectrales de al menos un elemento de moneda conocido (es decir, una clase de moneda) como entradas en una técnica de clasificación para la clasificación del elemento de moneda insertado.

10 Diversos aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones. Otras características y ventajas resultarán claramente evidentes a partir de la descripción detallada y los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un diagrama de cromaticidad XY.

La figura 2 ilustra un diagrama de espacio $L^*a^*b^*$.

15 La figura 3 ilustra diversas gamas de colores.

La figura 4 ilustra un ejemplo de una respuesta espectral y respuestas de componentes asociadas.

La figura 5 ilustra un espacio que es ortogonal a un espacio de color particular.

La figura 6 ilustra la respuesta espectral de un color tanto en el espacio de color como en el espacio ortogonal.

20 La figura 7 ilustra la respuesta espectral de un color que se percibe que es igual al color de la figura 6, pero que tiene una respuesta diferente en el espacio ortogonal.

La figura 8 ilustra una comparación de un elemento de moneda auténtico y un elemento de moneda no auténtico en un espacio de color, en la que ambos elementos tienen colores impresos que se perciben que son iguales en el espacio de color.

25 La figura 9 ilustra una comparación de un elemento de moneda auténtico y un elemento de moneda no auténtico en un espacio ortogonal a un espacio de color, en la que ambos elementos tienen colores impresos que se perciben que son iguales en el espacio de color.

La figura 10 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de una máquina de transacción automática con una unidad de verificación de moneda según la invención.

30 La figura 11 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de un método para comparar un elemento de moneda desconocido con un elemento de moneda conocido evaluando la respuesta espectral del elemento de moneda desconocido.

Descripción detallada

35 En algunas implementaciones, se usan las diferencias de color presentes en un elemento de moneda para discriminar un elemento de moneda de otro. En particular, puede usarse la evaluación del color para determinar si un elemento de moneda desconocido tiene un color similar al color presente en un elemento de moneda conocido. En algunas implementaciones, un método para la clasificación de elementos de moneda desconocidos a partir de elementos conocidos incluye comparar la respuesta espectral del elemento de moneda conocido con la respuesta espectral del elemento de moneda desconocido. En otras implementaciones, está prevista una unidad de verificación para la discriminación de elementos de moneda conocidos de elementos de moneda desconocidos.

40 Una unidad de verificación incluye una unidad de memoria, una unidad de procesamiento (por ejemplo, un microprocesador) y una unidad de detección. La unidad de detección está adaptada para obtener información de respuesta espectral de un elemento de moneda usando al menos una fuente de luz y al menos un sensor para detectar la respuesta espectral de un elemento de moneda en al menos una longitud de onda. Se irradian elementos de moneda mediante la fuente de luz y se obtiene información de respuesta espectral (por ejemplo, basándose en la reflectancia o transmisión) usando el al menos un sensor.

45

5 En algunas implementaciones, puede describirse el color mediante la percepción visual humana del color, que se conoce como teoría del triestímulo. La teoría del triestímulo implica la combinación lineal de tres tipos de fotorreceptores diferentes con sensibilidades espectrales conocidas en el rango visible. La Comisión Internacional de Iluminación (CIE, International Commission on Illumination) ha caracterizado la percepción de color visual humana estándar con funciones de correspondencia de color para un observador estándar y ha definido espacios de color. Los ejemplos de espacios de color estándar incluyen, pero no se limitan a, los espacios CIE XYZ y CIELAB. Estos estándares son fundamentales para la ciencia de la colorimetría y para transformar y compartir información de color. La aplicación de colorimetría permite una capacidad mejorada para discriminar entre elementos de moneda desconocidos y elementos de moneda conocidos. Más específicamente, puede mejorarse la discriminación de elementos de moneda auténticos de elementos de moneda no auténticos usando diversas técnicas de colorimetría.

10 Los dispositivos de entrada de color tales como cámaras y escáneres que buscan la reproducción colorimétrica de colores (incluyendo correspondencia de aspecto de color) de colores de objetos deben tener en cuenta las características del sistema visual humano en su diseño y en la comprensión de los datos de salida de los sensores físicos.

15 La luz se compone de todo el espectro y por tanto, el color es una función de todo el espectro de luz. El tricromatismo de la sensación de color conduce a los fenómenos de metamerismo. Esto significa que diferentes espectros pueden producir el mismo color. Puesto que los elementos de moneda tienen a menudo al menos un color contenido en los mismos, poder discriminar entre un color que se ha reproducido por un espectro diferente y un color presente de un elemento de moneda auténtico se vuelve intrínsecamente importante.

20 Las propiedades del sistema visual humano están definidas por las respuestas espectrales de tres tipos de cono. Los conos L tienen una respuesta pico a aproximadamente 570 nm. Los conos M tienen una respuesta pico a aproximadamente 540 nm. Los conos S tienen una respuesta pico a aproximadamente 445 nm. Usando las funciones de correspondencia de color de CIE $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$, la relación lineal entre las sensibilidades espectrales oculares y las funciones de correspondencia de color pueden venir dadas por:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,9023 & -1,4000 & 0,3544 \\ 0,6371 & 0,3933 & -0,0093 \\ 0,0007 & 0,0033 & 1,7462 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix}$$

25 La potencia espectral de una fuente de luz E se multiplica por la reflectancia espectral de la superficie del objeto R. El resultado es el color del objeto recibido por el observador. Supóngase que se toman las mediciones a lo largo del rango visible desde 400 nm hasta 780 nm con un escalón de 10 nm. El espacio del triestímulo está definido por las mayúsculas X,Y,Z dadas por

$$X = k \sum_{\lambda=400}^{780} \bar{x}(\lambda)E(\lambda)R(\lambda)$$

$$Y = k \sum_{\lambda=400}^{780} \bar{y}(\lambda)E(\lambda)R(\lambda)$$

$$Z = k \sum_{\lambda=400}^{780} \bar{z}(\lambda)E(\lambda)R(\lambda)$$

donde k es un factor de normalización:

$$k = \frac{Y}{\sum_{\lambda=400}^{780} \bar{y}(\lambda)E(\lambda)R(\lambda)}$$

Y representa el brillo de luminancia de un color. Por tanto, si se normaliza el triestímulo X,Y,Z mediante su suma, se obtiene el espacio xyz que define el espacio de color del locus, tal como se muestra en la figura 1.

