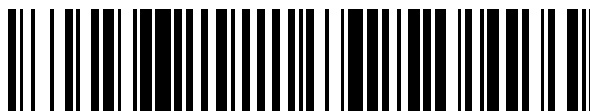


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 364**

51 Int. Cl.:

**B42D 15/00** (2006.01)

**G06K 19/07** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2006** **E 06001668 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2013** **EP 1813439**

54 Título: **Medios de seguridad electrónicos para documentos de seguridad que utilizan un generador de energía termoeléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.05.2013**

73 Titular/es:

**EUROPEAN CENTRAL BANK (100.0%)  
KAISERSTRASSE 29  
60311 FRANKFURT AM MAIN, DE**

72 Inventor/es:

**JONES, LAURA D. y  
GORE, JONATHAN G.**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 402 364 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

Medios de seguridad electrónicos para documentos de seguridad que utilizan un generador de energía termoeléctrica

5

## ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

## 1. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a medios de seguridad electrónicos para billetes y, más preferentemente, a medios de seguridad electrónicos que comprenden medios de visualización (tales como cristales líquidos o tinta electrónica microencapsulada) para proporcionar un cambio de visualización visible cuando se aplica un gradiente de temperatura al documento de seguridad.

## 15 2. Descripción de la técnica relacionada

La utilización de características de seguridad de autenticación propia para producir documentos sirve para protegerlos contra la reproducción no autorizada por parte de falsificadores. Esto es necesario, en particular, para documentos de seguridad tales como billetes, cheques, cheques de viaje, acciones, etc. También existe la  
20 necesidad de proteger documentos que no tienen un valor monetario directo, tales como documentos de identificación, pasaportes, etc., contra copias no autorizadas.

En particular, en el caso de los documentos de seguridad, los cuales circulan a diario, por ejemplo, billetes, un falsificador puede tener éxito a la hora de copiar el contenido del documento grabado ópticamente, por ejemplo la  
25 imagen impresa óptica de los billetes, de manera engañosamente precisa. Una protección contra esta acción es la característica de autenticidad incluida en el documento de seguridad, utilizada para producir los documentos, como resultado de la estructura impartida al documento de seguridad durante su fabricación, característica de autenticidad que supuestamente no puede copiarse prácticamente por ningún falsificador con los medios con los que pueda contar. Además, se conoce la aplicación de marcas de agua o la introducción de un hilo de seguridad en el  
30 documento. Sin embargo, estas medidas convencionales ya no pueden considerarse satisfactorias en vista de los avances de los medios de trabajo utilizado por los falsificadores. En particular, en el caso de regiones con una crisis política global, los grupos proclives a la guerra, o incluso países enteros, utilizan la falsificación como un instrumento bélico. Por consiguiente, los recursos utilizados para la falsificación son bastante avanzados.

35 El documento EP 1 431 062 sugiere documentos de seguridad que comprenden medios de sustrato, medios de suministro de energía eléctrica incorporados, tales como células fotovoltaicas, y medios de seguridad electrónicos que utilizan dichos medios de suministro de energía incorporados. Sin embargo, la característica de seguridad no puede activarse por el usuario de la característica, en caso de que fuera necesario. Además, una característica de seguridad de ese tipo está limitada por la capacidad del medio de suministro de energía y/o por la disponibilidad de  
40 la fuente de generación de energía correspondiente.

El documento CN 1 184 303 describe una característica contra la falsificación que consiste en una fuente de alimentación, un circuito controlador y activador, y una unidad de visualización de panel. La unidad de visualización se fabrica mediante tecnología de semiconductor y mediante un procesamiento preciso, y es difícil de falsificar. Sin  
45 embargo, el uso de la tecnología de semiconductor y la necesidad de un controlador de visualización y de un circuito activador limitan el tamaño, la flexibilidad y la durabilidad de este dispositivo.

También existe una técnica anterior destacada en el diseño y fabricación de disposiciones termoeléctricas de película delgada para la generación de energía.

50

El documento "*Miniature low power/high voltage thermoelectric generators*", *Electronics Letters*, de D.M Rowe, D. V. Morgan y J. Kiely, vol. 25, nº. 2, página 166, 1989, desvela la fabricación de un convertidor termoeléctrico en miniatura de baja potencia/alta tensión. El dispositivo, que surgió a raíz de un requisito de la industria de gas británica acerca de una fuente autónoma de energía eléctrica para su utilización en sistemas de supervisión de gas  
55 de los consumidores, genera fracciones de un microvatio a varios voltios.

La patente estadounidense 6.388.185 y la solicitud de patente estadounidense 20030041892 describen un dispositivo para generar energía para hacer funcionar un componente electrónico. El dispositivo incluye un sustrato conductor de calor (compuesto, por ejemplo, de diamante o de otro material de alta conductividad térmica) dispuesto  
60 en contacto térmico con una región de alta temperatura. Durante el funcionamiento, el calor fluye desde la región de alta temperatura hacia el sustrato conductor de calor, desde el cual el calor fluye hacia el generador de energía eléctrica. Un material termoeléctrico (por ejemplo, una película basada en una aleación BiTe u otro material termoeléctrico) está dispuesto en contacto térmico con el sustrato conductor de calor. Una región de baja temperatura está situada en el lado del material termoeléctrico opuesto al lado de la región de alta temperatura. El  
65 gradiente térmico genera energía eléctrica y activa un componente eléctrico.

