

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 875**

51 Int. Cl.:

**G07D 7/12**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2006 E 06703622 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 1849138**

54 Título: **Mejoras relacionadas con la validación de billetes de banco**

30 Prioridad:

**25.01.2005 GB 0501568**

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

**18.11.2013**

73 Titular/es:

**INNOVATIVE TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)**

**Derker Street  
Oldham OL1 4EQ, GB**

72 Inventor/es:

**LONSDALE, PETER**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 429 875 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

Mejoras relacionadas con la validación de billetes de banco.

### Campo de la invención

5 La presente invención afecta a mejoras relativas a la validación de billetes de banco y en particular, aunque no exclusivamente, a un método mejorado de, y el aparato para, detectar las características ópticas del billete de banco para determinar su autenticidad. Puede apreciarse que la expresión "billete de banco" como se usa en el presente documento se debe considerar como referida a cualquier artículo fabricado provisto de un sustrato similar a papel especial y que tiene un valor, tal como un ticket, un bono o un billete, teniendo el sustrato características fluorescentes.

### 10 Antecedentes de la invención

El reconocimiento automático (validación) de billetes de banco es bien conocido, (véase por ejemplo la Solicitud de Patente Europea EP 0 738 408 para Mars Inc.) y muchas de las técnicas usadas para discriminar billetes de banco reales y falsos están bien documentadas. Históricamente, tales validadores automáticos de billetes de banco requieren un conjunto de varios tipos diferentes de detectores (y las fuentes de irradiación asociadas) en los que  
15 cada uno mide un parámetro físico diferente del billete de banco, por ejemplo características ópticas, magnéticas, de densidad, etc., para discriminar entre un extenso intervalo de billetes de banco reales y falsos fiablemente. Esto se ve por ejemplo en la Solicitud de Patente Internacional WO 03/063098 (Eurosystems Limited). Esto produce un conjunto de diferentes resultados, que se pueden comparar con lo esperado para un billete de banco válido, para determinar si el billete de banco se considera que es válido con respecto a la localización de prueba actual.

20 Típicamente, cada billete de banco necesita ser probado en varias localizaciones para verificar que el billete de banco es auténtico. En consecuencia, en muchos casos el billete de banco se mueve con respecto a los sensores de modo que se puedan probar diferentes localizaciones sobre la superficie del billete de banco por el conjunto de diferentes sensores. Bastante frecuentemente se proporcionan dos o más conjuntos de sensores diferentes, desplazados con respecto a la dirección del recorrido del billete de banco, a través del validador y entre sí. Esto  
25 asegura que se prueban también diferentes localizaciones a través del ancho del billete de banco para evitar la falsificación común. Un billete de banco válido es aquel que pasa estas pruebas en todas las localizaciones de muestreo. Los resultados de todos los conjuntos de sensores diferentes representan una cantidad de datos masiva.

Un problema adicional con las disposiciones previas de sensores que incluyen fuentes, guías de la irradiación, sensores y medios de procesamiento de la señal es el coste relativamente alto. No sólo el proporcionar estas  
30 pluralidades de sensores diferentes incrementa el coste del validador de billetes de banco, sino que también el procesamiento y almacenamiento de las amplias cantidades de datos de comparación generados y almacenados requiere también más potencia de procesamiento y memoria en el validador de billetes de banco.

Es también conocido el irradiar los billetes de banco con luz ultravioleta y medir una longitud de onda de luz  
35 procedente de fluorescencia específica, comúnmente conocida como una respuesta de fluorescencia "azul". Es conocido que esta fluorescencia tiene lugar en la mayoría de las monedas falsas; los billetes de banco genuinos no tienen una fluorescencia en esta forma. Esta fluorescencia azul procede de tintas (tal como OBA – "Optical Brightener Agent" o Agente Abrillantador Óptico) en papel liso diseñado para hacerle aparecer más blanco mediante fluorescencia azul, estos tipos de tinta no se usan en billetes de banco. Estos mismos tintes se usan en el polvo de lavado para hacer que las prendas luzcan más blancas, y es por lo que si un billete de banco genuino se lava  
40 accidentalmente, brillará como azul bajo UV y probablemente se considere erróneamente como falso por los dependientes de tiendas con probadores de luz UV.

Típicamente, tales disposiciones de detección de billetes de banco, véase por ejemplo la Solicitud de Patente Europea EP 0 738 408 para Mars Inc., incorporan un filtro de paso de banda estrecha, diseñado alrededor de esta  
45 longitud de onda fluorescente "azul". Las otras longitudes de onda de luz visible se filtran para impedir problemas potenciales de luz directa, por ejemplo, y maximizar la relación señal a ruido (S/N) de la respuesta fluorescente "azul". Se proporciona un sensor adicional para detectar la luz ultravioleta no visible reflejada también y ésta usa otro filtro paso banda que filtra la luz de fluorescencia. El uso de tal filtro de paso de banda estrecha de longitud de onda específica, tal como el descrito en el documento EP0622762, se considera necesario pero es relativamente caro. Alternativamente, puede no usarse en absoluto un filtro y se podrían usar sensores que tengan una característica de  
50 sensibilidad de paso de banda estrecha teniendo también una respuesta de pico basada alrededor de la longitud de onda detectada deseada. Tales sensores de banda estrecha son incluso más caros que los filtros de paso de banda estrecha mencionados anteriormente. El documento EP0991029 proporciona un dispositivo de lectura de imágenes capaz de detectar una señal óptica mediante la formación de una unidad de conversión fotoeléctrica para la conversión de la luz visible en una señal eléctrica y una unidad de conversión fotoeléctrica para la conversión de la  
55 luz invisible en una señal eléctrica, de una forma monolítica sobre un único chip semiconductor.

### Sumario de la presente invención

La presente invención busca superar o reducir al menos, algunos de los problemas descritos anteriormente con la

técnica anterior. Más particularmente, la presente invención desea mantener y mejorar la fiabilidad de los métodos y validadores existentes de discriminación entre billetes de banco reales y falsos, mientras que, al mismo tiempo, busca reducir los costes de tales sistemas de discriminación.

5 La presente invención busca superar o reducir al menos, algunos de los problemas descritos anteriormente con la técnica anterior. Más particularmente, la presente invención desea mantener y mejorar la fiabilidad de los métodos y validadores existentes de discriminación entre billetes de banco reales y falsos, mientras que, al mismo tiempo, busca reducir los costes de tales sistemas de discriminación. La presente invención reside en la aplicación de un descubrimiento realizado mientras se experimentaba con las características ópticas de los billetes de banco. El presente inventor determinó que estimulando billetes de banco con longitudes de ondas de luz no visible, buscando  
10 en o bien las características de fluorescencia reflejadas o bien las transmitidas del billete de banco, se pueden observar interacciones que caracterizan de modo único el billete de banco, detectando longitudes de onda visibles de la luz recibida mientras se estimula el billete de banco con longitudes de onda de luz no visible.

Más específicamente, se ha descubierto que muchos billetes de banco reales tienen un comportamiento muy diferente al de los billetes de banco falsos cuando se examinan en esta forma. En particular, cuando se estimula un  
15 billete de banco con longitudes de onda de luz ultravioleta no visible, las longitudes de onda de la luz emitida (reflejada o transmitida a través del billete de banco) en longitudes de onda de luz visible son muy diferentes para los billetes de banco auténticos y los falsos. Este efecto de fluorescencia se puede conseguir también usando longitudes de onda de luz infrarroja no visible, que muestran resultados diferentes en ciertos sustratos auténticos y falsificados para longitudes de onda más bajas, luz de fluorescencia transmitida o reflejada desde el sustrato.

20 Este fenómeno es nuevo y difiere de las pruebas de la técnica anterior en que las pruebas no se basan simplemente en una respuesta que se está obteniendo a una frecuencia específica cuando se irradia un billete de banco falso con una longitud de onda de luz dada, tal como el efecto descrito anteriormente de fluorescencia "azul".

El presente inventor ha determinado que examinando el espectro relativamente ancho de la luz visible emitida, cuando se estimula un billete de banco genuino con longitudes de onda de luz no visible, incluyendo longitudes de  
25 onda de luz ultravioleta o infrarroja, tienen lugar otras emisiones en longitudes de onda visibles menos evidentes que son útiles en la discriminación de los billetes de banco reales de los falsos. Estas emisiones en longitudes de onda visibles contienen información más útil y sutil que la conocida fluorescencia en longitud de onda "azul" anteriormente mencionada, para billetes de banco falsificados.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención se proporciona un validador de billetes de banco para  
30 discriminar entre billetes de banco reales y falsos, comprendiendo el validador: una fuente de luz dispuesta para emitir luz en el espectro no visible sobre un billete de banco que se está validando, incluyendo la luz emitida una longitud de onda de luz ultravioleta (10 nm a 400 nm) o infrarroja (800 nm - 100.000 nm); un sensor de luz dispuesto para detectar longitudes de onda de luz visible emitidas por la fluorescencia desde el billete de banco en respuesta a que el billete de banco se ha irradiado con longitudes de onda de luz no visible; y un filtro óptico situado entre el  
35 billete de banco y el sensor y dispuesto para impedir la iluminación del sensor con luz no fluorescente reflejada o transmitida desde la fuente de luz, caracterizado por que cuando la luz emitida es luz ultravioleta el filtro óptico usado es un filtro paso alto y cuando la luz emitida es luz infrarroja el filtro óptico usado es un filtro paso bajo, teniendo dichos filtros paso alto y paso bajo un punto de corte de -3 dB seleccionado al menos más próximo a longitudes de onda del espectro de luz visible que a luz más próxima a la longitud de onda de la luz irradiada, de  
40 modo que se impida que pasen las longitudes de onda de la luz no visible, pero permita que pasen un amplio intervalo de longitudes de onda de luz visible, a través del filtro y el sensor de luz es un sensor de luz de banda ancha dispuesto para detectar dicho amplio intervalo de longitudes de onda de luz visible.

