

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 969**

51 Int. Cl.:  
**G06K 19/077** (2006.01)  
**G06K 19/073** (2006.01)  
**B42D 15/00** (2006.01)  
**D21H 21/44** (2006.01)  
**G07D 7/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10186474 .2**  
96 Fecha de presentación: **05.10.2010**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2309429**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.04.2011**

54 Título: **Sistema de segurización de un documento**

30 Prioridad:  
**08.10.2009 FR 0957018**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**19.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**19.04.2012**

73 Titular/es:  
**Oberthur Technologies**  
**50, Quai Michelet**  
**92300 Levallois-Perret, FR**

72 Inventor/es:  
**Le Garrec, Loïc y**  
**Capitaine, Christophe**

74 Agente/Representante:  
**Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 378 969 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**

Sistema de segurización de un documento.

5 La presente invención se refiere al campo técnico de la segurización de los documentos-valores.

La misma se aplica más particularmente pero no exclusivamente a la antifalsificación de documentos-valores, tales como por ejemplo unos documentos de identidad, en particular los pasaportes, tarjetas de identidad y permisos de conducir, denominados "electrónicos" puesto que comprenden un dispositivo de radio-identificación del tipo RFID (del inglés "Radio Frequency IDentity "). Este dispositivo comprende generalmente un microcircuito y una antena de comunicación en campo cercano conectada al microcircuito.

Un dispositivo de este tipo de radioidentificación viene a completar la autenticación del documento-valor asegurada por unos elementos de seguridad clásicos ópticos, visuales y/o táctiles integrados en el documento-valor tales como por ejemplo unas filigranas, unos hologramas, unos hilos de seguridad, unas impresiones de datos personales, etc.

Generalmente, las administraciones emisoras de estos documentos electrónicos admiten que los elementos de seguridad clásicos siguen siendo legalmente válidos en caso de fallo del dispositivo RFID. Resulta de ello que, en este caso, la seguridad descansa únicamente sobre los elementos de seguridad clásicos.

Ahora bien, dichos elementos de seguridad se pueden falsificar de manera bastante fácil. Existe el riesgo por tanto de que el dispositivo RFID sea voluntariamente puesto fuera de servicio y de que los elementos de seguridad clásicos contenidos en estos documentos sean falsificados.

En particular, es posible hacer inoperante el microcircuito por simple exposición de este último a una radiación de microondas tal como por ejemplo la emitida en el interior de una cavidad de un microondas clásico de uso doméstico, por una duración previamente definida. Así, una exposición de una duración de 3 a 5 segundos a una potencia comprendida entre 850 W y 1.000 W es suficiente para invalidar el microcircuito. El documento-valor, por el contrario, no está afectado por esta radiación de microondas y conserva una apariencia no degradada, lo cual hace tanto más difícil la detección de dicha falsificación en particular por unos agentes de aduana encargados de verificar la autenticidad del documento-valor.

Se conoce ya en el estado de la técnica, en particular a partir del documento FR 08/01589 presentado por el solicitante, un sistema antifalsificación de un documento-valor provisto de un microcircuito susceptible de ser hecho inoperante a consecuencia de una exposición a una radiación de microondas por una duración previamente definida.

- Los documentos EP 1 277 881 y WO 2008/047003 que describen unos documentos segurizados que comprenden unos medios reveladores o una sustancia activa apta para modificar el aspecto de estos documentos bajo el efecto de una radiación electromagnética;
- El documento US 2006/0202795 que describe un libro segurizado cuya cubierta comprende un componente activable sin contacto; y
- El documento WO 2009/110382 que describe una antena despulida que presenta buenas prestaciones de radiación a corta distancia y a larga distancia.

El sistema comprende en particular una sustancia activa apta para cambiar de color de forma irreversible mediante una reacción química disparada por la exposición a una radiación de microondas y un elemento catalizador apto para que la reacción química origen del cambio de color sea total y efectiva. El elemento catalizador permite así acelerar la transformación de manera que esta última tenga lugar antes de la destrucción del microcircuito.

Este elemento catalizador comprende por ejemplo una antena lineal sintonizada a un múltiplo o un submúltiplo de la longitud de onda de la radiación de microondas. Esta antena lineal está conectada por uno de sus extremos a una carga terminal.