El documento, "*Microfabrication of thermoelectric generators on flexible foil substrates as a power source for autonomous Microsystems*", de Wenmin Qu et al., J. Micromech. Microeng. 11 146-152, 2001, se refiere a un generador termoelectrico flexible con unas dimensiones globales de 16 x 20 x 0,05 mm que consiste en una pluralidad de microbandas de termopares Sb-Bi incrustadas en una película de epoxi flexible con un grosor de 50  $\mu\text{m}$ . El generador puede generar una tensión de 0,25 V a una diferencia de temperatura de 30 K.

La solicitud de patente estadounidense 2003137500 describe un dispositivo que comprende una unidad termoelectrica, una unidad de microcontrolador, una unidad de visualización flexible y conexiones eléctricas entre las unidades mencionadas anteriormente, donde la unidad de visualización flexible muestra efectos visuales determinados por la unidad de microcontrolador, y el dispositivo se activa principalmente mediante una unidad termoelectrica.

La patente estadounidense 5.786.875 desvela un medio de visualización de cristal líquido activado de manera térmica que utiliza elementos termoelectricos para hacer que moléculas de cristal líquido pasen de un estado óptico a otro. La invención combina elementos termoelectricos como una parte integrante del medio de visualización y reivindica que el medio de visualización puede fabricarse sobre una película flexible.

Sin embargo, ninguno de estos documentos sugiere la utilización de elementos termoelectricos como medios de generación de energía para medios de seguridad electrónicos en un documento de seguridad.

El documento US 2005/0139250 A1 se refiere a pares termoelectricos de película delgada y alto rendimiento que permiten la fabricación de al menos dispositivos de suministro de energía de un nivel de microvatios a vatios que funcionan a tensiones superiores a un voltio incluso cuando se activan solamente por pequeñas diferencias de temperatura. Por lo tanto, este documento desvela que en determinadas realizaciones, termoelementos TE de tipo p y de tipo n están dispuestos sobre un sustrato flexible. Sin embargo, no desvela que dichos termoelementos estén conectados a medios de seguridad electrónicos presentes también en dicho sustrato.

Esta referencia indica que los pares termoelectricos pueden utilizarse para activar sensores para el control de proliferación de armas militares, operaciones en el campo de batalla, recopilación de información y actividades de seguridad y protección. Tiene como objetivo la detección de intrusos, la detección de armas en buzones, la vigilancia, etc. No se contempla la utilización de dichos pares termoelectricos en una característica de seguridad que pueda activarse por el usuario mediante contacto.

## RESUMEN DE LA INVENCION

El objetivo principal de la presente invención es proporcionar una característica de seguridad evidente más flexible y fiable para billetes que pueda autenticarse por un miembro del público general y que tenga propiedades mejoradas a prueba de falsificaciones. Además, la característica de seguridad será altamente flexible y tendrá un grosor relativamente pequeño y una gran durabilidad.

Para conseguir éstos y otros objetos de la presente invención se proporciona un documento de seguridad que comprende medios de sustrato y al menos un medio de seguridad electrónico, donde dicho documento de seguridad también comprende al menos un medio de generación de energía termoelectrica conectado eléctricamente a dichos medios de seguridad electrónicos, donde dicho documento de seguridad es un billete, donde dicha característica de seguridad del billete puede activarse por un usuario tocando los medios de generación de energía termoelectrica, y donde el grosor de dicho documento de seguridad es inferior a 100  $\mu\text{m}$ .

De este modo se proporciona una característica de seguridad evidente altamente flexible y fiable para billetes que puede autenticarse por un miembro del público general de una manera muy sencilla y que tiene propiedades mejoradas a prueba de falsificaciones.

En particular, la característica de seguridad del documento puede activarse por el usuario de manera relativamente sencilla, por ejemplo tocando los medios de generación de energía termoelectrica. Esto da como resultado la generación de pequeñas cantidades de energía eléctrica que hacen funcionar a los medios de seguridad electrónicos y que muestran la característica de seguridad.

Además, la presente invención supera las limitaciones de tamaño, flexibilidad y durabilidad de los medios de visualización electro-ópticos, de las fuentes de energía eléctrica y de las interconexiones eléctricas convencionales. El documento de seguridad de la presente invención es extremadamente delgado. Además, el documento de seguridad de la presente invención tiene una flexibilidad muy alta y una gran durabilidad.

Variaciones especialmente adecuadas del documento de seguridad de la presente invención se describen en las reivindicaciones de producto dependientes.