Todo el sentido de la presente invención es aplicar este descubrimiento a un bajo coste. Mientras que sería posible  
45 usar un espectrofotómetro, éste es claramente demasiado caro y es varias órdenes de magnitud más grande en precio que el validador billetes de banco en sí. Por el contrario, la presente invención se realiza en una disposición simple de fuente de luz, sensor y filtro óptico, que minimiza el coste. Se ha de apreciar que un filtro paso alto o un filtro paso bajo, concretamente un filtro que tenga una única función de salto, es típicamente bastante más barato que un filtro de paso de banda. También la presente invención se puede implementar con un detector simple si es necesario en lugar de dos sensores como se ve en el documento EP 0 738 408. Adicionalmente, la sobrecarga de  
50 cálculo de validación del billete de banco genuino se reduce significativamente en comparación con los dispositivos de la técnica anterior, debido a que se obtiene una lectura integrada simple para cada parte diferente del billete de banco a ser detectado en lugar de múltiples lecturas diferentes en cada localización de detección del billete de banco. Adicionalmente, y de modo muy importante, el uso de un sensor de banda ancha es clave para mantener bajo el coste de la presente invención. Esto es debido a que un sensor de banda ancha simple es más barato que un  
55 sensor de banda estrecha o que múltiples sensores.

Como un ejemplo, si la longitud de onda más alta relativa de luz que se está emitiendo desde la fuente de luz ultravioleta fuese de 300 nm, el filtro paso alto (en términos de longitud de onda) habrá de tener el punto de corte de  
60 -3 dB en 300 nm o mayor. Preferiblemente, el punto de corte sería al menos 50 nm más alto (en términos de longitud de onda que, por supuesto, es más bajo en términos de frecuencia) que la longitud de onda relativa más alta emitida desde la fuente de luz. Este se considera que es el desplazamiento ideal en longitud de onda, que asegura que no

llega directamente luz reflejada o transmitida al sensor.

La presente invención se corresponde con el deseo anteriormente mencionado y proporciona específicamente un método y validador que puede discriminar una muy grande variedad de tipos diferentes de billetes de banco falsos de los billetes de banco reales a un coste relativamente muy bajo con un mínimo número de sensores y disposiciones de sensores. Los sensores que tienen una característica de detección de banda ancha tienen un coste de lejos menor que sensores de característica de detección de banda estrecha, lo que ayuda a reducir costes. También, al simplificar la disposición de sensores, se incrementa la fiabilidad del validador y disminuye la cantidad de datos generados, tal como lo hace, de modo muy importante, sus costes.

La presente invención se puede considerar también como un método de validación de billetes de banco de discriminación entre billetes de banco reales y falsos, comprendiendo el método: la irradiación con luz en el espectro no visible sobre un billete de banco que se está validando, incluyendo la luz emitida una longitud de onda de luz ultravioleta (10 nm a 400 nm) o infrarroja (800 nm - 100.000 nm); el filtrado ópticamente de la luz recibida desde el billete de banco para obtener luz de fluorescencia desde el billete de banco, usando un filtro paso alto cuando la luz emitida es luz ultravioleta y un filtro de paso bajo cuando la luz emitida es luz infrarroja, teniendo el filtro óptico un punto seleccionado de corte de -3 dB que al menos filtra la luz no visible emitida desde la fuente de luz, que tiene una longitud de onda más próxima a las longitudes de onda de la luz en el espectro de la luz visible; y caracterizado por la medición de la luz emitida filtrada a través de un amplio intervalo de longitudes de onda de luz visible en respuesta a que el billete de banco se está irradiando con longitudes de onda de luz no visible en su uso.

En una realización el validador comprende una fuente de luz dispuesta para emitir luz ultravioleta en el espectro no visible sobre un billete de banco que se está validando, dos sensores de luz, uno situado durante su uso con respecto a la parte del billete de banco, para medir la luz reflejada filtrada y el otro sensor colocado durante su uso con respecto a la parte del billete de banco, para medir la luz transmitida filtrada, estando dispuesto cada sensor para ser sensible a longitudes de onda de luz visible emitida por fluorescencia desde el billete de banco en respuesta a que el billete de banco se está irradiando con longitudes de onda de luz no visible y para generar una señal de salida representativa de la luz medida; dos filtros, estando colocado uno de los filtros para filtrar la luz reflejada desde la parte del billete de banco y estando colocado el otro filtro para filtrar la luz transmitida a través de la parte del billete de banco; un comparador para comparar el valor de la señal de salida de cada sensor con valores predeterminados que representan un billete de banco válido; y un medio de determinación para la determinación de la validez de la parte del billete de banco en base a los resultados del comparador, caracterizado por que los filtros son filtros paso alto, estando dispuesto cada filtro paso alto para tener un punto de -3 dB al menos más próximo al espectro de la luz visible que la longitud de onda de la luz más próxima irradiada desde el medio de irradiación y siendo sensibles los sensores de luz en una banda relativamente ancha de longitudes de onda de luz visible.

### Breve descripción de los dibujos

Para que la invención se pueda comprender más fácilmente, se hará ahora referencia, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos en los que:

la Figura 1 es una vista en perspectiva de una carcasa en dos partes de un validador de billetes de banco que incorpora una disposición de detección de luz que realiza la presente invención;

la Figura 2 es una vista en perspectiva despiezada de las partes superior e inferior de la carcasa del validador de billetes de banco mostrado en la Figura 1;

la Figura 3a es una vista en perspectiva despiezada de la parte inferior de la carcasa del validador de billetes de banco de la Figura 1 mostrando una disposición de detección de luz inferior;

la Figura 3b es una vista en perspectiva despiezada de la parte superior de la carcasa del validador de billetes de banco de la Figura 1 mostrando una disposición de detección de luz superior;

la Figura 4 es una vista en sección a través de la carcasa del validador de billetes de banco de la Figura 1 a lo largo de la longitud del validador en la dirección de una parte del billete de banco;

la Figura 5 es un diagrama del circuito esquemático mostrando cómo se coloca cada disposición de detección con respecto al billete de banco y los elementos de procesamiento de señal del validador;

la Figura 6 es un gráfico de las características de emisión de la fuente de luz usada en las disposiciones de detección superior e inferior;

la Figura 7 es un gráfico que muestra las características de recepción del sensor de luz usado en las disposiciones de detección superior e inferior;

la Figura 8 es un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento de la disposición de detectores en la determinación de la validez de un billete de banco; y

la Figura 9 es un gráfico de las características de emisión de una fuente de luz infrarroja usada en una segunda

realización de la presente invención.

### Descripción detallada de las realizaciones.

5 Con referencia a la Figura 1 se muestra ahí una carcasa 10 del validador de billetes de banco que incorpora una disposición de detección de acuerdo con la primera realización de la presente invención. La carcasa 10 del validador de billetes de banco comprende una parte superior 12 y una parte inferior 14, que se disponen para entrelazarse de modo que puedan liberarse para formar la carcasa 10 del validador. Cuando se enlazan juntas, las partes superior e inferior 12, 14 definen un recorrido de validación del billete de banco que comienza en una entrada 16 del billete. Para los propósitos de la presente invención, la carcasa 10 de los billetes de banco representa el validador de billetes de banco. Incluso aunque no se muestran todas las partes de funcionamiento del validador, sí se muestran las partes esenciales de la presente invención.

La Figura 2 muestra las partes superior e inferior 12, 14 de la carcasa 10 del validador de billetes de banco en posiciones separadas, en este caso el recorrido 18 de validación de los billetes de banco se puede ver en ambas partes 12, 14 comenzando en la entrada 16 de los billetes.

15 Aunque es posible simplemente tener una única disposición de detección provista sobre un lado del recorrido del billete de banco, en esta realización cada una de las partes inferior y superior comprende su propia disposición de detección dual, tal como se describe con detalle adicional a continuación.

20 Con referencia ahora a la Figura 3a se muestra una vista despiezada de la parte inferior 14 de la carcasa 10 del validador de billetes de banco. La parte inferior 14 comprende una carcasa inferior 20 de plástico robusto y una lente 22 de enclavamiento realizada de un material plástico transparente. También se proporciona una primera disposición de detección 24 sobre una tarjeta de circuito impreso 26. La primera disposición de detección 24 comprende un diodo emisor de luz (LED) UV 28, un fotodiodo 30, un primer contenedor de lente 32 opaco un filtro paso alto (longitud de onda) 34 plástico y un segundo contenedor de lente 36 opaco. Los elementos de la primera disposición de detección 24 se diseñan para encajar juntos para formar una unidad compacta, que durante el uso, dirige luz sobre un billete de banco y también detecta luz fluorescente, a través de las lentes inferiores 22 transparentes.

25 El filtro 34 se conforma de modo que sólo cubre el fotodiodo 30 y no el diodo emisor de luz UV 28. El filtro 34 se puede realizar de cualquier material plástico, dado que es barato y fácil de manipular en la forma deseada. El tipo real de plástico no es importante siempre que muestre el corte deseado correcto de longitud de onda. En esta realización, el filtro de lámina de plástico se realiza de poliéster.

30 En esta realización, se proporciona una segunda disposición de detección 24a adyacente a la primera disposición de detección 24 descrita anteriormente. La segunda disposición de detección proporciona una segunda localización de prueba a través del ancho del billete de banco que se está detectando, que puede ser útil para la protección contra algunos tipos de falsificación de billetes de banco.