Así, durante una exposición del documento-valor a una radiación de microondas, la antena lineal capta la radiación de microondas y una corriente inducida circula en la antena y alimenta con corriente la carga terminal. Esta última, calentándose, permite la catálisis de la reacción química y acelera el cambio de color de la sustancia activa.

La invención tiene en particular por objetivo proponer un sistema de segurización de documentos-valores, que permite detectar un fraude que consiste principalmente en la destrucción de un microcircuito en el tiempo más corto posible.

Con este fin, la invención tiene en particular por objeto un sistema de segurización de un documento-valor provisto de un microcircuito susceptible de ser hecho inoperante a consecuencia de una exposición a una radiación de microondas de potencia y duración previamente definidas, en el que el sistema comprende un dispositivo de

revelación de la exposición del microcircuito a la radiación, comprendiendo este dispositivo unos medios sensibles a una elevación de temperatura de una zona previamente definida del documento-valor y un circuito de antena que comprende un elemento de antena sustancialmente sintonizado a la radiación de microondas y una carga que se extiende por lo menos parcialmente en la zona previamente definida, conectada al elemento de antena y apta para calentarse cuando es atravesada por una corriente, caracterizado porque el elemento de antena comprende una primera parte de antena dispuesta para captar esencialmente una componente eléctrica de la radiación de microondas y una segunda parte de antena dispuesta para captar esencialmente una componente magnética de esta radiación.

De manera clásica, el espacio alrededor de una fuente radiante puede estar dividido en dos regiones: una región de campo cercano y una región de campo lejano. La exposición de un objeto se denomina en una región de campo cercano cuando la fuente está a una distancia del objeto sustancialmente inferior a la longitud de onda y en una región de campo lejano en el caso contrario.

Más precisamente, el campo electromagnético cercano de la fuente no responde a las mismas leyes que el campo lejano, situado a algunas decenas de longitudes de onda de esta fuente.

En la región de campo cercano, las componentes eléctrica y magnética del campo electromagnético no tienen un comportamiento de ondas planas y varían considerablemente de un punto a otro. En esta región, la energía electromagnética es máxima y el campo es principalmente magnético (la componente eléctrica es relativamente débil). Por el contrario, en la región de campo lejano, la relación entre la amplitud de las componentes eléctrica y magnética es una constante.

La invención se basa en la observación según la cual, en un horno de microondas, coexisten estas dos regiones.

En efecto, un horno de microondas clásico comprende una cavidad cerrada por una puerta así como un magnetrón que genera una radiación de microondas a alta frecuencia, de aproximadamente 2,45 GHz, que constituye la fuente de radiación de microondas. Esta cavidad forma generalmente un resonador de cavidad multimodo para esta radiación. Las ondas electromagnéticas de esta radiación son reflejadas en particular sobre las paredes de la cavidad e interfieren entre ellas para producir un fenómeno de ondas estacionarias.

En este fenómeno de ondas estacionarias, se establece un campo eléctrico en régimen permanente. Debido a la distancia recorrida por reflexión de las ondas sobre las paredes, se puede considerar que el campo eléctrico está en el dominio del campo lejano. Por el contrario, en la proximidad del magnetrón, se puede considerar como primera aproximación que el campo electromagnético emitido de forma isotrópica está en la región del campo cercano.

Se puede considerar que las dimensiones de la cavidad de un horno de microondas corresponden sustancialmente al doble de la longitud de la onda de la radiación de microondas y que cualquiera que sea la posición del objeto durante su exposición a la radiación, está siempre en la proximidad del magnetrón y como primera aproximación, se puede considerar que está siempre en los dos campos cercano y lejano.

Así, la segunda parte de antena, que tiene un comportamiento esencialmente magnético, está adaptada para funcionar en el dominio del campo cercano mientras que la primera parte de antena que tiene un comportamiento esencialmente eléctrico está adaptada para funcionar en el dominio del campo lejano. Esta doble función de la antena permite optimizar la recepción de energía electromagnética proporcionada por la microonda.

Preferentemente, la primera parte de antena es una antena dipolo y la segunda parte de antena es una antena de cuadro magnético. Una antena dipolo comprende clásicamente dos hebras metálicas rectilíneas mientras que la antena de marco magnético comprende por ejemplo por lo menos una espira en forma de bucle.

Preferentemente, la antena dipolo que constituye la primera parte de antena tiene una longitud inferior a la mitad de la longitud de onda de la radiación de microondas.