Las reivindicaciones de proceso describen procedimientos particularmente adecuados para la fabricación del documento de seguridad de la presente invención, y las reivindicaciones de uso se refieren a maneras

particularmente favorables de utilizar el documento de seguridad de la presente invención.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 La FIG. 1 es una vista en planta que ilustra una realización preferida del documento de seguridad de la presente invención.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva (con el grosor de los componentes ampliado en gran medida) de una realización preferida de los medios de generación de energía termoeléctrica utilizados en la presente invención.

10

La FIG. 3 es una vista en perspectiva (con el grosor de los componentes ampliado en gran medida) de otra realización preferida de los medios de generación de energía termoeléctrica utilizados en la presente invención.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

15

A continuación se proporciona una descripción detallada de la presente invención. Proporciona un documento de seguridad que comprende medios de sustrato y al menos un medio de seguridad electrónico, donde dicho documento de seguridad es un billete.

- 20 Según la presente invención, el documento de seguridad también comprende al menos un medio de generación de energía termoeléctrica conectado eléctricamente a dichos medios de seguridad electrónicos. Los medios de generación de energía termoeléctrica son ampliamente conocidos en la técnica y se refieren a todo tipo de medios de generación de energía que utilizan el efecto Seebeck. Dicho efecto puede observarse cuando dos conductores diferentes (extremidades de termoelementos) están unidos entre sí para formar una unión o un termopar.

25

Si dos materiales de diferente capacidad de carga se unen y se exponen a una fuente de calor, entonces fluye corriente entre los dos materiales y se produce una tensión medible. Por tanto, la conexión de dos conductores distintos con diferentes niveles Fermi dará como resultado un flujo de electrones desde el conductor de nivel superior hacia el de nivel inferior hasta que un cambio en el potencial electrostático haga que los dos niveles Fermi tengan el mismo valor. La tensión creada se describe como el efecto Seebeck.

30

Los medios de generación de energía termoeléctrica de la presente invención utilizan preferentemente uniones de semiconductores en lugar de metales de manera que, como el calor fluye hacia el semiconductor, se generan portadoras de carga que se desplazan a través de la unión para producir una tensión Seebeck en los bordes.

35

La magnitud de la tensión se controla mediante los materiales de tipo n y de tipo p que se utilizan preferentemente y mediante la cantidad de flexión de banda producida por el ajuste de nivel Fermi entre los mismos. La relación de la diferencia de temperatura con respecto a la tensión es el coeficiente de Seebeck ( $\alpha$ ) y se expresa normalmente en unidades de  $\mu\text{V K}^{-1}$ .

40

En principio, no hay restricciones particulares en los materiales de tipo n y de tipo p utilizados en la presente invención. Sin embargo, materiales particularmente adecuados se seleccionan a partir del grupo que consiste en AlInN, carburo de boro ( $\text{B}_4\text{C}$ ), A170, 8Pd20, 9Mn8,3, retículo de SiGe, InP, SiC,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{Te}_3/\text{Sb}_2\text{Te}_3$ ,  $\text{SnO}_2\text{:F}$ ,  $\text{FeS}_2$ , ZnO, Bi, BiTe (0,14% en vidrio vycor poroso), HfFe<sub>5</sub>, ZrTe<sub>5</sub>, Ge-Se-Te modificado con Pb, Ge dopado con B, Ge dopado con Sb, Ge dopado con Au, Fe, Si,  $(\text{Ca}_2\text{CoO}_3)\text{X}(\text{CoO}_2)$ ,  $\text{AgCoO}_2$ ,  $\text{CuAlO}_2$ , una combinación (tipo B) de platino y rodio al 6% (metal de tipo p) y platino y rodio al 30% (material de tipo n), una combinación (tipo E) de níquel y cromo al 10% (metal de tipo p) y constantán (material de tipo n), una combinación (tipo N) de hierro (metal de tipo p) y constantán (material de tipo n), una combinación (tipo K) de níquel y cromo al 10% (metal de tipo p) y níquel (material de tipo n), una combinación (tipo N (AWG14)) de Nicrosil (metal de tipo p) y Nisil (material de tipo n), una combinación (tipo N (AWG28)) de Nicrosil (metal de tipo p) y Nisil (material de tipo n), una combinación (tipo R) de platino y rodio al 13% (metal de tipo p) y platino (material de tipo n), una combinación (tipo S) de platino y rodio al 10% (metal de tipo p) y platino (material de tipo n), una combinación (tipo T) de cobre (metal de tipo p) y constantán (material de tipo n) y una combinación (tipo W-Re) de wolframio y renio al 5 % (metal de tipo p) y wolframio y renio al 26% (material de tipo n).

55

En la presente invención se prefieren especialmente semiconductores. Éstos se fabrican preferentemente mediante cristalización direccional de la metalurgia de polvos fundidos o prensados.

Materiales semiconductores especialmente adecuados para los materiales semiconductores de tipo n incluyen  $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ , donde x es un número comprendido en el intervalo entre 0 y 3, SiGe, InP o Ge dopado con Sb.