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

5

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} = 1 - x - y$$

Puede observarse a partir del diagrama de cromaticidad mostrado en la figura 1 que no es lineal (es decir, una distancia entre dos puntos, por ejemplo, en la parte inferior del diagrama proporciona más variación en el color que otros dos puntos en la parte superior (verde) del diagrama). Para reflejar mejor la percepción de la variación en los colores, puede usarse un diagrama diferente. Un diagrama de este tipo es el espacio L*a*b* (mostrado en la figura 2) que viene dado por la siguiente transformación:

10

$$L^* = 116 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \frac{16}{116} \right]$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{X}{X_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} \right]$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - \left(\frac{Z}{Z_n} \right)^{1/3} \right]$$

15 X_n, Y_n, Z_n son los valores del triestímulo del blanco de referencia. Si $\frac{V}{V_n} \leq 0,008856$, donde V es cualquiera del

triestímulo X, Y o Z entonces se sustituye $\left(\frac{V}{V_n} \right)^{1/3}$ por $\left[7,787 \left(\frac{V}{V_n} \right) + \frac{16}{116} \right]$ en las ecuaciones anteriores.

Debido a diferencias físicas en cómo diversos dispositivos producen colores, cada escáner, pantalla e impresora tiene una diferente gama, o rango de colores, que puede representar. La gama de colores RGB sólo puede presentar visualmente aproximadamente el 70% de los colores que pueden percibirse por el ojo humano. La gama de colores CMYK, que se usa en las impresoras, es mucho más pequeña, reproduciendo aproximadamente el 20% de los colores que pueden percibirse. La gama de colores lograda con tintas premezcladas como el sistema de

20

correspondencia de Pantone (PMS, Pantone Matching System) también es más pequeña que la gama RGB. Existen muchos colores PMS, que no tienen correspondencias en la gama de colores CMYK (tal como se muestra en la figura 3). Aunque el ojo humano puede ver miles de millones de colores, el sistema RGB sólo cubre aproximadamente 16 millones de colores y el CMYK cubre aproximadamente 5-6 mil colores.

- 5 En una unidad de verificación de moneda, los sensores usados para obtener respuestas espectrales de un elemento de moneda insertado pueden tener diferente (por ejemplo, más) sensibilidad que la sensibilidad del ojo humano. Por tanto, en la práctica, la representación de una respuesta espectral en un espacio de color estándar es una aproximación del espacio de color estándar. Como las sensibilidades de un sistema de sensores pueden diferir de la sensibilidad del ojo humano, pueden definirse otros espacios de color de manera similar a cómo se definen los espacios de color estándar. Puede usarse un nuevo espacio de color (definido por la sensibilidad del conjunto de sensores) para la clasificación de la misma manera que un espacio de color estándar.

- 10 Los datos espectrales pueden dividirse en dos espacios: el espacio metamérico fundamental en el que todos los datos espectrales representan el mismo color en el espacio del triestímulo, y el espacio metamérico negro, que es ortogonal al espacio colorimétrico (espacio de color) tal como se muestra en la figura 5. Habitualmente, la diferencia entre un elemento auténtico y copias es mínima en un espacio de color debido a que los sistemas de reproducción de color conservan constancia de color. Sin embargo puede existir una diferencia entre elementos de moneda auténticos y elementos de moneda no auténticos en el espacio ortogonal.

Las reflectancias metaméricas $R(\lambda)$ pueden descomponerse en dos partes: $R(\lambda)=R_x(\lambda)+R_0(\lambda)$ donde $R_x(\lambda)$ es una solución particular y $R_0(\lambda)$ es un negro metamérico, y donde λ es una longitud de onda dada.

- 20 Puede describirse una fuente de luz mediante la distribución de potencia espectral indicada por $E(\lambda)$. Se filtra la señal a través de tres sensores de diferentes sensibilidades espectrales X_1, X_2, X_3 :

$$\chi_1 = \sum_{\lambda=400}^{780} R(\lambda)E(\lambda)X_1(\lambda)$$

$$\chi_2 = \sum_{\lambda=400}^{780} R(\lambda)E(\lambda)X_2(\lambda)$$

$$\chi_3 = \sum_{\lambda=400}^{780} R(\lambda)E(\lambda)X_3(\lambda)$$

- 25 χ_1, χ_2, χ_3 son las respuestas de las tres sensibilidades espectrales X_1, X_2, X_3 . La notación usando matrices puede venir dada por:

$$\chi = X^T D(E) R$$

donde $\chi = [\chi_1, \chi_2, \chi_3]$ y $X = [X_1, X_2, X_3]$;

$D(E)$ es la transformación del vector iluminante en una matriz diagonal y R es la reflectancia. Si se indica

$$\Lambda = X^T D(E) ,$$

30

Λ se denomina matriz de formación de color.

Por tanto, $\chi = \Lambda R$ La matriz que minimiza la distancia entre una respuesta espectral (por ejemplo, reflectancia o transmitancia) y su proyección sobre las filas de la matriz de color Λ es la matriz de proyección ortogonal Q dada por:

$$Q = \Lambda' (\Lambda \Lambda')^{-1} \Lambda ,$$

Q define una matriz de proyección en un espacio 3D. El complemento ortogonal viene dado por:

$$Q^\perp = I - Q$$

5 Usando las dos matrices de proyección Q y Q¹, puede descomponerse cualquier reflectancia (o transmitancia) en dos partes:

$$R = QR + Q^\perp R$$

Por tanto,

$$R_x = QR$$

$$R_0 = Q^\perp R$$

10 Cuando se recopilan los datos en el intervalo de 410-780 nm cada 10 nm, la reflectancia R está representada por vectores de p dimensiones (39 en el ejemplo). El metámero fundamental R_x es un vector de p - 3 dimensiones en un espacio de p dimensiones. El negro metamérico R₀ es un vector de 3 dimensiones en un espacio de p dimensiones. Λ es una matriz 3 x p y, la matriz de proyección ortogonal Q es una matriz p x p. QR se denomina la componente fundamental y Q¹R se denomina la componente negra porque es parte de la reflectancia (es decir, respuesta espectral) que no puede verse.