35 La segunda disposición de detección 24a comprende un segundo diodo emisor de luz UV 28a y un segundo sensor de luz visible de banda ancha 30a, que son idénticos a los de la primera disposición de detección 24. La segunda disposición de detección 24a comparte el primer contenedor opaco 32 de lente, el filtro 34 paso alto (longitud de onda) de plástico y el segundo contenedor opaco 36 de lente de la primera disposición de detección, siendo estos elementos suficientemente anchos físicamente para cubrir ambas fuentes de luz 28, 28a y sensores 30, 30a de las dos disposiciones 24, 24a. Sin embargo, el filtro 34 sólo cubre los sensores 30, 30a y no cubre las fuentes de luz 28 y 28a.

40 La Figura 3b muestra una vista despiezada de la parte superior 12 del validador de billetes de banco. La parte superior aloja una disposición de detección 34, que es idéntica a la disposición de detección 24 de la parte inferior 14 anteriormente descrita de la carcasa 10 del validador de billetes de banco. La parte superior 12 comprende una lente 38 superior de material plástico transparente y un cuerpo superior 40 de enclavamiento. Juntos, la lente 38 y el cuerpo 40 alojan la tercera y cuarta disposiciones de detección 42, 42a. La tercera disposición de detección 42 se proporciona sobre una tarjeta de circuito impreso 44 y comprende un diodo emisor de luz UV 46, un fotodiodo 48, un primer contenedor opaco de lente 50, un filtro paso alto (longitud de onda) 52 plástico y un segundo contenedor opaco de lente 54. Se ha de apreciar que el diodo emisor de luz UV (ultravioleta) 46 y el fotodiodo 48 se muestran muy próximos juntos en la Figura 3b y no son claramente distinguibles en comparación con el fotodiodo 30 y el LED de UV 28 mostrados en la Figura 3a. Los elementos de la tercera disposición de detección 42 se diseñan para encajar juntos para formar una unidad compacta, que durante el uso, envían luz sobre el billete de banco y también detectan la luz de fluorescencia, a través de la lente superior 38 transparente.

45 La cuarta disposición de detección 42a se proporciona adyacente a la tercera disposición de detección 42 descrita anteriormente y se localiza también sobre la tarjeta de circuito impreso 44. La cuarta disposición de detección 42a proporciona una segunda localización de prueba a través del ancho del billete de banco que se está detectando que puede ser útil para la protección contra algunos tipos de falsificación de billetes de banco. La cuarta disposición de detección 42a comparte el primer contenedor opaco 50 de lente, el filtro 52 paso alto (longitud de onda) de plástico y el segundo contenedor opaco 54 de lente de la tercera disposición de detección, siendo estos elementos suficientemente anchos físicamente para cubrir ambas fuentes de luz 46, 46a y sensores 48, 48a de las dos

disposiciones 42, 42a. Sin embargo, el filtro 52 sólo cubre los sensores 48, 48a y no cubre las fuentes de luz 46 y 46a.

Se ha de apreciar que la primera y cuarta disposiciones de detección 24, 42a se colocan enfrentadas entre sí de modo que la luz generada en una disposición de detección se puede detectar como fluorescencia transmitida a través del billete de banco en la otra disposición de detección. Claramente, la luz fluorescente reflejada se puede detectar por el sensor en la misma disposición de detección que genera la luz no visible. En esta forma, las lecturas de la luz detectada reflejada/transmitida se pueden tomar en cualquier dirección desde cualquiera de las partes superior e inferior 12, 14 de la carcasa 10 del validador. Lo mismo es cierto respecto a la segunda y tercera disposiciones de detección 24a, 42 que también están alineadas juntas.

La Figura 4 es una sección transversal a través de la carcasa 10 del validador con sus partes superior e inferior conectadas. Esta figura muestra cómo se alinean la primera y segunda disposiciones de detección 24, 24a con la tercera y cuarta disposiciones de detección 42, 42a para permitir que se detecte la fluorescencia reflejada y transmitida.

Se describe ahora con referencia a la Figura 5 un circuito electrónico que procesa la salida de las disposiciones de detección 24, 24a, 42, 42a. Por razones de brevedad, sólo se describen en el presente documento el procesamiento en relación a la primera y tercera disposiciones de sensores 24, 42 alineadas. Sin embargo, lo siguiente también se aplica a la segunda y cuarta disposiciones de sensores 24a, 42a alineadas que simplemente se incorporan como entradas extras en el circuito descrito a continuación.

Se proporciona el circuito electrónico 60, aunque no se muestra en las Figuras 3a y 3b, sobre las tarjetas de circuito impreso 26, 44. El LED 28, los filtros 34, 52 y los sensores 30, 48 se dirigen todos al sustrato 62 del billete de banco que se está analizando. El sensor 30 detecta la luz visible de fluorescencia reflejada mientras que el sensor 48 detecta la luz visible de fluorescencia transmitida. Las salidas de los sensores 30, 48 se envían a un microprocesador 64 a través de las memorias intermedias 66, 68 respectivas, que actúan para estabilizar la señal analógica que se está generando por los sensores. En controlador de microprocesador (microcontrolador) 64 se dispone para recibir y procesar señales desde los sensores 30, 48, para comparar esas señales con datos almacenados y para determinar si el billete de banco 62 es aceptable. El controlador 64 también controla la activación del LED 28 cuando el billete de banco 62 está en la posición correcta para detección.

Para realizar lo anterior, el microcontrolador 64 se programa para realizar funciones particulares. La primera función es una función de conversión 70 analógica a digital (A/D), que se usa sobre las señales almacenadas entrantes desde los sensores para generar una transmisión continua de valores digitales que representan la señal analógica. Los resultados de conversión de la función A/D se almacenan en la memoria local 74: la RAM del microprocesador en esta realización. Se proporciona también una función de comparador 72 en el microcontrolador 64 para la comparación de las señales digitalizadas de los sensores con un conjunto de valores de comparación almacenados tomados desde la memoria 74. Estos pueden estar convenientemente en la forma de un algoritmo que determina si el billete de banco es real o no y también cuál es el valor del billete de banco 62 que se está detectando. El algoritmo no se describe en la presente solicitud debido a que los expertos en la materia están al tanto de muchos algoritmos diferentes para realizar esta función. Sin embargo, el funcionamiento del microcontrolador 64 en el control del LED 28 y de la función A/D 70 para la toma de muestras desde el billete de banco 62 se describen brevemente a continuación y posteriormente con referencia a la Figura 8.

Se toman por parte del microprocesador 64 lecturas a intervalos regulares y se almacenan. El número de lecturas depende de la longitud del billete de banco, sin embargo, en esta realización se toman alrededor de 30 a 60 lecturas, pero esto no es crítico. Sería posible hacer que la presente realización trabaje con una transmisión continua de datos o, en cualquier caso, cualquier número de muestras. Esta serie de muestras se compara con las esperadas de un billete válido para determinar en primer lugar si es una falsificación y en segundo lugar qué valor de billete es, dado que cada billete válido tendrá un cierto perfil de fluorescencia característico a lo largo de su longitud. Más específicamente, si el billete de banco es una falsificación, el perfil de salida de fluorescencia a lo largo de la totalidad del billete de banco 62 es probablemente relativamente constante debido al fenómeno de fluorescencia azul, que tendrá lugar en cada una de las localizaciones. Sin embargo, si el perfil de salida tiene "pulsos" específicos en posiciones conocidas a lo largo de la longitud del billete de banco, entonces el billete de banco es probable que sea genuino. Esto es debido a que hay fluorescencias en diferentes longitudes de onda en el espectro visible para partes diferentes del billete de banco válido, que se detectan para realizar un único perfil para el billete de banco válido 62. Usando un sensor de banda ancha, la señal generada integra todas las longitudes de onda visibles detectadas de luz fluorescente y de ese modo no es conocido exactamente qué longitud de onda fue la de la luz fluorescente. Sin embargo, es menos importante para la presente realización siempre que ambas emisiones de longitudes de onda azul (para billetes de banco falsificados) y otras emisiones de longitudes de onda visibles (para billetes de banco genuinos) puedan ser detectadas por el mismo sensor. La intensidad de la fluorescencia azul para un billete de banco falsificado es bastante más grande que la más sutil fluorescencia generada por un billete de banco genuino y esto también ayuda distinguir entre billetes de banco falsos y genuinos.

Se apreciará que no se pueden tomar lecturas desde ambos lados del billete de banco 62 al mismo tiempo con el mismo sensor 30, 30a, 48, 48a. Por el contrario, el microprocesador 64 ha de controlar los circuitos de modo que

solamente un LED 28, 28a, 46, 46a está encendido al mismo tiempo de modo que no confunda las señales detectadas. En consecuencia, se dispone el microprocesador 64 para alternar rápidamente la iluminación de cada LED 28, 28a, 46, 46a y tomar las lecturas relevantes desde los sensores.

5 En esta realización, la función 72 de comparación se activa una vez que han sido tomadas todas las lecturas desde los sensores, para simplificar el procedimiento completo de comparación 72. Sin embargo, en realizaciones alternativas, el procesamiento sobre las lecturas almacenadas pueden comenzar antes de que se hayan almacenado todas las lecturas, lo que es un proceso más complejo pero más rápido.