60

Materiales semiconductores especialmente adecuados para los materiales semiconductores de tipo p incluyen  $\text{Bi}_{2-y}\text{Sb}_y\text{Te}_3$ , donde y es un número comprendido en el intervalo entre 0 y 2,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ , SiGe o Ge dopado con B.

- 65 La elección de los materiales semiconductores se basa en una combinación del efecto termoeléctrico, la facilidad de deposición y fabricación, la robustez física y la resistencia a ataques químicos.

La tensión de salida (incluso desde termopares semiconductores) es relativamente baja y, por lo tanto, es preferible que una pluralidad de termopares estén conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo. Estos termopares están cubiertos preferentemente por una placa de alta conductividad térmica y baja conductividad eléctrica.

En otra realización especialmente preferida de la presente invención, el documento de seguridad comprende al menos dos medios de generación de energía termoeléctrica conectados eléctricamente en paralelo.

10 Los medios de generación de energía termoeléctrica pueden impregnarse y recubrirse con un material polimérico blando y flexible para mejorar la robustez y la flexibilidad y para proporcionar una capa protectora.

La forma real de los medios de generación de energía termoeléctrica no es crítica y puede ser cuadrada, rectangular, redonda u ovalada, por ejemplo.

15 Cuando se maneja el documento de seguridad a temperatura ambiente (20°C) y se aplica un gradiente de temperatura de 10 K, la tensión generada por los medios de generación de energía termoeléctrica es preferentemente de al menos 0,5 V, más preferentemente de al menos 1 V y, en particular, de al menos 1,5 V.

20 Detalles adicionales relacionados con los medios de generación de energía termoeléctrica pueden encontrarse en la bibliografía técnica, especialmente en:

- el documento "*Miniature low power/high voltage thermoelectric generators*", *Electronics Letters*, de D.M Rowe, D. V. Morgan y J. Kiely, vol. 25, n°. 2, página 166, 1989;
- 25 - la patente estadounidense 6.388.185 y la solicitud de patente estadounidense 20030041892;
- el documento "*Microfabrication of thermoelectric generators on flexible foil substrates as a power source for autonomous microsystems*", de Wenmin Qu et al., *J. Micromech. Microeng.* 11 146-152, 2001;
- la solicitud de patente estadounidense 2003137500; y
- la patente estadounidense 5.786.875.

30 En la presente invención, los medios de generación de energía termoeléctrica están conectados a los medios de seguridad electrónicos, preferentemente a través de una o más pistas eléctricamente conductoras. De ese modo, las pistas eléctricamente conductoras pueden fabricarse con cualquier material eléctricamente conductor, pero tienen preferentemente una resistividad  $\rho$  inferior a  $10^6 \Omega\cdot\text{cm}$ , muy preferentemente inferior a  $10^{-2} \Omega\cdot\text{cm}$ , cuando se miden a 35 25°C. La utilización de pistas de cobre ha resultado ser una ventaja particular.

Los medios de seguridad electrónicos del documento de seguridad no están limitados en modo alguno y pueden ser cualquier medio conocido en la técnica. Sin embargo, es particularmente ventajoso que los medios de seguridad sean una característica de seguridad evidente cuando estén activados. El término "característica evidente" utilizado 40 en este documento se refiere a una característica que puede verificarse de manera sencilla por un miembro del público general utilizando solamente la propia característica y sin requerir ningún aparato adicional. Características en las que la característica solo puede leerse por un aparato mecánico especial de denominan "características encubiertas", las cuales no se prefieren para los fines de la presente invención.

45 Además, los medios de seguridad electrónicos son preferentemente medios de visualización de baja potencia que tienen un consumo de energía eléctrica de preferentemente 1 mW o menos y, en particular, de  $10^{-5}$  W o menos.

Medios de seguridad electrónicos particularmente adecuados para los fines de la presente invención incluyen medios de visualización de tinta electroforética, medios de visualización de cristal líquido y/o diodos de emisión de 50 luz poliméricos.

El tipo de medio de sustrato utilizado en la presente invención no es crítico. Sin embargo, se prefiere la utilización de medios de sustrato que comprenden papel, plástico, polímero, láminas metálicas elementales, láminas de aleaciones metálicas y/o papel sintético.

55 El documento de seguridad de la presente invención es relativamente delgado y su grosor es inferior a 100  $\mu\text{m}$ . En una realización especialmente preferida, el grosor total de los medios de generación de energía termoeléctrica, sin incluir el grosor del sustrato, está comprendido entre 10 y 50  $\mu\text{m}$  aproximadamente. El grosor de las interconexiones entre la fuente de alimentación y el medio de visualización está preferentemente dentro del intervalo comprendido 60 entre 1 y 30  $\mu\text{m}$  aproximadamente.