15 Los espectros QR y R tienen el mismo triestímulo (por ejemplo, el mismo color), por tanto son metámeros. Pero el triestímulo de Q¹R es cero y, por tanto, se denomina metámero negro. En otras palabras:

$$\chi = \Lambda R = \Lambda R_x$$

y

$$0 = \Lambda R_0$$

20 La figura 4 muestra una reflectancia R (100) del cuadro magenta de la carta ColorChecker de Munsell. El metámero fundamental R_x (200) y el metámero negro R₀ (300). Puede observarse a partir de las figuras 6 y 7 que 100 y 200 espectros producen el mismo color observado por el ojo humano. El ejemplo anterior usa una respuesta espectral basándose en la reflectancia; sin embargo, también puede usarse la transmisión de luz a través de un elemento de moneda.

25 Aunque la divulgación ha usado el ejemplo de un espacio de color correspondiente a la percepción visual del ojo humano, en otras implementaciones el espacio de color puede establecerse basándose en la percepción de un conjunto de sensores. Más particularmente, la percepción del ojo humano se basa en la sensibilidad de los 3 conos presentes en el ojo humano. Puede adoptarse el mismo enfoque para un conjunto de sensores que tienen cada uno una sensibilidad particular de manera que el espacio de color se establece basándose en la sensibilidad de los sensores en el conjunto de sensores (por ejemplo, 4 sensores) que tienen cada uno una sensibilidad en una banda de longitud de onda particular. Por tanto, la banda de longitud de onda puede estar en un rango dentro del espectro no visible.

35 La aplicación de un espacio de color que se establece usando un conjunto de sensores permite que se establezca un espacio ortogonal correspondiente de manera que pueda realizarse la discriminación de colores usando un espacio de color no visible y el espacio ortogonal correspondiente.

En algunas implementaciones, se evalúa un elemento de moneda conocido usando una unidad de verificación. La unidad de verificación obtiene información de respuesta espectral del elemento de moneda conocido que va a usarse en un conjunto de datos de referencia para discriminar después elementos de moneda. La información de respuesta espectral de al menos un elemento de moneda conocido puede obtenerse a partir de un equipo similar a la unidad de verificación y los resultados pueden almacenarse dentro de la unidad de memoria de la unidad de verificación.

Cuando se obtiene información de respuesta espectral de un elemento de moneda conocido, esta información puede evaluarse adicionalmente usando un espacio de color (por ejemplo, los espacios CIE XYZ o CIE Lab o un espacio de color no visible). El análisis de la información de respuesta espectral de un elemento de moneda conocido en uno de los espacios mencionados anteriormente (por ejemplo, CIE XYZ o CIE Lab), permite una determinación de al menos una respuesta de componente espectral. En algunas implementaciones, la respuesta espectral analizada en uno de los espacios CIE permite la determinación de un metámero fundamental (es decir, una respuesta espectral de primera componente) y un metámero negro (es decir, una respuesta espectral de segunda componente). Pueden analizarse múltiples elementos de moneda conocidos de la manera dada a conocer para crear un grupo de conjuntos de datos de referencia para diversos valores nominales de moneda. De esta manera, puede determinarse que un elemento de moneda desconocido pertenece a uno cualquiera de los elementos de moneda conocidos incluidos dentro del grupo.

En algunas implementaciones, un grupo de elementos de moneda conocidos se representan mediante sus respuestas de componentes espectrales respectivas (por ejemplo, metámero fundamental y metámero negro). En otras implementaciones, las respuestas de componentes espectrales respectivas se almacenan dentro de una unidad de verificación que va a usarse para la discriminación de elementos de moneda. En particular, se evalúa un elemento de moneda desconocido usando la unidad de verificación. La unidad de verificación está configurada para obtener respuestas de componentes espectrales respectivas de un elemento de moneda desconocido insertado. La unidad de verificación está configurada además para comparar la información sobre el elemento de moneda desconocido insertado con información sobre al menos un elemento de moneda conocido dentro de un grupo de elementos de moneda conocidos almacenados en la unidad de memoria. Puede determinarse que un elemento de moneda insertado pertenece a un valor nominal (o clase) dado, tal como se representa mediante un elemento de moneda conocido, si el metámero fundamental (es decir, respuesta espectral de primera componente) se encuentra dentro de una tolerancia predeterminada del elemento de moneda conocido. En algunas implementaciones, la unidad de verificación está configurada además para determinar que un elemento de moneda desconocido insertado es un elemento de moneda auténtico (del valor nominal determinado anteriormente) si la comparación del metámero negro del elemento de moneda desconocido se encuentra dentro de una tolerancia predeterminada del metámero negro del elemento de moneda conocido (que tiene un valor nominal específico).

La figura 8 muestra la comparación de una respuesta espectral de primera componente (metámero fundamental) de un elemento de moneda auténtico (de un valor nominal específico) y un elemento de moneda no auténtico en un espacio de color (por ejemplo, CIE XYZ o CIE Lab). Tanto el elemento de moneda auténtico conocido (de un valor nominal específico) como el elemento de moneda desconocido presentan respuestas espectrales de primera componente similares. Como la primera componente espectral del elemento de moneda desconocido presenta respuestas espectrales de primera componente similares con respecto al elemento de moneda auténtico conocido, puede determinarse que el elemento de moneda desconocido es un miembro del valor nominal del elemento de moneda auténtico conocido. Tal como se muestra en la figura 9, las respuestas espectrales de segunda componente (metámeros negros) del elemento de moneda desconocido son diferentes de las respuestas espectrales de segunda componente del elemento de moneda auténtico conocido. Por tanto, es útil usar las respuestas espectrales de segunda componente de los elementos de moneda auténtico conocido y desconocido para discriminar elementos de moneda auténticos de elementos de moneda no auténticos.

En algunas implementaciones, puede lograrse la clasificación (o discriminación) de un elemento de moneda desconocido usando ambas respuestas de componentes espectrales en conjunto. Aunque la divulgación ha presentado implementaciones en las que la respuesta espectral de primera componente y la respuesta espectral de segunda componente se evalúan por separado, o se usan para diferentes evaluaciones, cada comparación de respuestas de componentes puede usarse para discriminar entre clases de elementos de moneda o bien independientemente o bien en conjunto.