10 Para apreciar cómo la presente realización implementa la presente invención es importante considerar las características de los LED 28, 28a, 46, 46a y de los sensores 30, 30a, 48, 48a. La Figura 6 muestra las características de salida 60 de un dispositivo LED KP-2012-UVC de Kingbright que se usa para todos los LED 28, 28a, 46, 46a. La irradiación de luz no visible se selecciona para tener una longitud de onda entre 100 nm y 400 nm en esta realización, dado que ésta es la banda de UV. Es importante que no haya luz emitida a una longitud de onda más larga (longitud de onda más alta) que la longitud de onda de corte del filtro; en caso contrario ésta pasaría a través del sensor. Esto corta efectivamente cualquier luz que no haga que el billete de banco produzca fluorescencia. En consecuencia, dado que la longitud de onda de los LED tiene un pico a 400 nm y tiene una intensidad relativa de cero a 450 nm, se selecciona para su uso un material de filtro que tenga un punto de corte de -3 dB característico a 450 nm. Ésta se considera que es la frecuencia más próxima al espectro de luz visible en la que podría irradiarse posiblemente luz no visible desde el LED. En otra realización, se puede seleccionar para su uso un material de filtro que tenga un punto característico de corte de -3 dB a 500 nm, para su uso dado que está 20 50 nm más próximo al espectro de luz visible que la longitud de onda posible más alta emitida desde el LED.

Se apreciará que cuanto más larga sea la longitud de onda de los LED de UV menos costosos son los dispositivos de modo que se usan LED de UV que tengan una salida pico en el intervalo de 380 nm - 400 nm (derecha en la parte superior de la banda). Esto es puramente por economía, el uso de longitudes de onda más cortas puede revelar más características de seguridad en el futuro, pero estos emisores no son efectivos en coste en el momento.

25 Con referencia ahora a la Figura 7, se muestran las características de sensibilidad espectral relativa 90 del fotodiodo OSRAM SFH 2400. Los fotodiodos 30, 30a, 48, 48a de la presente realización comprenden este tipo de fotodiodo de banda ancha ordinariamente bastante común. Este tipo de diodo sensible desde 400 nm a 1100 nm en longitud de onda, lo que cubre la totalidad del espectro visible (400 nm a 800 nm). Sólo es importante que parte de la luz fluorescente desde el billete de banco (no necesariamente toda ella) se detecte. Sería preferible que el sensor sea sensible a toda la luz visible, pero esto no es esencial. En consecuencia, el sensor de banda ancha puede tener un intervalo más pequeño, que sea suficientemente grande para tener un pico en la fluorescencia "azul" de los billetes de banco falsificados así como en la fluorescencia de los billetes de banco genuinos que tiene lugar en otras longitudes de onda en el espectro visible.

30 Los dispositivos de ancho de banda amplio son poco costosos, y un ancho de banda grande no produce un problema en la presente realización debido a que se usa un filtro de paso alto (longitud de onda) para limitar el ancho de banda. Es importante recordar que los filtros se seleccionan y colocan de modo que nada de la luz desde los LED 28, 28a, 46, 46a llegue a los sensores 30, 30a, 48, 48a.

35 Se describe ahora un método general 100 de funcionamiento de la disposición de detección y circuitos de la Figura 5 con referencia a la Figura 8. El método comienza en la etapa 102 con la inicialización del validador de billetes de banco, concretamente la carga de programas en la memoria del microprocesador para efectuar la validación correcta de billetes de banco. En este sentido, las diferentes divisas del mundo pueden tener características detectadas muy diferentes y por ello ha de ser cargado en el validador el conjunto apropiado de valores.

40 El método 100 continúa con la detección de la inserción de un nuevo billete de banco 62 en la etapa 104. Si no está insertado un billete de banco 62, el validador va a un bucle de espera y reintento 106. En caso contrario, se ilumina el primer LED de UV 28, 28a en la etapa 108 para producir la fluorescencia en el billete de banco 62. La luz visible de fluorescencia se filtra y detecta para generar una señal analógica, que se digitaliza a continuación en la etapa 110 en el microcontrolador 64. El valor de fluorescencia digitalizado se almacena entonces en la etapa 112 en la memoria 74. Posteriormente, se necesita un segundo LED de UV 46, 46a en la etapa 114 para generar luz visible de fluorescencia desde el billete de banco 62 que se está validando. Una señal analógica generada por la luz filtrada y detectada se digitaliza entonces en la etapa 116 por la función de convertidor A/D 70 en el microprocesador 64 y se almacena en la etapa 118 como un valor para la localización del billete de banco.

45 Habiendo completado la prueba en la localización corriente, el método determina si hay cualquier otra localización de billetes de banco a ser probada en la etapa 120 y si la hay, el microprocesador instruye al validador de billetes de banco para avanzar el billete de banco en la etapa 122 a la siguiente posición de detección (esto se realiza por medio del control del mecanismo de accionamiento (no mostrado) que es una parte inherente del validador de billetes de banco). Se repiten a continuación las etapas 108 a 120 para la nueva posición en la superficie del billete de banco.

50 Alternativamente, si no hay más localizaciones de billetes de banco a ser muestreadas, entonces puede comenzar la

etapa de procesamiento de datos. La etapa de procesamiento de datos comienza con la recuperación de la transmisión continua en la etapa 124 de valores digitalizados almacenados desde la memoria 74 local. La función de comparador 72 del microprocesador 64 compara entonces, en la etapa 126, los valores medidos contra los valores previamente almacenados desde la memoria 74. Estos valores previamente almacenados representan perfiles de luz visible de fluorescencia a lo largo de la longitud de billetes de banco válidos. Si la comparación da como resultado que cada uno de los valores detectados es constante y más alto que los perfiles, tal como se determina en la etapa 128, entonces es probable que el billete de banco sea una falsificación y se rechaza siendo expulsado del validador. Alternativamente, si los valores detectados no son constantes y todos más elevados que los valores del perfil, entonces se realiza la comprobación en la etapa 132 para determinar si hay cualquier coincidencia de valores con los perfiles previamente almacenados. Si la corriente continua de valores detectados coincide con un perfil (dentro de límites de tolerancia) entonces se considera que el billete de banco es válido. El billete de banco se acepta en la etapa 134 y el perfil coincidente determina el valor del billete de banco.

Sin embargo, si la corriente continua de valores detectados no coincide con un perfil almacenado, entonces el billete de banco es aún válido, pero no se reconoce como siendo de un importe particular. En este caso, el billete de banco puede o bien ser aceptado dentro del validador o rechazado debido a que el importe del billete de banco, su valor, no se puede asegurar.

Habiendo descrito una primera realización de la presente invención, se describirá ahora una segunda realización de la presente invención. La segunda realización es muy similar a la primera realización y en consecuencia, sólo se describirán las diferencias en el presente documento a continuación.

La diferencia principal es que la fuente de luz LED es un emisor de luz en el infrarrojo cercano en lugar de un emisor de luz ultravioleta. Este cambio en la longitud de onda de irradiación emplea la presente invención en el otro extremo del espectro visible para determinar la validez del billete de banco. De nuevo esto se basa el hecho de que el presente inventor ha determinado que usando irradiación infrarroja, los billetes de banco reales y falsos pueden tener características diferentes de luz de fluorescencia en el espectro de luz visible. En la actualidad, el sustrato de papel usado para billetes de banco conocidos no se diseña para tener ninguna característica especial cuando se ilumina bajo una luz del infrarrojo cercano. Sin embargo, es fácilmente posible para los fabricantes de billetes de banco diseñar o seleccionar un sustrato de papel para el billete de banco que tenga tal característica de fluorescencia y, en consecuencia, la segunda realización se puede usar para distinguir tales billetes de banco genuinos de una falsificación. La segunda realización actual se ha probado contra ciertos tipos de sustrato de papel para probar la aparición del efecto.

En la presente realización, el LED del infrarrojo próximo tiene una característica de salida 140 mostrada en la Figura 9. Como se puede ver, la gran mayoría de la energía de la irradiación infrarroja emitida (luz no visible) está dentro del intervalo de 825 nm a 930 nm.

El validador de billetes de banco también comprende un filtro óptico de paso de longitud de onda baja (paso de alta frecuencia) en oposición al filtro óptico de paso de longitud de onda alta (paso de baja frecuencia). El filtro tiene el punto de corte de -3 dB a 825 nm. Ésta se considera que es la frecuencia más próxima al espectro de luz visible a la que la luz no visible podría posiblemente irradiarse desde el LED. En otra realización se puede seleccionar material de filtro que tenga un punto de corte de -3 dB característico a 775 nm, para su uso dado que está 50 nm más próximo al espectro de luz visible que la longitud de onda posible más baja emitida desde el LED de infrarrojo.

Se ha de apreciar que las presentes realizaciones se pueden variar en muchas formas mientras que aún se implementa la presente invención. Por ejemplo, aunque las presentes realizaciones describen la medición del billete de banco en una pluralidad de localizaciones a lo largo de su longitud y ancho y a continuación la comparación de estas lecturas con perfiles almacenados, esta cantidad de comparaciones no es necesaria. Por el contrario, la presente invención puede trabajar con una única disposición de detección y también con la comparación en una única localización si se requiere. El principio funciona incluso en este nivel tan primitivo. Se proporcionan más sensores y localizaciones para hacer al validador más robusto contra diferentes tipos de fraude, pero esto no es esencial.

Incluso aunque el coste es una preocupación principal en la presente invención, habiendo reducido el coste y complejidad de verificación, en una única localización, de la validez de un billete de banco, se puede incrementar el número de sensores para otras aplicaciones. Por ejemplo, si se proporcionaran múltiples receptores que estuviesen físicamente separados, entonces estos se podrían muestrear todos al mismo tiempo para proporcionar resultados más rápidos aunque a un coste.

Habiendo descrito una realización preferida de la presente invención, se ha de apreciar que la realización en cuestión es solamente de ejemplo, y que se pueden realizar variaciones y modificaciones, tales como aquellas que se les ocurran a aquellos que posean el conocimiento y habilidades apropiadas, sin apartarse del espíritu y alcance de la invención tal como se expone en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, es posible también en una realización alternativa, para las funciones del microcontrolador distinguir las señales del sensor analógico y compararlas con las almacenadas dentro de la RAM del ordenador para ser sustituidas por los componentes discretos que realizan estas funciones. Por ejemplo, se podrían usar convertidores A/D discretos junto con un

comparador y un almacén de memoria separado. Sin embargo, estos componentes discretos incrementarían probablemente el coste de los circuitos, lo que no es deseable, así como reducirían su fiabilidad y robustez.