Procedimientos para la producción de un documento de seguridad de la presente invención son evidentes para los expertos en la técnica. Los medios de sustrato están dotados preferentemente de los medios de generación de energía termoeléctrica y de los medios de seguridad electrónicos, donde todos los componentes, incluyendo los 65 medios de seguridad electrónicos, pueden estar previstos simultáneamente en un sustrato común. Como alternativa, para sustratos que no sean compatibles con las técnicas de fabricación requeridas para los medios de seguridad

electrónicos, los medios de generación de energía termoeléctrica y las interconexiones pueden proporcionarse en el sustrato antes o después, preferentemente antes, de que el ensamblado de visualización se acople al sustrato. En este último caso, la conexión eléctrica se realizará garantizando que las placas de contacto impresas y expuestas en el sustrato estén alineadas con las placas de contacto de los medios de seguridad electrónicos.

5

Los materiales semiconductores pueden depositarse mediante varios procedimientos, incluyendo sol-gel, pirólisis de pulverización, pirólisis de pared caliente, evaporización instantánea, deposición en vacío, deposición de vapor químico y deposición electroquímica. La técnica de deposición considerada como la más adecuada para la aplicación prevista es la electrodeposición. En esta técnica, una tinta catalítica especialmente formulada se imprime sobre el sustrato en un patrón deseado. Después, el sustrato se sumerge en una disolución química que contiene iones del metal que va a depositarse. A lo largo del tiempo se produce una deposición sin corriente eléctrica del metal sobre las áreas de sustrato impresas con la tinta catalítica. Esta técnica es ventajosa en comparación con otros procedimientos para producir las pistas eléctricamente conductoras y los medios de generación de energía termoeléctrica deseados, tales como imprimir tintas cargadas con metal, ya que la técnica produce material depositado con una densidad muy parecida a la del material bruto. Además, esta técnica es ventajosa sobre la impresión estándar de tintas cargadas, ya que la adhesión del material depositado al sustrato es mayor.

La técnica de deposición sin corriente eléctrica mencionada anteriormente se describe en detalle en la solicitud de patente WO 02/099163 y es adecuada para una pluralidad de sustratos (tales como poliéster, polipropileno, papel sintético, paños de ligamentos finos y policarbonato) y para una pluralidad de metales depositados (incluyendo cobre, níquel, cobalto, hierro, estaño y diversas aleaciones magnéticas y no magnéticas). Sin embargo, la presente invención no excluye otros procedimientos de deposición.

En una realización especialmente preferida de la presente invención, al menos un medio de generación de energía termoeléctrica y al menos un medio de seguridad electrónico están previstos en la parte delantera del documento de seguridad, y al menos un medio de generación de energía termoeléctrica y, preferentemente, al menos un medio de seguridad electrónico están previstos en la parte trasera del documento de seguridad, preferentemente muy cerca el uno del otro para permitir la aplicación simultánea de un gradiente de temperatura a través de una sujeción cálida, tal como el dedo gordo y el dedo índice de la mano de una persona.

30

Para comprobar la autenticidad del documento de seguridad de la presente invención, se aplica un gradiente de temperatura a los medios de generación de energía termoeléctrica, observándose un cambio de estado en dichos medios de seguridad electrónicos. Por tanto, el gradiente de temperatura es preferentemente de al menos 1 K, muy preferentemente de al menos 5 K y más preferentemente de al menos 10 K. Los medios de seguridad electrónicos se activan mediante la aplicación del gradiente de temperatura al documento de seguridad. En esta invención solamente se requiere un gradiente de temperatura muy bajo, ya que para medios de visualización de tipo electroforético, tales como tintas electroforéticas microencapsuladas, o medios de visualización de tipo cristal líquido, solamente se requiere un nivel muy bajo de corriente eléctrica para el funcionamiento del medio de visualización.

De hecho, se ha descubierto que a temperatura ambiente (25°C) o inferior, el calor corporal que se produce al ejercer una presión con la piel del cuerpo humano, preferentemente con al menos un dedo, muy preferentemente el dedo pulgar o el dedo índice, sobre los medios de generación de energía termoeléctrica es suficiente para obtener el gradiente de temperatura requerido para el funcionamiento de los medios de seguridad electrónicos, en particular los medios de visualización electroforéticos.

45

El gradiente de temperatura que siempre estará disponible es el del calor corporal comparado con la temperatura ambiente. En reposo, la producción de calor basal del cuerpo humano es por lo general de 90 W aproximadamente. El área de superficie típica de la piel es de 2 m<sup>2</sup> aproximadamente y aunque proporcionalmente se pierde más calor en superficies de piel expuestas que en áreas del cuerpo cubiertas con ropa, solo una cantidad muy pequeña de calor puede aprovecharse en el área de un dedo, concretamente en el orden de décimas de milivatios.