En este caso, la antena dipolo tiene principalmente un comportamiento capacitivo. La asociación de la antena dipolo con comportamiento capacitivo y de la antena de marco magnético con comportamiento inductivo permite optimizar la transferencia de energía. Así, para ciertas dimensiones de estos dos tipos de antenas, los efectos capacitivos compensan exactamente los efectos inductivos. Esto permite limitar las pérdidas de energía y optimizar su transferencia hacia la carga.

Además, como la dimensión de la antena dipolo es inferior a la mitad de la longitud de onda de la radiación de microondas, las dimensiones del circuito de antena pueden ser reducidas y así es más fácil incorporarlo en el interior de un documento-valor de formato estándar.

Un sistema según la invención puede comprender además una o varias de las características según las cuales:

- la segunda parte de antena comprende una pluralidad de espiras eléctricamente conductoras;

- la antena dipolo tiene una longitud inferior a la mitad de la longitud de onda de la radiación de microondas;
  - la primera parte de antena comprende dos ramas eléctricamente conductoras separadas por un dieléctrico;
  - el circuito de antena comprende una interfaz de acoplamiento mutuo de la primera y de la segunda parte;
  - la interfaz de acoplamiento comprende un elemento eléctricamente conductor, conectado a la primera parte de antena, apto para rodear por lo menos parcialmente la segunda parte de antena;
  - el elemento de antena está realizado por serigrafía con una tinta eléctricamente conductora;
  - los medios sensibles están dispuestos para sufrir una transformación detectable bajo el efecto de una elevación de la temperatura;
  - los medios sensibles comprenden una sustancia apta para pasar de manera visible e irreversible de un primer estado estable a un segundo estado estable por reacción química disparada por una radiación de microondas, siendo esta reacción susceptible de ser hecha efectiva y total por elevación de la temperatura;
  - la sustancia es apta para cambiar de color,
  - la segunda parte de antena está conectada a la carga;
  - la primera y la segunda parte de antena están dimensionadas para realizar una adaptación de impedancia;
  - el microcircuito es susceptible de ser hecho inoperante por exposición a una radiación de microondas de una potencia previamente definida superior a 50 W y de una duración previamente definida comprendida entre 0,1 y 10 segundos.
- La invención tiene asimismo por objeto un documento-valor provisto de un microcircuito susceptible de ser hecho inoperante a consecuencia de una exposición a una radiación de microondas de duración y de potencia previamente definidas, caracterizado porque comprende un sistema según la invención.
- Un documento-valor según la invención puede comprender además una o varias de las características según las cuales:
- el documento comprende una antena de comunicación en campo cercano conectada al microcircuito, comprendiendo el microcircuito unos medios de almacenado de informaciones relativas al documento accesibles a través de la comunicación en campo cercano;
  - el documento se presenta en forma de un cuadernillo que comprende una pluralidad de páginas y el sistema está incorporado en una página del documento-valor.
- Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la descripción siguiente, haciendo referencia a los planos adjuntos, en los que:
- la figura 1 representa un documento-valor, en particular un pasaporte, que comprende un sistema de segurización según la invención;
  - la figura 2 representa la hoja del pasaporte de la figura 1 que incorpora el sistema de segurización (no visible en esta figura);
  - la figura 3 representa una vista por transparencia de los elementos electrónicos soportados por la hoja de la figura 2 que comprende en particular el sistema de segurización;
  - la figura 4 representa en detalle un circuito de antena del sistema de segurización representado en la figura 3;
  - la figura 5 es una vista en sección transversal de la página del pasaporte de la figura 3 según la línea 5-5.
- Se ha representado en la figura 1 un documento de seguridad, o documento-valor, designado por la referencia general 10. En el ejemplo ilustrado, el documento 10 es un pasaporte. Como variante, el documento-valor puede ser una tarjeta de identidad, un permiso de conducir, etc.
- El pasaporte 10 comprende de forma clásica una pluralidad de hojas 12 unidas entre sí a lo largo de una línea de encuadernación 14 para formar un cuadernillo.

En este ejemplo, el pasaporte 10 comprende además una cubierta rígida 16 que protege las hojas 12 más flexibles. Esta cubierta rígida 16 permite en particular proteger las hojas internas del cuadernillo de una degradación relacionada con su manipulación o con el entorno del pasaporte 10 y confiere un aspecto estético al pasaporte 10.