También en teoría sería posible construir un validador totalmente analógico (sin que se requieran convertidores A/D). Sin embargo, esto sería muy caro y no sería muy flexible dado que no tendría posibilidad de ser programado de modo diferente.

5

## REIVINDICACIONES

1. Un validador (10) de billetes de banco dispuesto para discriminar entre billetes de banco reales y falsos, comprendiendo el validador: una fuente de luz (28, 28a, 46, 46a) dispuesta para emitir luz en el espectro no visible sobre un billete de banco que se está validando, incluyendo la luz emitida una longitud de onda de luz ultravioleta (10 nm a 400 nm) o infrarroja (800 nm - 100.000 nm);  
 5 un sensor de luz (30, 30a, 48, 48a) dispuesto para detectar longitudes de ondas de luz visible emitida mediante fluorescencia desde el billete de banco en respuesta a que el billete de banco se está irradiando con longitudes de onda de luz no visible; y  
 un filtro óptico colocado entre el billete de banco y el sensor y dispuesto para impedir la iluminación del sensor (30,  
 10 30a, 48, 48a) con luz no fluorescente reflejada o transmitida desde la fuente de luz (28, 28a, 46, 46a), caracterizado por que cuando la luz emitida es luz ultravioleta el filtro óptico usado es un filtro paso alto (34, 52) y cuando la luz emitida es luz infrarroja el filtro óptico usado es un filtro paso bajo, teniendo dichos filtros paso alto y paso bajo un punto de corte de -3 dB seleccionado al menos más próximo a longitudes de onda del espectro de luz visible que la longitud de onda de la luz irradiada más próxima, de modo que se impida que pasen las longitudes de onda de la luz  
 15 no visible, pero permita que pasen un amplio intervalo de longitudes de onda de luz visible, a través del filtro (34, 52) y el sensor de luz (30, 30a, 48, 48a) es un sensor de luz de banda ancha dispuesto para detectar dicho amplio intervalo de longitudes de onda de luz visible.
2. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 1, en el que la fuente de luz se dispone para emitir luz en el espectro no visible próximo.
3. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 1 o 2, en el que la fuente de luz comprende una fuente de luz  
 20 única.
4. Un validador de acuerdo con la cualquier reivindicación precedente, en el que la fuente de luz comprende un diodo emisor de luz.
5. Un validador de acuerdo con la cualquier reivindicación precedente, en el que el sensor de banda ancha se  
 25 dispone para medir la luz fluorescente reflejada o transmitida a través del espectro de luz visible en longitudes de onda de 400 nm a 800 nm.
6. Un validador de acuerdo con la cualquier reivindicación precedente, en el que el sensor de banda ancha se dispone para tener una característica de respuesta suficientemente amplia para medir la luz fluorescente generada desde un billete de banco falso, y la luz fluorescente generada desde un billete de banco genuino.
7. Un validador de acuerdo con la cualquier reivindicación precedente, en el que el filtro comprende un material  
 30 plástico de bajo coste.
8. Un validador de acuerdo con la cualquier reivindicación precedente, en el que el filtro tiene un punto de corte de -3 dB más próximo en 50 nm al espectro de la luz visible que la longitud de onda de luz no visible más próxima emitida desde la fuente de luz.
9. Un validador de acuerdo con la cualquier reivindicación precedente, que comprende adicionalmente un  
 35 comparador para la comparación del valor de la señal de salida del sensor con valores de datos predeterminados que representan un billete de banco válido.
10. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 9, en el que el comparador se dispone para comparar una  
 40 pluralidad de valores de señales de salida desde el sensor, tomadas en diferentes localizaciones con un perfil de valores de datos predeterminados que representan una denominación válida de billetes de banco.
11. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 9 o 10, que comprende adicionalmente un almacén de datos para almacenar los valores de datos predeterminados.
12. Un validador de acuerdo con las Reivindicaciones 9 a 11, que comprende adicionalmente un medio de  
 45 determinación para la determinación de la validez de la parte del billete de banco en base a los resultados del comparador.
13. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 12, en el que el medio de determinación se dispone para determinar la denominación de un billete de banco válido mediante comparación del valor de la señal de salida con los valores de datos predeterminados.
14. Un validador de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 9 a 13, que comprende adicionalmente un  
 50 microcontrolador para controlar el funcionamiento de la fuente de luz y del comparador.
15. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 14, en el que el comparador comprende una función dentro del microcontrolador.
16. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 14 o 15, en el que el medio de determinación comprende una

función dentro del microcontrolador.

17. Un validador de acuerdo con la cualquier reivindicación precedente, en el que la fuente de luz se dispone para emitir longitudes de onda de luz ultravioleta (10 nm a 400 nm) y el filtro tiene un punto de corte de -3 dB a una longitud de onda más alta que la longitud de onda más alta de la luz emitida.
- 5 18. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 17, en el que la fuente de luz se dispone para emitir luz en el espectro del ultravioleta cercano.
19. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 18, en el que la fuente de luz se dispone para emitir luz ultravioleta en el intervalo de 380 a 400 nm y el filtro tiene un punto de corte de -3 dB a una longitud de onda mayor de 400 nm.
- 10 20. Un validador de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 17 a 19, en el que el filtro comprende un filtro paso bajo en frecuencia (alto en longitud de onda).
21. Un validador de acuerdo con cualquiera de las Reivindicaciones 1 a 16, en el que la fuente de luz comprende una fuente de luz que emite longitudes de ondas de luz infrarroja (800 nm a 10.000 nm) y el filtro tiene un punto de corte de -3 dB a una longitud de onda más baja que la longitud de onda más baja de luz emitida.
- 15 22. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 21, en el que la fuente de luz se dispone para emitir luz en el espectro del infrarrojo cercano.
23. Un validador de acuerdo con la Reivindicación 21 o 22, en el que el filtro comprende un filtro paso alto en frecuencia (bajo el longitud de onda).
- 20 24. Un validador de acuerdo con cualquier reivindicación precedente que comprende adicionalmente una pluralidad de dichas fuentes de luz, sensores de banda ancha y filtros ópticos y un controlador dispuesto para controlar la iluminación de cada fuente de luz en rápida alternancia de modo que, en cualquier momento dado, cualquier lectura del sensor de luz tomada refleje solamente una posible fuente de luz de iluminación.
- 25 25. Un método de validación de billetes de banco de discriminación entre el billetes de banco reales y falsos, comprendiendo el método:  
la irradiación con luz (28, 28a, 46, 46a) en el espectro no visible sobre un billete de banco que se está validando, incluyendo la luz emitida una longitud de onda de luz ultravioleta (10 nm a 400 nm) o infrarroja (800 nm - 100.000 nm);  
el filtrado ópticamente de la luz recibida desde el billete de banco para obtener luz de fluorescencia desde el billete de banco, usando un filtro paso alto (34, 52) cuando la luz emitida es luz ultravioleta y un filtro de paso bajo cuando la luz emitida es luz infrarroja, teniendo el filtro óptico un punto seleccionado de corte de -3 dB que al menos filtra la luz no visible emitida desde la fuente de luz (28, 28a, 46, 46a), que tiene una longitud de onda más próxima a las longitudes de onda de la luz en el espectro de la luz visible; y  
caracterizado por la medición de la luz emitida filtrada a través de un amplio intervalo de longitudes de onda de luz visible en respuesta a que el billete de banco se está irradiando con longitudes de onda de luz no visible en su uso.
- 30 35 26. Un método de acuerdo con la Reivindicación 25, que comprende adicionalmente: la comparación del valor de la señal de salida del sensor con valores predeterminados que representan un billete de banco válido; la determinación de la validez de la parte del billete de banco en base a los resultados de la etapa de comparación.
- 40 27. Un validador de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el validador incluye una fuente de luz dispuesta para emitir luz ultravioleta en el espectro no visible sobre un billete de banco que se está validando,  
dos sensores de luz, uno colocado durante su uso con respecto a la parte del billete de banco para medir la luz reflejada filtrada y el otro sensor colocado durante su uso con respecto a la parte del billete de banco para medir la luz transmitida filtrada, estando dispuesto cada sensor para ser sensible a longitudes de onda de luz visible emitida mediante fluorescencia desde el billete de banco en respuesta a que el billete de banco se está irradiando con longitudes de onda de luz no visible y para generar una señal de salida representativa de la luz medida;  
45 dos filtros, estando colocado uno de los filtros para filtrar la luz reflejada desde la parte del billete de banco y estando colocado en otro filtro para filtrar la luz transmitida a través de la parte del billete de banco;  
un comparador para la comparación del valor de la señal de salida de cada sensor con valores predeterminados que representan un billete de banco válido;  
y un medio de determinación para la determinación de la validez de la parte del billete de banco en base a los  
50 resultados del comparador.