50

La eficacia con la que esta energía puede recuperarse está limitada por el ciclo de Carnot. Es posible calcular la eficacia de conversión teórica máxima a varias temperaturas ambiente utilizando la siguiente relación:

$$Eficacia = \frac{T_{corporal} - T_{ambiente}}{T_{corporal}} \times 100\% \quad (I)$$

55

En esta ecuación,  $T_{corporal}$  y  $T_{ambiente}$  son las temperaturas absolutas (K) de la superficie corporal y de las condiciones ambientales, y se supone que  $T_{corporal} > T_{ambiente}$ . Considerando que la temperatura típica de la piel es de 34°C, a una temperatura ambiente de 20°C, la eficacia de Carnot es del 4,56%, mientras que a una temperatura ambiente de 25°C disminuye hasta el 2,93%.

60

Aunque pueden considerarse gradientes de temperatura más altos (quizá soplando sobre un elemento para enfriarlo

o utilizando superficies frías tales como ventanas), las siguientes consideraciones están limitadas al caso libremente disponible descrito anteriormente. Por tanto, utilizando el calor corporal como la fuente de calor, y antes de que se tenga en cuenta la eficacia de conversión del dispositivo termoelectrico, la máxima energía térmica disponible será del orden de 1 mW o inferior. La proporción de este calor que se convierte en energía utilizable depende de la  
5 eficacia de la célula termoelectrica, que depende del "factor de mérito" termoelectrico. La eficacia global,  $\Phi_{\max}$ , de una célula termoelectrica para convertir calor en energía eléctrica puede estimarse utilizando la expresión:

$$\phi_{\max} = \gamma \eta \quad (2)$$

10 donde

$$\gamma = \frac{T_{\text{caliente}} - T_{\text{fria}}}{T_{\text{caliente}}} \quad (3)$$

donde  $T_{\text{caliente}}$  es la temperatura de la superficie superior calentada del generador y  $T_{\text{fria}}$  es la temperatura de la  
15 superficie inferior del generador,  
y

$$\eta = \frac{(1 + ZT)^{1/2} - 1}{(1 + ZT)^{1/2} + \frac{T_{\text{fria}}}{T_{\text{caliente}}}} \quad (4)$$

20 y

$$Z = \frac{\alpha^2 \sigma}{\lambda} \quad (5)$$

donde  $\alpha$  es el coeficiente de Seebeck ( $\text{V K}^{-1}$ ) del material termoelectrico utilizado en el generador,  $\sigma$  es la conductividad eléctrica del material termoelectrico utilizado en el generador ( $\Omega^{-1} \text{m}^{-1}$ ), y  $\lambda$  es la conductividad térmica  
25 del material termoelectrico utilizado en el generador ( $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$ ),  
y

$$T = \frac{T_{\text{caliente}} - T_{\text{fria}}}{2} \quad (6)$$

30 Para un factor de mérito razonable,  $Z$ , para materiales termoelectricos semiconductores de  $2 \times 10^{-3} \text{K}^{-1}$  aproximadamente y para un gradiente de temperatura de 10K con el lado frío de la célula mantenido a temperatura ambiente, puede estimarse como inferior al 0,5 %. Por lo tanto, la energía máxima extraída del área de huella dactilar del dedo pulgar es del orden de décimas de microvatios.

35 También pueden considerarse fuentes de calor alternativas para el funcionamiento de la característica, por ejemplo el soplado de aire cálido y la utilización de placas calientes "detrás del mostrador". En este caso puede haber mayores gradientes de temperatura, lo que da lugar a una mayor energía de salida desde el dispositivo termoelectrico. La energía producida por el dispositivo termoelectrico puede ser suficiente para el funcionamiento de medios de visualización que requieren más energía, tales como LED de semiconductor, medios de visualización  
40 electrocrómicos, medios de visualización termocrómicos y medios de visualización electroluminiscentes. Se contempla que estas posibles variaciones están dentro del alcance de la presente invención.

Varias realizaciones preferidas de la invención se describirán haciendo referencia a continuación a las figuras. La Fig. 1 es una vista en planta de una primera realización preferida particular de la presente invención. El documento  
45 de seguridad comprende un sustrato delgado flexible (1) y una superficie de generador termoelectrico (2) depositada o impresa sobre dicho sustrato (1). La superficie de generador termoelectrico (2) está eléctricamente conectada, a través de pistas flexibles eléctricamente conductoras 3 y 4, que pueden estar impresas o depositadas sobre el sustrato (1), a un medio de visualización de baja potencia delgado y flexible (5). El medio de visualización (5) puede estar impreso o depositado sobre el sustrato o adherido al sustrato antes o después de la impresión y/o deposición  
50 de los otros componentes de la característica. En cualquier caso, se establece una conectividad eléctrica entre el medio de visualización (5) y el generador termoelectrico (2). El generador termoelectrico (2) está diseñado de tal manera que la aplicación de una pequeña cantidad de calor, tal como la proporcionada por el calor corporal en forma