La respuesta de componente espectral puede usarse como entrada en una técnica de clasificación. Existen diversas técnicas de clasificación; se da a conocer un ejemplo de una técnica de este tipo en una solicitud de patente estadounidense, titulada "CURRENCY DISCRIMINATION" (n.º de serie 61/084.358). Las entradas en la técnica de reducción dadas a conocer en esa solicitud puede ser la respuesta de componente espectral descrita en la presente divulgación.

En algunas implementaciones, se usan un grupo de elementos de moneda conocidos para clasificar un elemento de moneda desconocido. Para cada elemento de moneda conocido, puede establecerse la respuesta de componente espectral usando un espacio de color muy adecuado para ese elemento de moneda particular. Por ejemplo, para

5 clasificar un elemento de moneda desconocido como miembro de la clase representada por un título bancario de 10 \$ estadounidenses, puede usarse el espacio de color CIE XYZ. Además, para clasificar un elemento de moneda desconocido como miembro de la clase representada por un título bancario de 5 euros, puede usarse el espacio de color CIE Lab. En algunas implementaciones, se evalúa cada elemento de moneda conocido respectivo usando un espacio de color diferente del espacio de color usado para evaluar otros elementos de moneda conocidos (por ejemplo, títulos de 10 \$ estadounidenses frente a títulos de 20 \$ estadounidenses).

La unidad de verificación puede adaptarse para almacenar respuestas de componentes espectrales para múltiples elementos de moneda conocidos en los que al menos uno de los otros elementos de moneda conocidos usa un espacio de color diferente de al menos otro elemento de moneda conocido para la clasificación.

10 Tal como se ilustra en la figura 10, en algunas implementaciones, una máquina 50 de transacción automática incluye una unidad 52 de verificación para la discriminación entre un elemento de moneda desconocido y al menos un valor nominal (o clase) conocido. La unidad de verificación puede incluir una unidad 54 de detección, una unidad 56 de memoria y una unidad 58 de procesamiento tal como un microprocesador. La unidad de verificación almacena información 60 de respuesta espectral de al menos un elemento de moneda conocido que tiene al menos una
15 respuesta de componente para la comparación con un elemento de moneda insertado.

Tal como se ilustra en la figura 11, el verificador de moneda puede disponerse para obtener una respuesta espectral de un elemento de moneda desconocido (bloque 100), separar la respuesta espectral del elemento de moneda desconocido en una primera componente (por ejemplo, metámero fundamental) y una segunda componente (por ejemplo, metámero negro) (bloque 102), y comparar al menos una componente de la respuesta espectral del
20 elemento de moneda desconocido con al menos una componente de la respuesta espectral de al menos un elemento de moneda conocido que tiene un valor nominal específico (bloque 104). El verificador de moneda determina si el elemento de moneda desconocido es un miembro de la clase del al menos un elemento de moneda conocido (bloque 106). Por ejemplo, puede determinarse que el elemento de moneda desconocido es un miembro de la clase del al menos un elemento de moneda conocido si la al menos una respuesta de componente del
25 elemento de moneda desconocido se encuentra dentro de una tolerancia predefinida de la al menos una respuesta de componente del al menos un elemento de moneda conocido basándose en la comparación.

REIVINDICACIONES

1. Método para comparar un elemento de moneda desconocido con al menos un elemento de moneda conocido evaluando la respuesta espectral del elemento de moneda desconocido, comprendiendo el método: obtener una respuesta espectral del elemento de moneda desconocido;
- 5 separar la respuesta espectral del elemento de moneda desconocido en una primera componente proyectándola en un espacio de color y una segunda componente proyectándola en un espacio adicional que es ortogonal al espacio de color particular;
- comparar al menos una componente de la respuesta espectral del elemento de moneda desconocido con al menos una componente de la respuesta espectral de al menos un elemento de moneda conocido que tiene un valor nominal específico; y
- 10 determinar si el elemento de moneda desconocido es un miembro de la clase del al menos un elemento de moneda conocido, en el que se determina que el elemento de moneda desconocido es un miembro de la clase del al menos un elemento de moneda conocido si la al menos una respuesta de componente del elemento de moneda desconocido se encuentra dentro de una tolerancia predefinida de la al menos una respuesta de componente del al menos un elemento de moneda conocido cuando se compara con la misma.
- 15 2. Método según la reivindicación 1, en el que la primera componente espectral es un metámero fundamental.
3. Método según cualquiera de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la segunda componente espectral es un metámero negro.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espacio de color es el espacio CIE XYZ.
- 20 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el espacio de color es el espacio CIE Lab.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el método se realiza mediante una unidad de verificación de moneda.
7. Aparato para la discriminación de elementos de moneda que comprende una unidad de verificación dispuesta para obtener información de respuesta espectral de un elemento de moneda desconocido insertado, incluyendo el verificador:
- 25 una unidad de memoria que almacena información de respuesta espectral de al menos un elemento de moneda conocido que tiene una respuesta de primera componente espectral;
- una unidad de detección para obtener información espectral del elemento de moneda desconocido insertado; y
- 30 una unidad de procesamiento dispuesta para obtener una respuesta de primera componente espectral del elemento de moneda desconocido insertado a partir de la información de respuesta espectral del elemento de moneda desconocido insertado;
- en el que la unidad de verificación está dispuesta para comparar la respuesta de primera componente espectral de un elemento de moneda desconocido insertado con una respuesta de primera componente espectral del al menos un elemento de moneda conocido,
- 35 y para determinar que el elemento de moneda desconocido insertado es un miembro de la clase del al menos un elemento de moneda conocido si la comparación de la respuesta de primera componente del elemento de moneda desconocido insertado se encuentra dentro de una tolerancia predeterminada de la respuesta de primera componente del al menos un elemento de moneda conocido almacenada en la unidad de memoria,
- 40 en el que la unidad de memoria está dispuesta para almacenar una respuesta de segunda componente espectral del al menos un elemento de moneda conocido,
- en el que la unidad de verificación está dispuesta además para obtener una respuesta de segunda componente espectral del elemento de moneda desconocido insertado a partir de la información de respuesta espectral del elemento de moneda desconocido insertado, y
- 45 en el que la respuesta de primera componente espectral es una proyección de la respuesta espectral en un espacio de color y la respuesta de segunda componente espectral es una proyección en un espacio adicional que es

ortogonal al espacio de color particular.