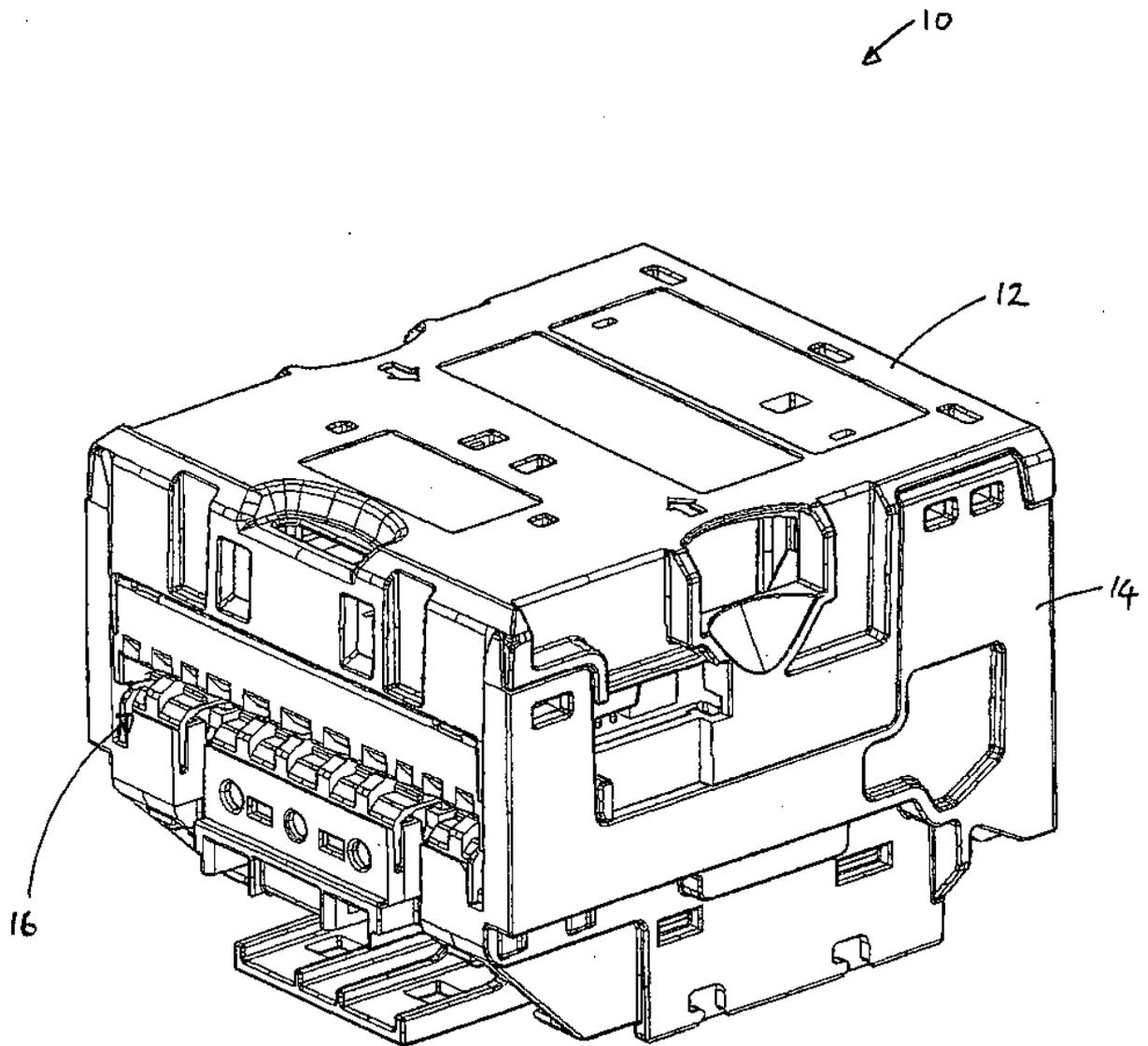


FIGURA 1

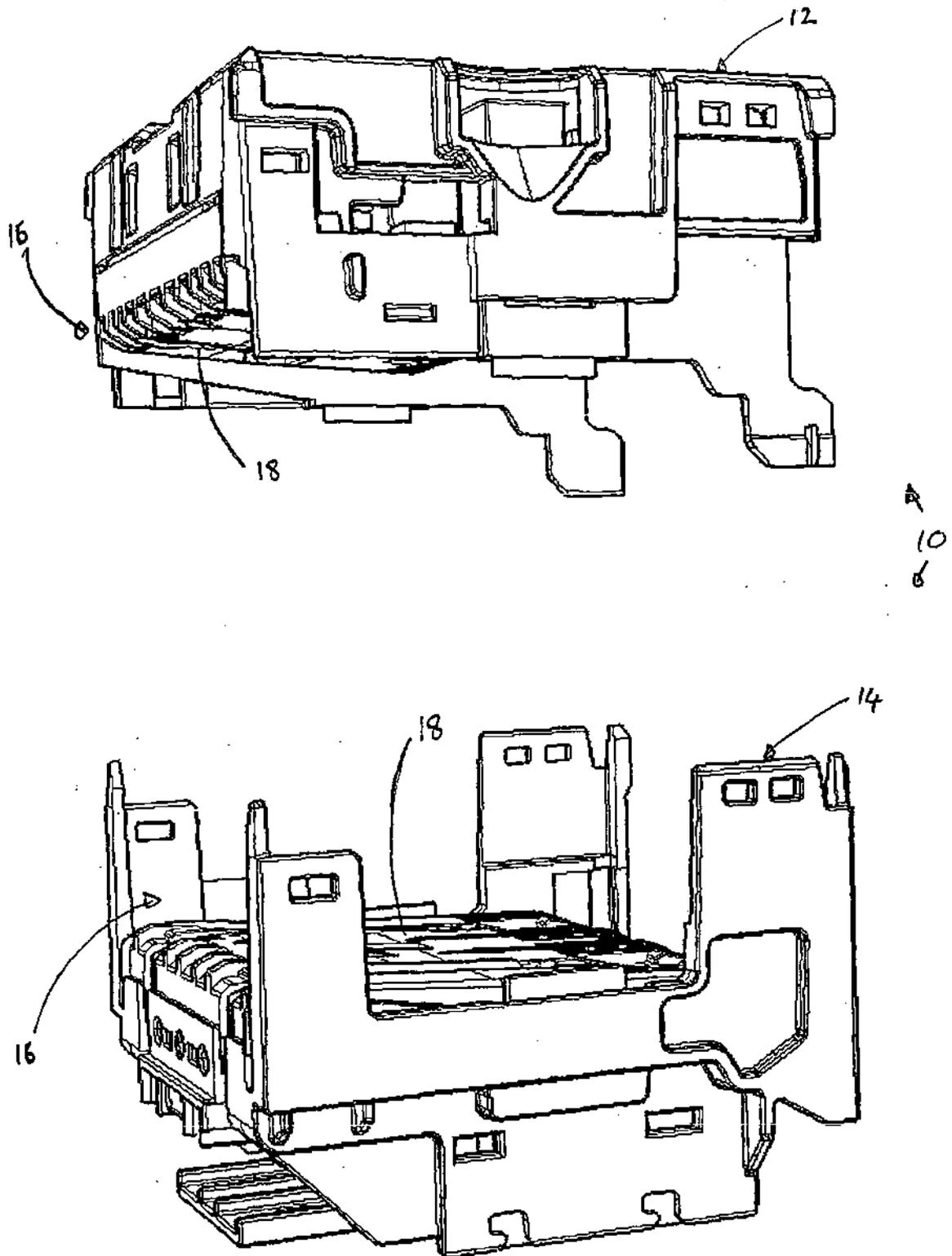


FIGURA 2

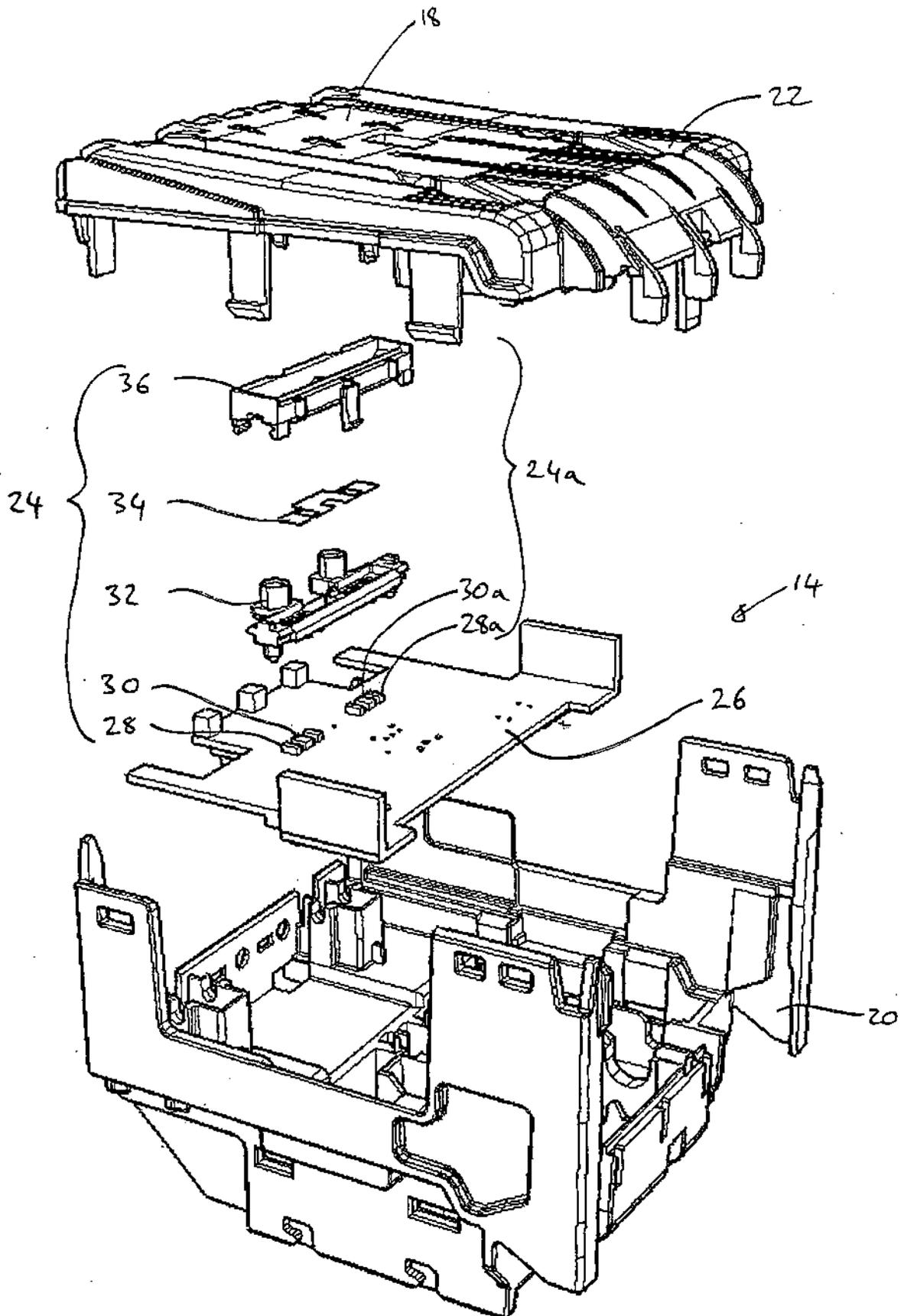


FIGURA 3a