5 Preferentemente, por lo menos una de las hojas 12A del cuadernillo contiene unos datos 18. Por ejemplo, los datos 18 comprenden una fotografía 18A del titular del pasaporte 10 y unas informaciones 18B relativas a su identidad, tales como su fecha de nacimiento, su dirección, etc. La hoja 12A del pasaporte 10 puede contener asimismo unos elementos de seguridad tales como unas filigranas y/o unos hologramas, etc. (no representados).

10 Preferentemente, la hoja 12A incorpora por ejemplo un elemento de seguridad 20 electrónico. En este ejemplo, el elemento de seguridad 20 comprende un circuito electrónico 22 compuesto por un chip electrónico 24, denominado asimismo microcircuito, conectado a una antena 26 de comunicación en campo cercano. Un elemento de seguridad 20 de este tipo está representado por ejemplo por transparencia en la figura 3.

15 En este ejemplo, el microcircuito 24 comprende unos medios de almacenamiento de informaciones relativas al documento accesibles a través de la comunicación en campo cercano.

El chip 24 está alimentado en este caso por la energía producida durante el acoplamiento electromagnético entre la antena de un lector externo (no representado en las figuras) y la antena 26 del pasaporte 10. El chip 24 permite memorizar de forma asegurada unas informaciones relativas al titular del pasaporte 10. Unas informaciones relacionadas con la identidad del titular del pasaporte 10 están así destinadas a ser intercambiadas entre el lector y el pasaporte 10 provisto de dicho circuito electrónico 22.

20 La incorporación del elemento de seguridad 20 en el pasaporte 10 permite así dificultar los intentos de falsificación del pasaporte por parte de un estafador debido a que la retirada de la antena 26 provoca la destrucción de la hoja laminada 12A.

Además, el elemento de seguridad 20 es apto para intercambiar unos datos con el lector externo por ejemplo a una frecuencia de 13,56 MHz, definida por la norma ISO 14443.

30 En el ejemplo ilustrado en la figura 5, se observa que la hoja 12A comprende un soporte formado por un conjunto laminado 28 de capas realizadas en unos materiales diversos, tales como por ejemplo unos materiales plásticos (PVC, PE, PET, PC). Como variante, la hoja 12A está realizada en papel.

35 Como se ha ilustrado en la figura 5, este conjunto laminado 28 comprende por lo menos dos capas externas 30A, 30B y una capa interna 32 intercalada entre las dos capas externas 30A, 30B. El elemento de seguridad 20 está así dispuesto entre las capas de manera que esté ópticamente disimulado en la hoja 12A.

40 Con el fin de proteger los datos 18, la hoja 12A comprende además una capa transparente 33 de protección de los datos 18.

Preferentemente, los datos 18 están impresos por medio de un haz láser. En este caso, preferentemente, la capa transparente 33 está realizada en un material marcable con láser. Así, por ejemplo, la capa transparente 33 está realizada en un material que comprende esencialmente polietileno tereftalato glicol y policarbonato. En efecto, de forma conocida en sí misma, el policarbonato se ennegrece durante su irradiación por un haz láser.

De manera conocida, el microcircuito 24 es susceptible de ser hecho inoperante a consecuencia de una exposición a una radiación de microondas de potencia y duración previamente definidas.

50 Por ejemplo, la radiación de microondas permite poner fuera de uso el microcircuito 24 para una potencia previamente definida superior a 50 W, comprendida preferentemente entre 850 W y 1.500 W y para una duración previamente definida comprendida entre 0,1 y 10 segundos. Gracias a la radiación de microondas, es posible degradar el elemento electrónico de seguridad 20 sin que sea visible desde el exterior puesto que el circuito electrónico 22 está ópticamente disimulado en la hoja 12A y la radiación de microondas no provoca degradaciones aparentes del pasaporte 10. En este caso, se facilita una falsificación del documento-valor 10, en particular de los datos 18.

60 Con el fin de proteger el documento de dicha falsificación, el pasaporte 10 comprende más particularmente un sistema de segurización 34 según la invención. Este sistema de segurización está incorporado preferentemente en la hoja 12A del pasaporte 10 y está representado en detalle en la figura 4.

Con el fin de poner en evidencia una degradación del microcircuito 24, el sistema 34 comprende además un dispositivo 36 de revelado de la exposición del microcircuito 24 a la radiación.

65 Más precisamente, este dispositivo 36 comprende unos medios sensibles 38 a una elevación de temperatura de una zona previamente definida Z del documento-valor 10.