8. Aparato según la reivindicación 7, en el que la respuesta de primera componente espectral es el metámero fundamental.

5 9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 8, en el que la respuesta de segunda componente espectral es el metámero negro.

10. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que la unidad de verificación está dispuesta además para determinar la respuesta espectral usando el espacio CIW XYZ.

11. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que la unidad de verificación está dispuesta además para determinar la respuesta espectral usando el espacio CIE Lab.

10

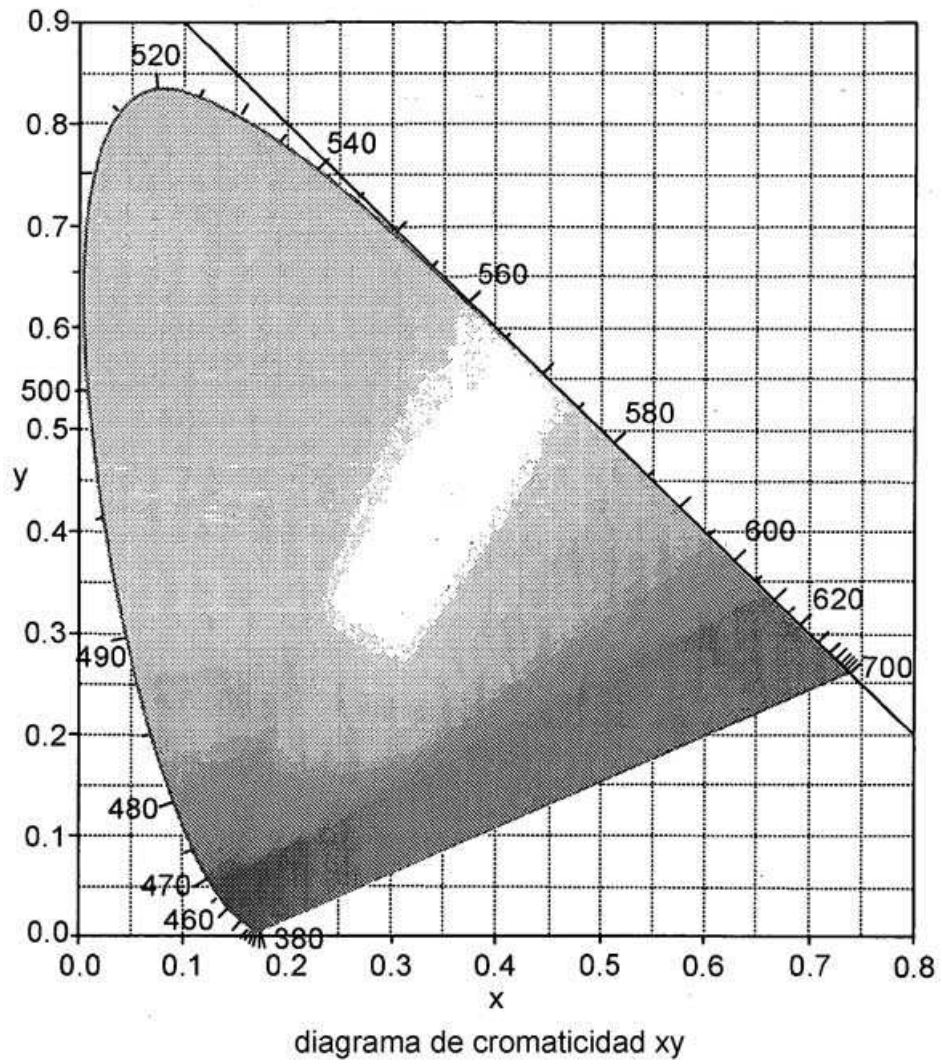


FIG. 1

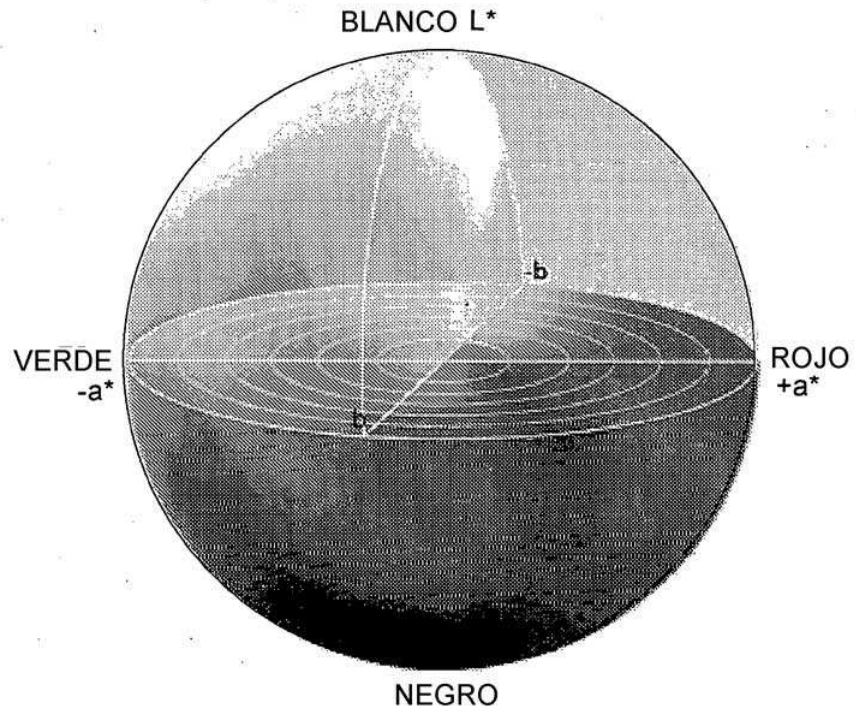


Diagrama de espacio L*a*b*

FIG. 2

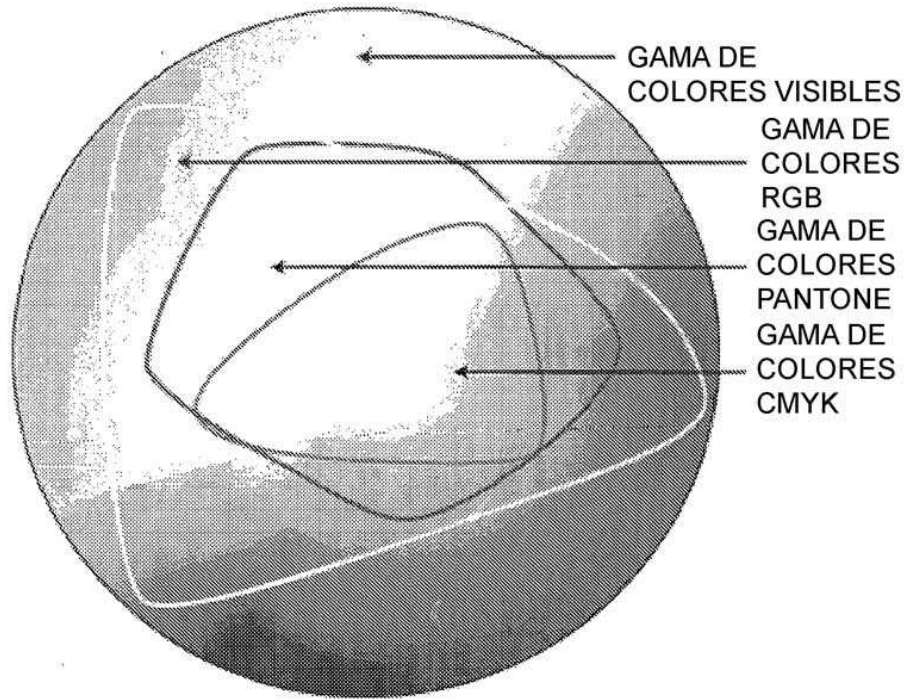


FIG. 3

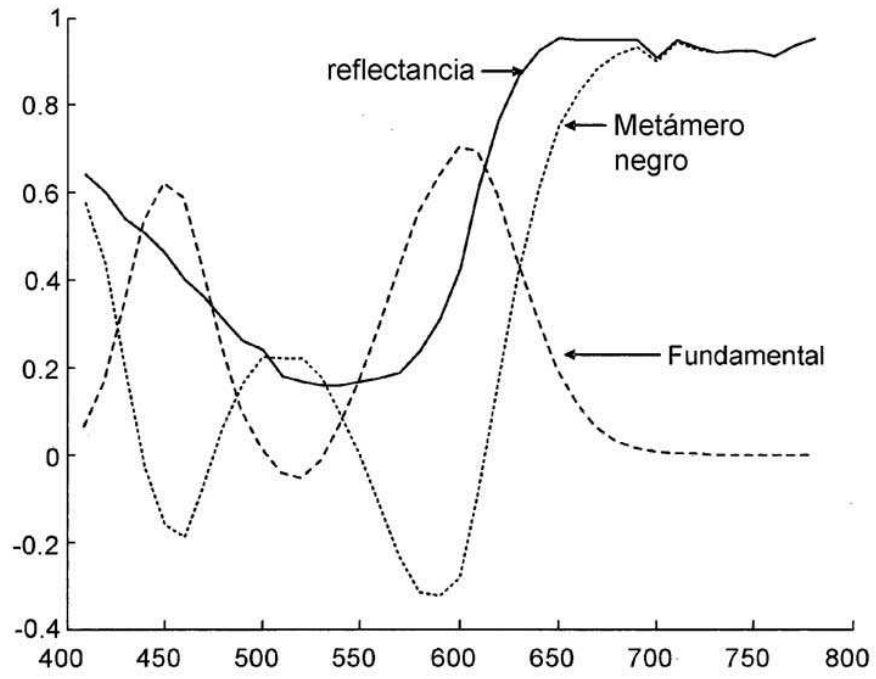


FIG. 4

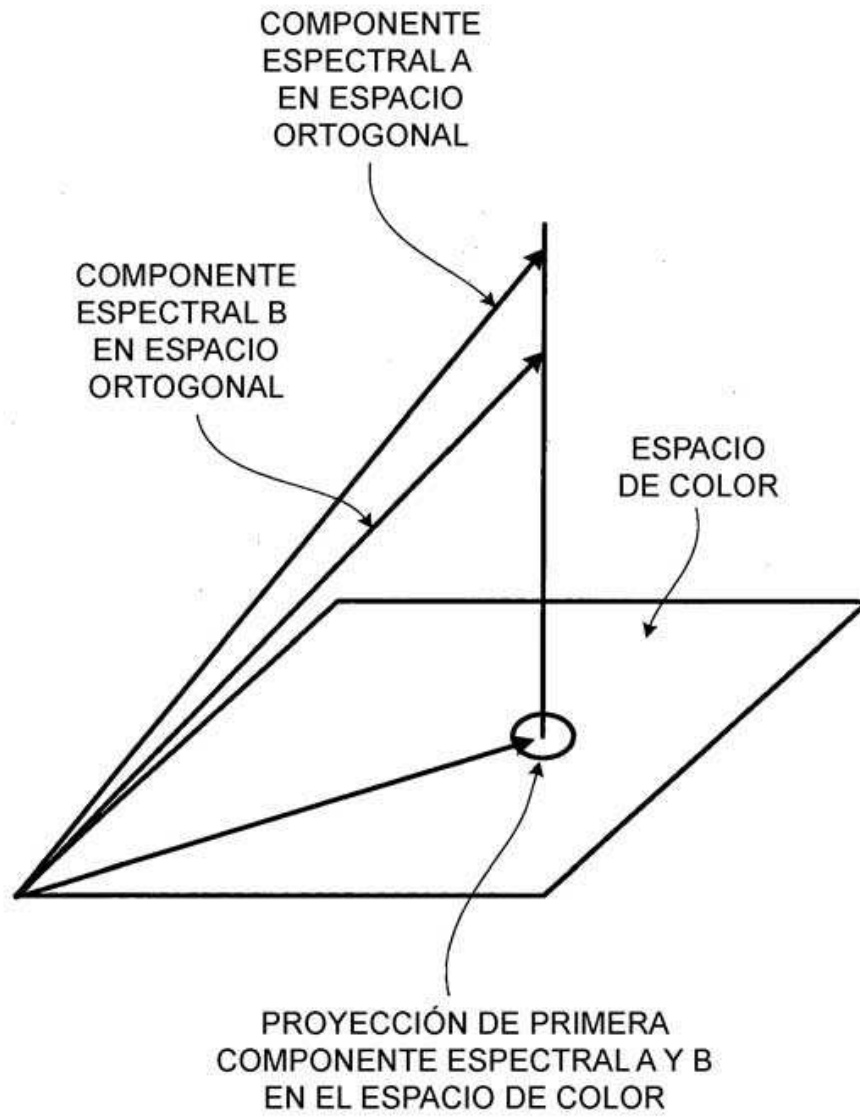


FIG. 5

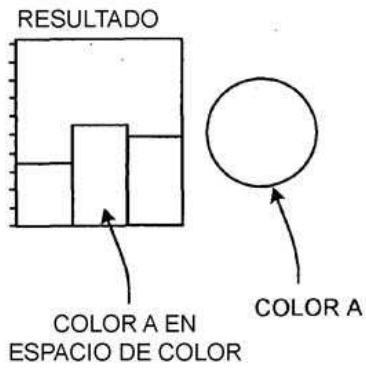
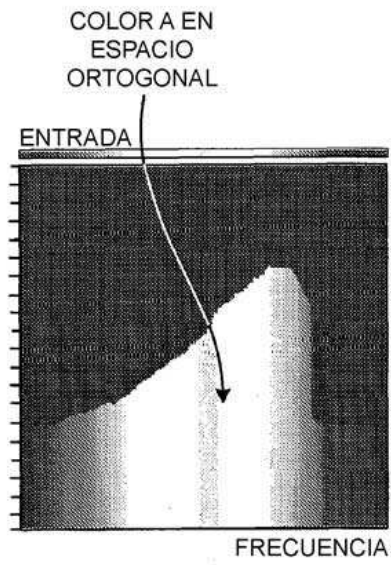