de un dedo pulgar 6 presionado sobre el generador, genera la suficiente tensión y corriente eléctricas para hacer funcionar el medio de visualización.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de una realización preferida de los medios de generación de energía termoelectrica utilizados en la presente invención, donde el grosor de los elementos se ha exagerado mucho para una mayor claridad. Los medios de generación de energía termoelectrica comprenden una disposición de elementos termopares metálicos (7). Cada uno de los elementos termopares (7) comprende dos metales diferentes (8) y (9), que están en contacto entre sí. Cuando están conectados en serie utilizando pistas eléctricamente conductoras (10) como las mostradas, la tensión generada por cada uno de estos termopares bajo la aplicación de calor se acumulará para proporcionar una mayor tensión global. Se estima que, si se utiliza un termopar con un metal de tipo p, como una aleación de níquel al 90% y de cromo al 10%, y con un metal de tipo n, tal como una aleación de constantán, entonces 2000 termopares aproximadamente en serie producirán una tensión potencial de 1,2 voltios aproximadamente bajo la aplicación de un gradiente de temperatura de 10 grados centígrados. La tensión potencial inicial, y bajas corrientes eléctricas asociadas, que se genera mediante la aplicación de la fuente de calor (tal como el calor corporal que se obtiene al presionar el dedo pulgar sobre la disposición) será suficiente para hacer funcionar los medios de seguridad electrónicos, por ejemplo medios de visualización electroforéticos.

Como resultará evidente a cualquier experto en la técnica, puede haber muchos diseños geométricos diferentes de disposiciones de termopares.

Se considera que los componentes (8) y (9) del generador termoelectrico descrito anteriormente, que incluyen interconexiones eléctricas (10), pueden depositarse muy fácilmente sobre el sustrato utilizando una técnica de deposición sin corriente eléctrica. En la estructura de ejemplo mostrada en la Figura 2 se contempla que las interconexiones eléctricas (10) se depositen primero seguidas de los elementos termopares (8) y (9). Como alternativa, los componentes pueden electrochaparse encima de una capa modelada inicial eléctricamente conductora, la cual está o bien impresa (utilizando tinta cargada con sólidos) o bien depositada utilizando la técnica de deposición sin corriente eléctrica mencionada anteriormente. Pueden contemplarse otras diversas técnicas para depositar los materiales termoelectricos incluyendo deposición de vapor químico, deposición en vacío, deposición sol-gel, pirólisis de pulverización, pirólisis de pared caliente y evaporación instantánea.

El tamaño (área) de los elementos termopares (7) descritos anteriormente puede ser normalmente de 100 micrómetros cuadrados (en una vista en planta). Por tanto, para 2000 elementos, el área global del generador termoelectrico es de 80 milímetros cuadrados aproximadamente. El área mínima de los elementos y la separación entre los mismos sólo están limitadas por la resolución de la técnica de deposición o de impresión. El grosor de los elementos termopares puede estar comprendido normalmente entre 5 y 50 micrómetros aproximadamente. El grosor de las pistas de interconexión eléctrica puede estar comprendido normalmente entre 1 y 30 micrómetros.

La Fig. 3 es una vista en perspectiva de otra realización preferida de los medios de generación de energía termoelectrica utilizados en la presente invención, donde el grosor de los elementos se ha exagerado mucho para una mayor claridad. Los medios de generación de energía termoelectrica comprenden una disposición de elementos termopares (11). Cada termopar (11) consiste en un material semiconductor de tipo p (12) y en un material semiconductor de tipo n (13). Interconexiones eléctricas (10) conectan entre sí los termoelementos semiconductores de tipo p y de tipo n. Los materiales semiconductores tienen la ventaja de tener mayores coeficientes de Seebeck que los termopares metálicos y de tener una menor conductividad térmica, de manera que pueden soportar un mayor gradiente de temperatura continuo a través del dispositivo.