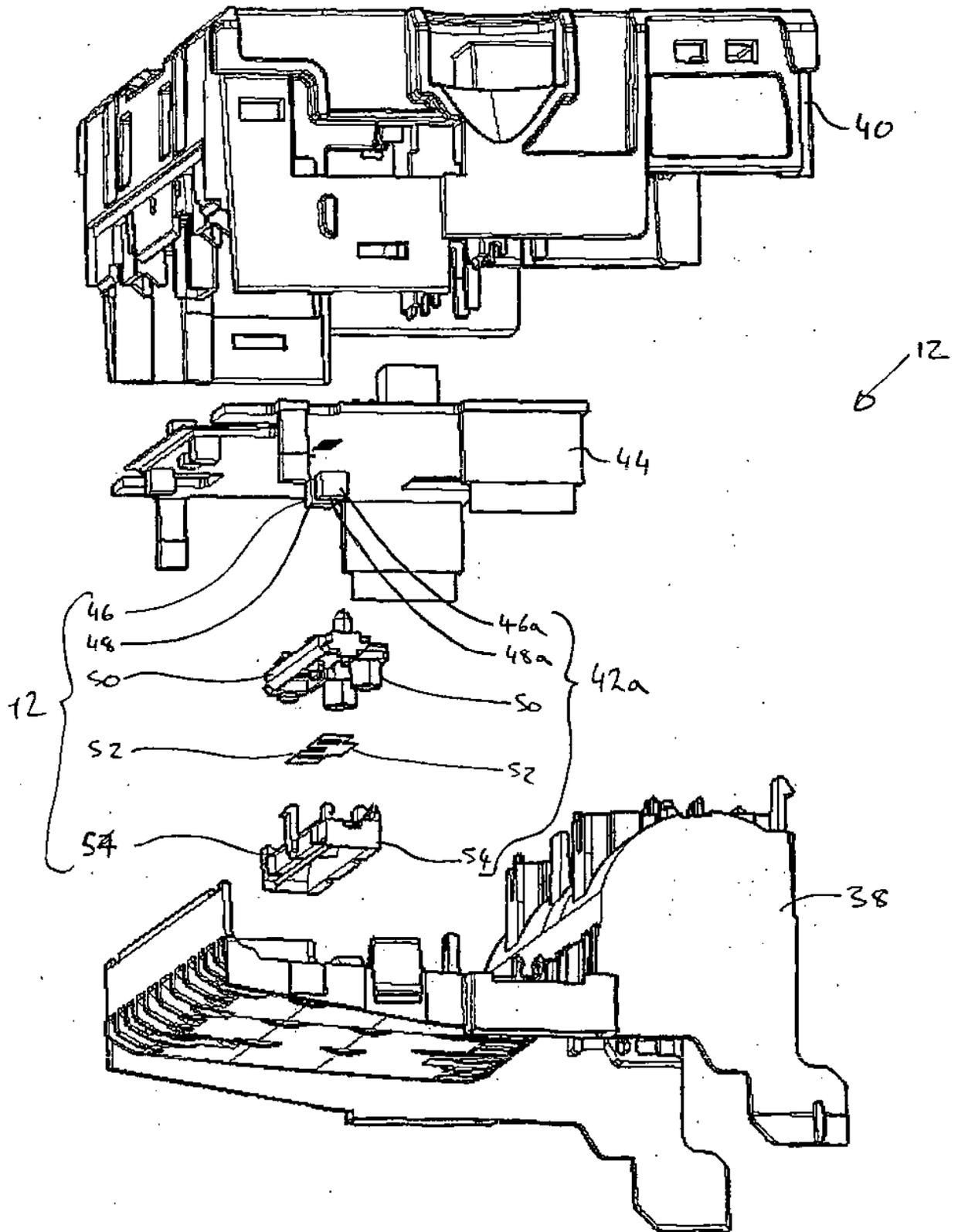


FIGURA 3b

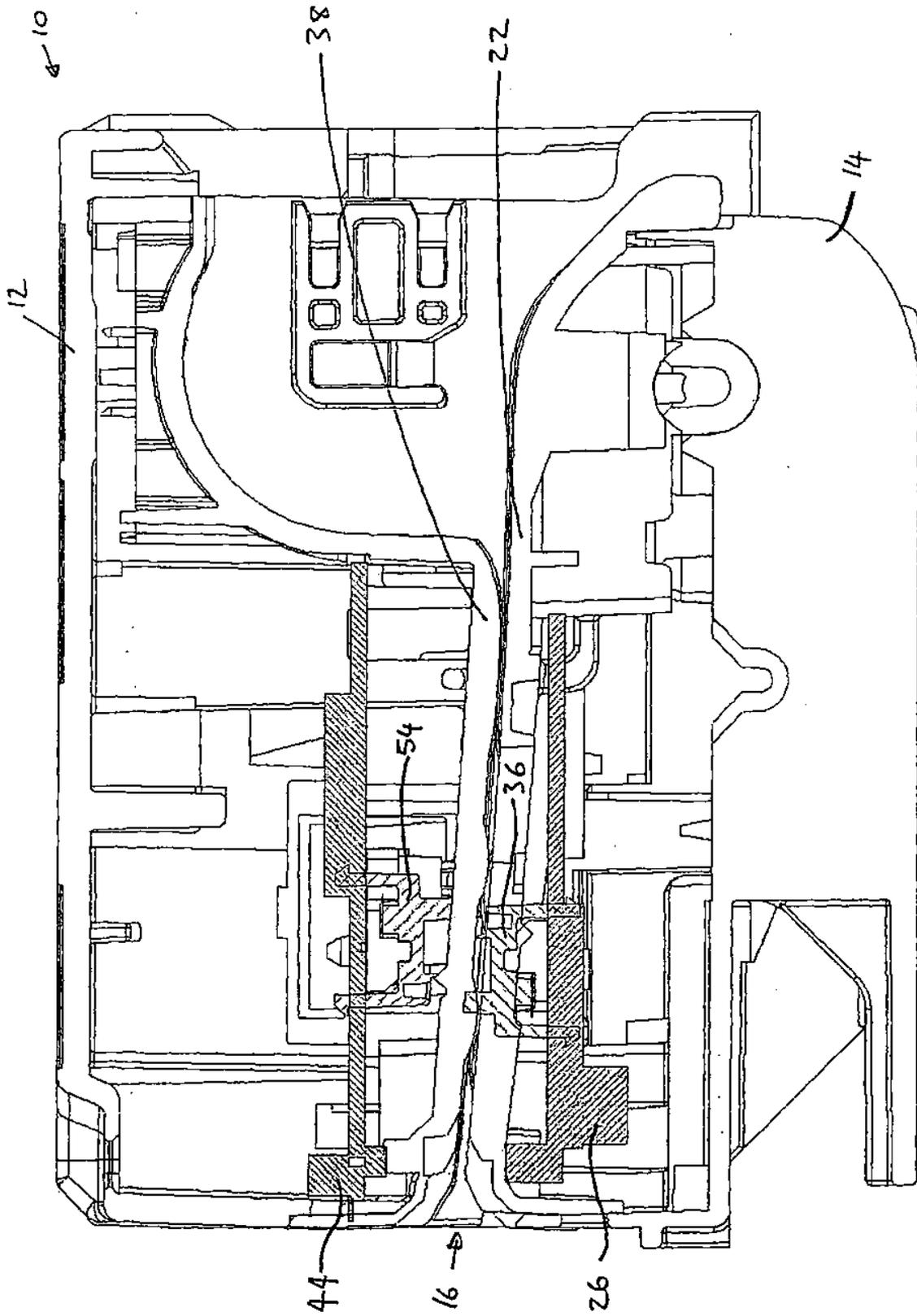


FIGURA 4

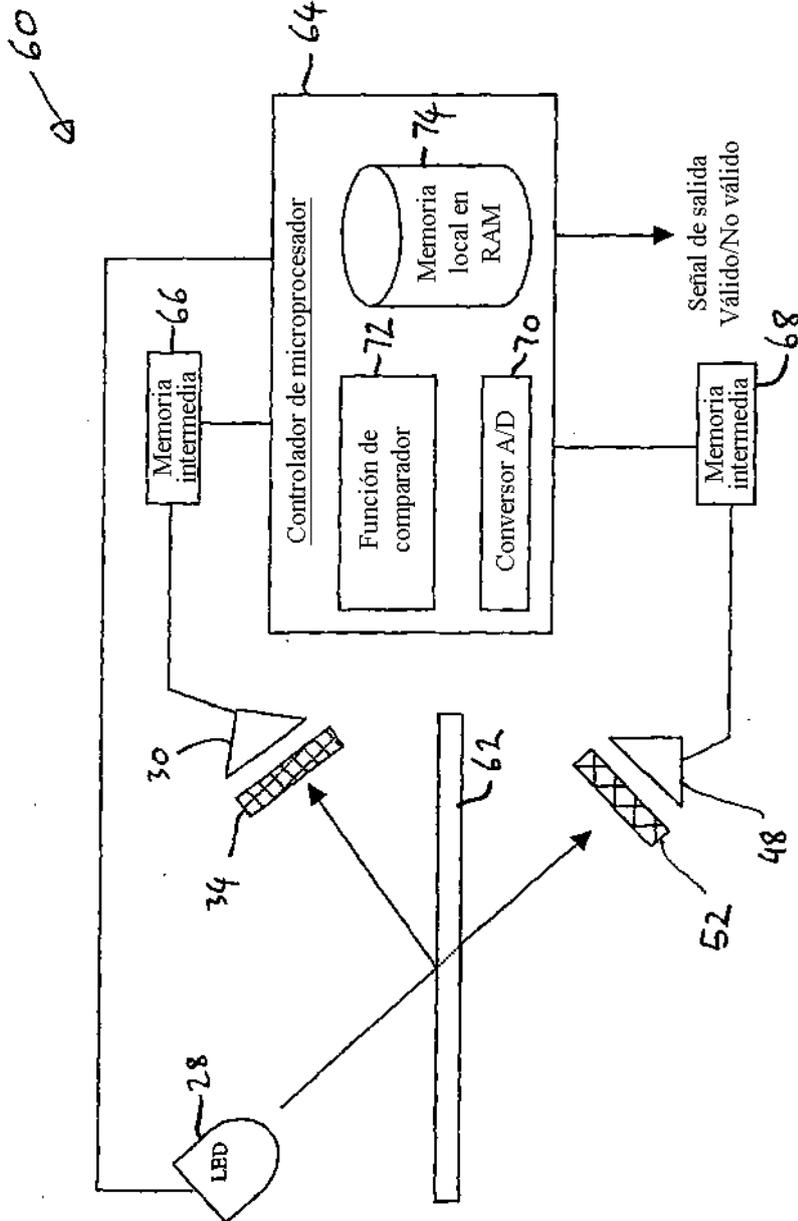


FIGURA 5

80

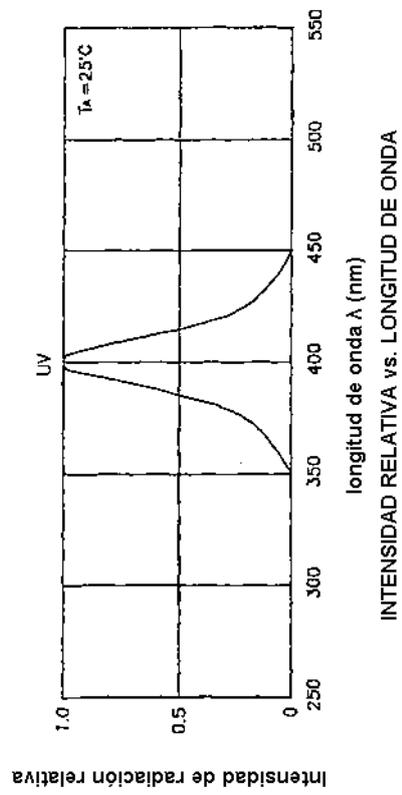