FIG. 6

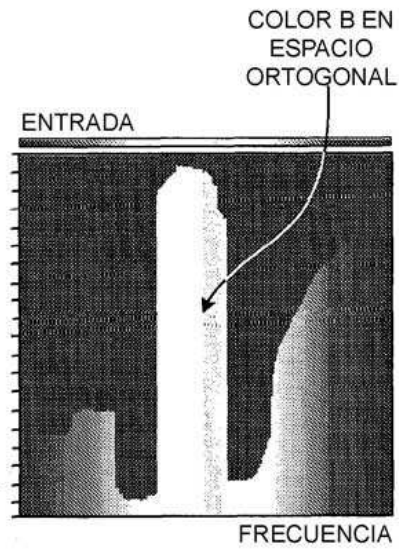


FIG. 7

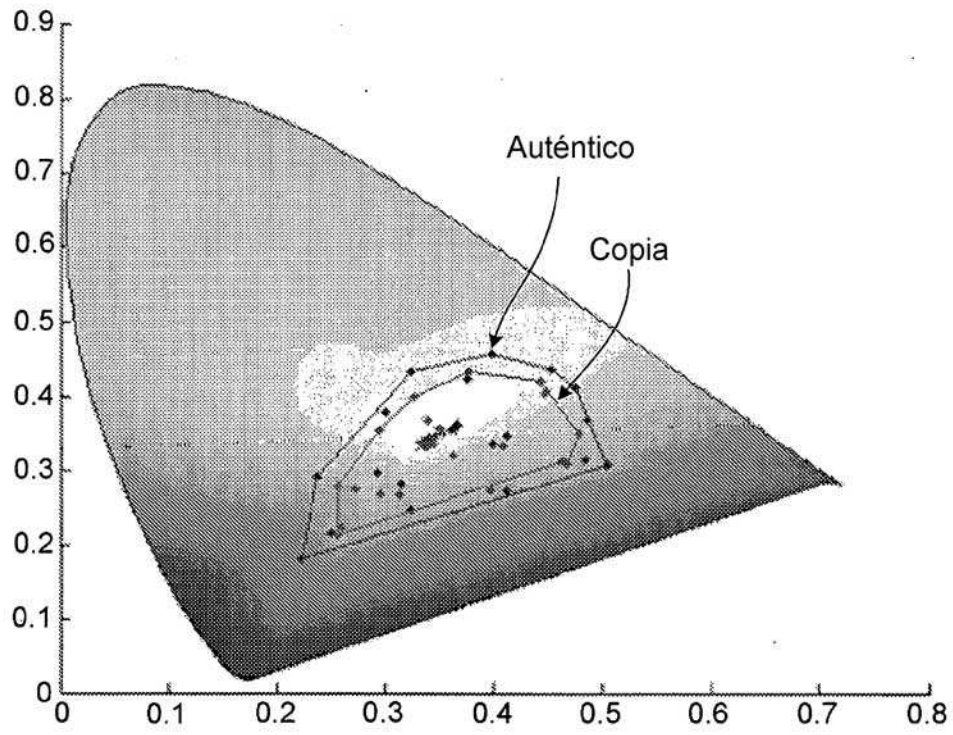


FIG. 8

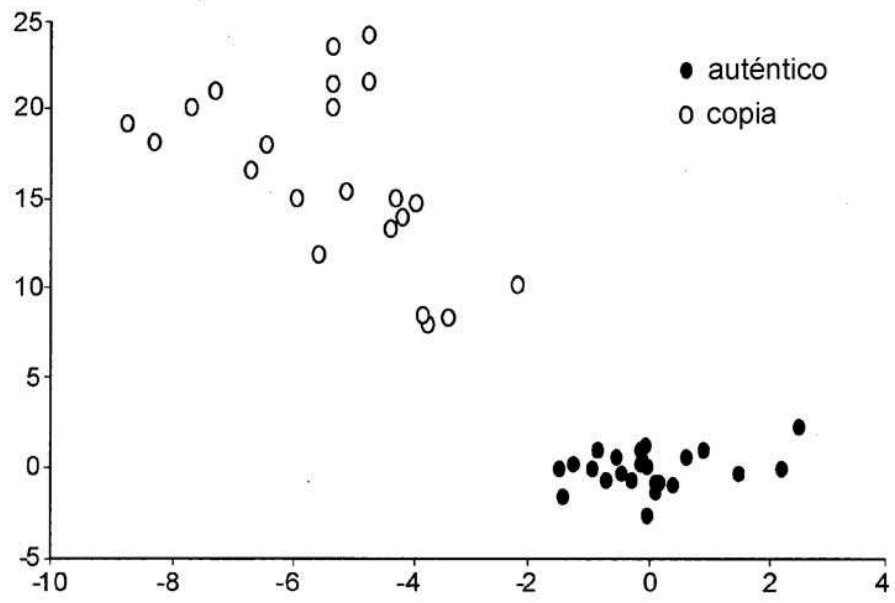