Preferentemente, los medios sensibles 38 están dispuestos para sufrir una transformación detectable bajo el efecto de una elevación de temperatura.

5 En el ejemplo descrito, los medios sensibles 38 comprenden una sustancia 40 apta para pasar de manera visible e irreversible de un primer estado estable a un segundo estado estable por reacción química disparada por una radiación de microondas, siendo esta reacción susceptible de ser hecha efectiva y total por elevación de la temperatura.

10 Esta sustancia 40 está incorporada por ejemplo a un soporte de base de la hoja 12A del pasaporte 10. En este ejemplo, el soporte de base de la hoja 12A comprende varias capas 30A, 30B, 32, 33 realizadas en material plástico, y laminadas entre sí. Por ejemplo, la sustancia activa 40 está incorporada al material de una o varias de las capas 30A, 30B, 32, 33 de la hoja 12A.

15 Como variante, el soporte de base del documento-valor, en particular en el caso del pasaporte 10, puede comprender papel.

El soporte de base depende en particular de la naturaleza del documento-valor. Así, en el caso de una tarjeta de identidad o también de un permiso de conducir, la sustancia activa 40 puede estar incorporada en el documento-valor 10 de diferentes maneras.

20 En otra variante, la sustancia activa puede estar incorporada a un barniz que recubre el documento-valor 10, por ejemplo un barniz de sobreimpresión depositado sobre el documento a securizar.

25 En otra variante, la sustancia activa 40 puede estar incorporada a una tinta impresa sobre el documento-valor 10, pudiendo la impresión ser realizada por diversas técnicas, tales como el offset, la serigrafía, la flexografía, el heliograbado, la tipografía, o el chorro de tinta. Además, por ejemplo, la sustancia activa 40 puede estar incorporada al documento 10 por impresión talla dulce con el fin de formar un motivo perceptible después de una exposición del documento a la radiación de microondas.

30 En otra variante, la sustancia activa 40 puede estar incorporada en un adhesivo de protección o una película de protección laminable sobre el documento-valor 10.

35 Se conoce dicha sustancia 40 por ejemplo a partir de las solicitudes de patente WO 2006/042967 y FR 2 907 137. Se ha observado así que la duración de transformación de dicha sustancia expuesta a la radiación de microondas, para una potencia comprendida entre 850 y 1.000 W es superior a la decena de segundos, incluso cercana al minuto en ciertos casos. Se ha puesto en evidencia además, que la velocidad de transformación química del primer estado al segundo estado de la sustancia activa 40 se aceleraba mediante la aportación de calor.

40 Por ejemplo, la sustancia 40 es apta para cambiar de color durante su transformación. Así, en el caso de un calentamiento en una zona Z localizada de la hoja 12A del pasaporte 10, se observa en esta misma zona Z un cambio de color de la sustancia. Además, la sustancia activa 40 es por ejemplo inicialmente incolora o está débilmente coloreada y por tanto es imperceptible cuando está en su primer estado.

45 Además, como se ha ilustrado por la figura 4, el dispositivo 36 comprende un circuito de antena 42 que comprende un elemento de antena 44 sintonizado a un múltiplo o a un submúltiplo de la longitud de onda de la radiación de microondas y conectado a una carga 46 que se extiende por lo menos parcialmente en la zona previamente definida Z. Esta carga 46 es apta para calentarse cuando es atravesada por una corriente. Preferentemente, la carga 46 comprende un elemento resistivo.

50 En este ejemplo, el elemento de antena 44 está incorporado en la capa central 32 de la hoja 12A.

En particular, el elemento de antena 44 comprende una primera parte de antena 48 dispuesta para captar esencialmente una componente eléctrica de la radiación de microondas y una segunda parte de antena 50 dispuesta para captar esencialmente una componente magnética de esta radiación.

55 Preferentemente, la primera parte de antena 48 es una antena dipolo y la segunda parte de antena 50 es una antena de cuadro magnético.

60 Esta segunda parte de antena 50 comprende por ejemplo una pluralidad de espiras eléctricamente conductoras. Preferentemente, la primera parte de antena 48 comprende dos hebras eléctricamente conductoras 48A, 48B separadas por un dieléctrico, tal como por ejemplo aire.