## REIVINDICACIONES

1. Documento de seguridad que comprende medios de sustrato (1) y al menos un medio de seguridad electrónico (5), donde dicho documento de seguridad es un billete, **caracterizado porque** dicho documento de seguridad comprende además al menos un medio de generación de energía termoeléctrica (2) conectado eléctricamente a dichos medios de seguridad electrónicos (5), donde dicha característica de seguridad del billete puede activarse cuando un usuario toca los medios de generación de energía termoeléctrica, y donde el grosor de dicho documento de seguridad es inferior a 100  $\mu\text{m}$ .
2. Documento de seguridad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho documento de seguridad comprende al menos dos medios de generación de energía termoeléctrica (2) conectados eléctricamente en serie.
3. Documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicho documento de seguridad comprende al menos dos medios de generación de energía termoeléctrica (2) conectados eléctricamente en paralelo.
4. Documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2) comprenden al menos dos metales, aleaciones metálicas o semiconductores diferentes que están en contacto entre sí (8, 9).
5. Documento de seguridad de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2) comprenden al menos un material de tipo n y al menos un material de tipo p.
6. Documento de seguridad de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho material de tipo n es  $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ , donde x es un número comprendido en el intervalo entre 0 y 3, SiGe, InP o Ge, dopado con Sb.
7. Documento de seguridad de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, **caracterizado porque** el material de tipo p es  $\text{Bi}_{2-y}\text{Sb}_y\text{Te}_3$ , donde y es un número comprendido en el intervalo entre 0 y 2,  $\text{Sb}_2\text{Te}_3$ , SiGe o Ge, dopado con B.
8. Documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2) están cubiertos con una capa protectora.
9. Documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicho documento de seguridad comprende pistas eléctricamente conductoras (10) que conectan eléctricamente dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2) a dichos medios de seguridad electrónicos (5).
10. Documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios de seguridad electrónicos (5) son una característica de seguridad evidente.
11. Documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios de seguridad electrónicos (5) son medios de visualización de baja potencia.
12. Documento de seguridad de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** la energía que necesita dicho medio de visualización de baja potencia es 1 mW o menos.
13. Documento de seguridad de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado porque** dichos medios de visualización de baja potencia son medios de visualización de tinta electroforética, medios de visualización de cristal líquido y/o diodos de emisión de luz poliméricos.
14. Documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos medios de sustrato (1) comprenden papel, plástico, polímero, láminas metálicas elementales, láminas de aleaciones metálicas y/o papel sintético.
15. Procedimiento para la producción de un documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de generación de energía termoeléctrica (2) y los medios de seguridad electrónicos (5) se disponen sobre los medios de sustrato (1).
16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2) se disponen sobre dichos medios de sustrato (1) mediante la utilización de técnicas de deposición sin corriente eléctrica, electrochapado, deposición de vapor químico, deposición en vacío, deposición sol-gel, pirólisis de pulverización, pirólisis de pared caliente y/o evaporación instantánea.
17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15 ó 16, **caracterizado porque** interconexiones eléctricas (10) se proporcionan sobre dichos medios de sustrato (1), y dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2) y dichos medios de seguridad electrónicos (5) se disponen sobre dichas interconexiones eléctricas (10).

18. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizado porque** dichos medios de seguridad electrónicos (5) se disponen antes o después de la provisión de dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2).

5

19. Procedimiento de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 15 a 18, **caracterizado porque** dichos medios de seguridad electrónicos (5) y dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2) se disponen a ambos lados de dicho documento de seguridad.

10 20. Utilización de un documento de seguridad de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones 1 a 14 para comprobar su autenticidad, donde un gradiente de temperatura se aplica a dichos medios de generación de energía termoeléctrica (2), observándose un cambio de estado de dichos medios de seguridad electrónicos (5).

15 21. Utilización de acuerdo con la reivindicación 20, **caracterizada porque** dicho gradiente de temperatura es al menos 1 K.

22. Utilización de acuerdo con la reivindicación 21, **caracterizada porque** dicho gradiente de temperatura se genera mediante el contacto de los medios de generación de energía termoeléctrica con la piel del cuerpo humano.

Fig. 1

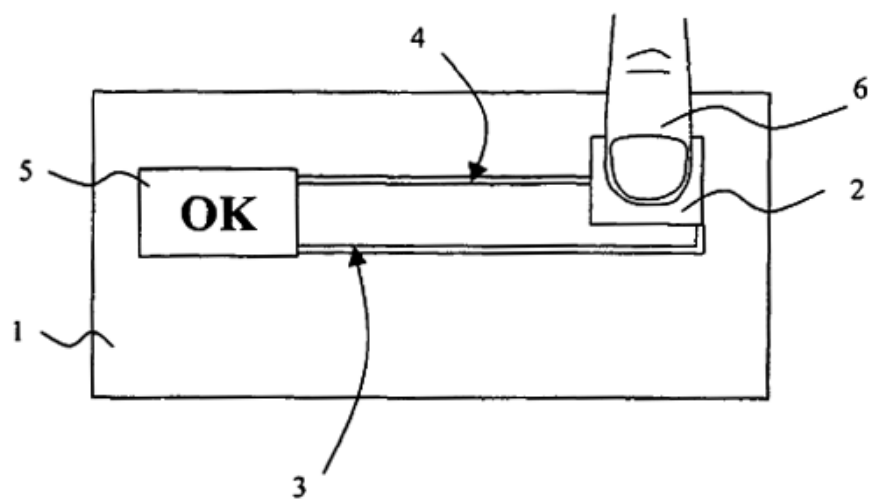


Fig. 2

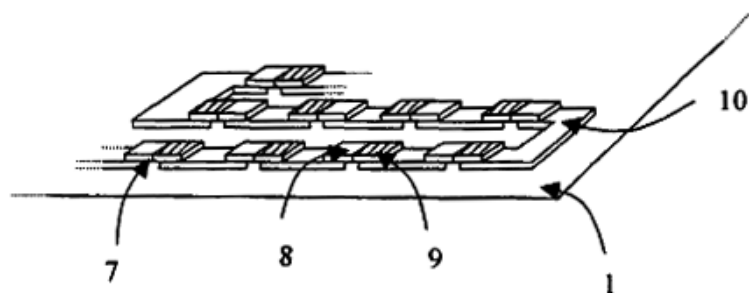


Fig. 3