FIG. 9

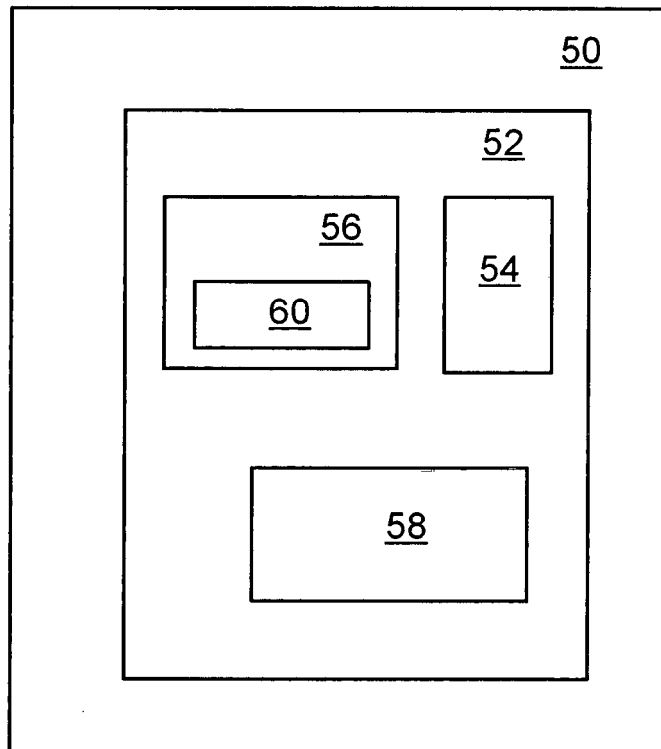


FIG. 10

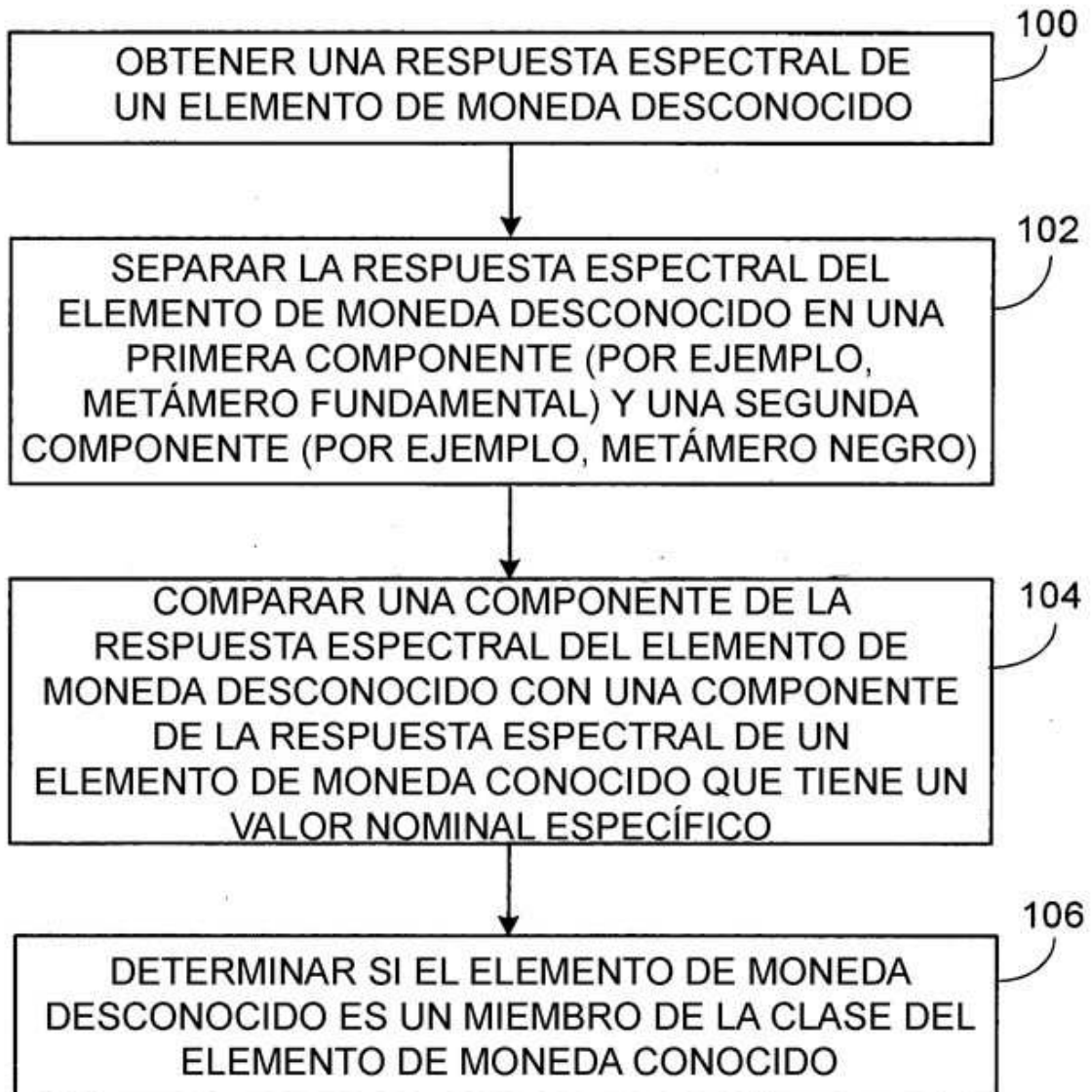


FIG. 11