FIGURA 6

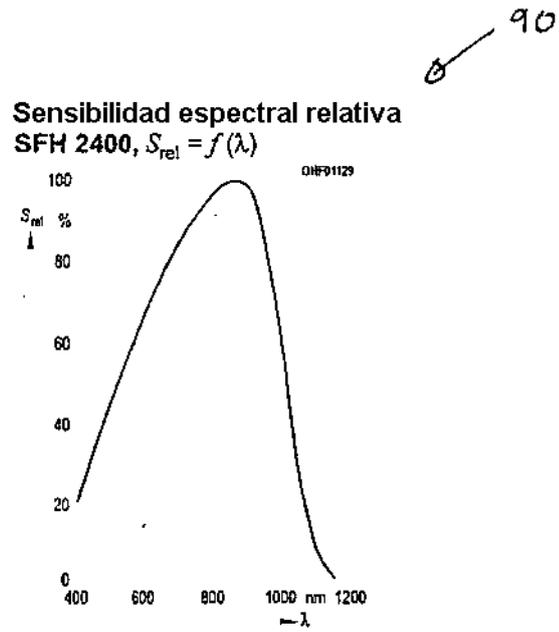


FIGURA 7

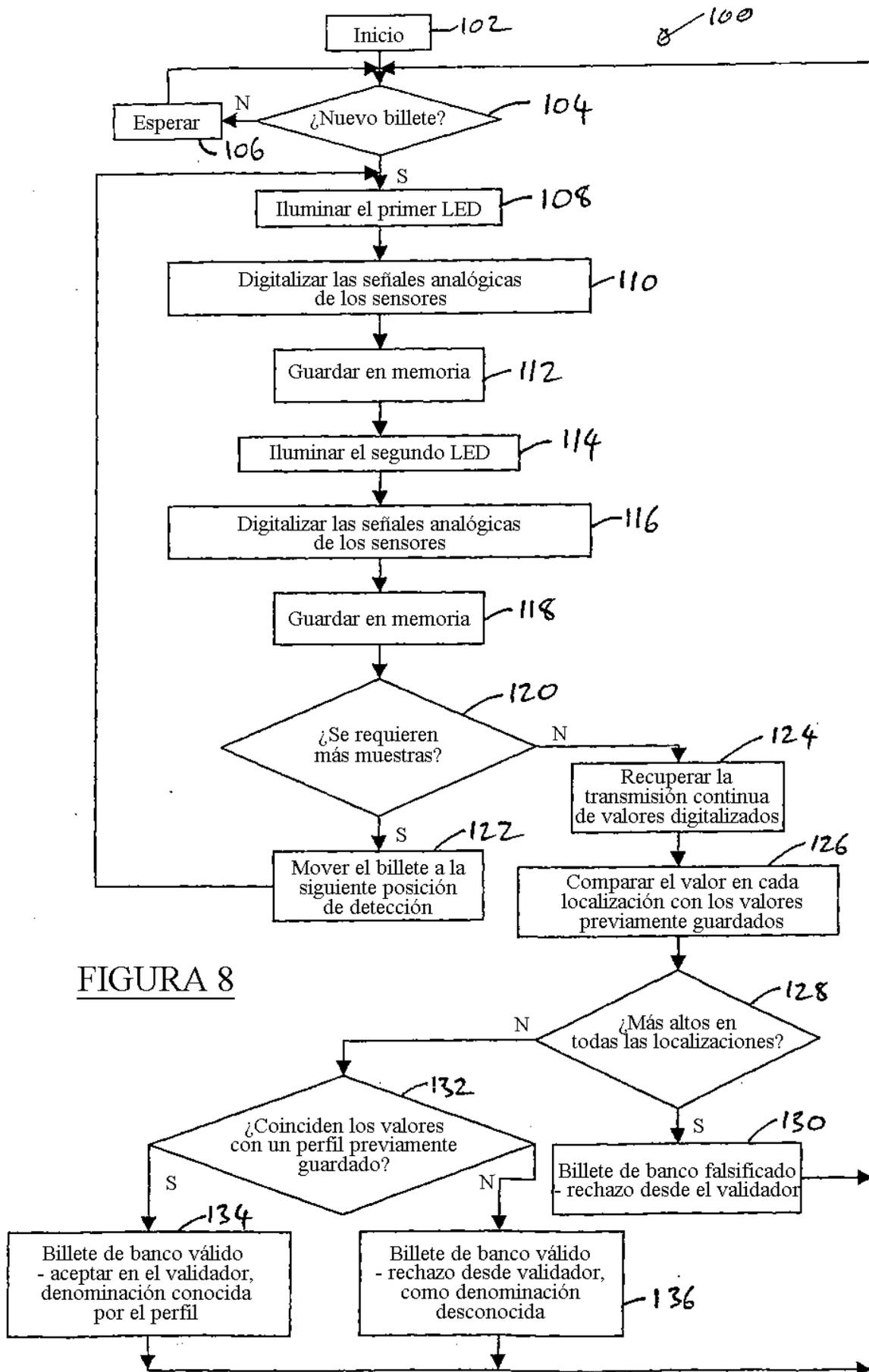


FIGURA 8

140

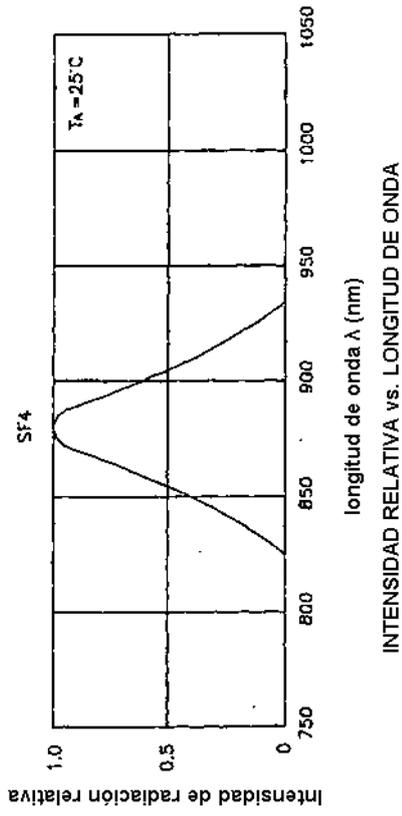


FIGURA 9