65 Preferentemente, con el fin de amplificar el comportamiento capacitivo de la antena dipolo 48, la longitud total de esta última es inferior a la mitad de la longitud de onda de la radiación de microondas. Para una frecuencia de 2,45 GHz, la longitud de onda es igual a aproximadamente 12 centímetros.

En el ejemplo ilustrado, cada hebra eléctricamente conductora 48A, 48B tiene una longitud de aproximadamente 14 mm y las dos ramas 48A, 48B separadas por el dieléctrico tienen una longitud conjunta de aproximadamente 30 milímetros, lo cual representa sustancialmente el cuarto de la longitud de onda de la radiación de microondas.

5 La adición de una antena de marco de comportamiento principalmente inductivo al circuito de antena permite compensar en particular el comportamiento principalmente capacitivo de la antena dipolo.

10 Las espiras eléctricamente conductoras de la segunda parte de antena 50 se extienden por ejemplo en el interior de un contorno de forma general rectangular. El contorno de la segunda parte 50 tiene una longitud de aproximadamente 9 milímetros y una anchura de aproximadamente 8 milímetros. Además, el intersticio entre cada espira es del orden de aproximadamente 0,25 milímetros.

15 Además, en un modo de realización preferido de la invención, el circuito de antena 42 comprende una interfaz 52 de acoplamiento mutuo de la primera parte 48 y de la segunda parte 50.

20 Por ejemplo, tal como se ha ilustrado en detalle en la figura 4, la interfaz de acoplamiento 52 comprende un elemento eléctricamente conductor 54, conectado a la primera parte de antena 48, apto para rodear por lo menos parcialmente la segunda parte de antena 50.

Por ejemplo, el elemento de antena 44 está realizado por serigrafía con una tinta eléctricamente conductora.

25 En el ejemplo ilustrado en las figuras, la segunda parte de antena 50 está conectada eléctricamente a la carga terminal 46. Sin embargo, como variante, la carga terminal 46 puede ser conectada a la primera parte de antena 48.

Preferentemente, con el fin de optimizar la intensidad de la corriente que circula en la primera 48 y en la segunda parte de antena 50, estas últimas están dimensionadas para realizar una adaptación de impedancia, con el fin de maximizar la transferencia de energía electromagnética hacia la carga terminal 46.

30 Se describirán ahora los principales aspectos del funcionamiento de un sistema de securización según la invención.

En un primer tiempo, el pasaporte 10 está colocado por ejemplo en el recinto de un horno de microondas y después se expone a una radiación de microondas con una potencia de 1.000 W por una duración inferior a 5 segundos.

35 En el curso de esta exposición, el microcircuito 24 se destruye. Además, debido a la coexistencia de las dos regiones de campo cercano y de campo lejano en el recinto, la primera parte de antena 48 capta esencialmente la componente eléctrica de las ondas estacionarias establecidas en el recinto mientras que la segunda parte de antena 50 capta esencialmente la componente magnética de las ondas emitidas en la proximidad del magnetrón que constituye la fuente de la radiación de microondas.

40 La energía electromagnética transferida al circuito de antena 42 es entonces optimizada de forma simple y eficaz. Se induce entonces una corriente en el circuito de antena 42 que permite la alimentación de la carga terminal 46.

45 En el modo de realización descrito anteriormente, se transfiere la energía captada por la primera parte de antena 48 a la segunda parte de antena 50, y se conecta eléctricamente a la carga 46, por medio de la interfaz de acoplamiento mutuo. Sin embargo, como variante, las dos partes de antena 48 y 50 pueden estar directamente conectadas entre sí por un elemento físico tal como un elemento eléctricamente conductor. Además, en otra variante, la carga terminal 46 puede estar conectada a la primera parte de antena 48.

50 La carga terminal 46 así alimentada con corriente, se calentará por efecto joule. Esto tendrá por efecto provocar un calentamiento local de la hoja 12A y en particular de la capa o de las capas 30A, 30B, 32, 33 que incorporan la sustancia activa 40 en la zona Z en el interior de la cual se extiende por lo menos parcialmente la carga 46.

55 Esta sustancia activa 40, sometida a la radiación de microondas, se transforma químicamente bajo el efecto de la radiación de microondas, y el calentamiento local provocado por la carga 46 tendrá por efecto acelerar esta transformación química, por ejemplo por catálisis química.

60 Gracias a esta catálisis, el cambio de color de la sustancia activa 40 es efectivo incluso antes de que el microcircuito 24 sea hecho totalmente inoperante.

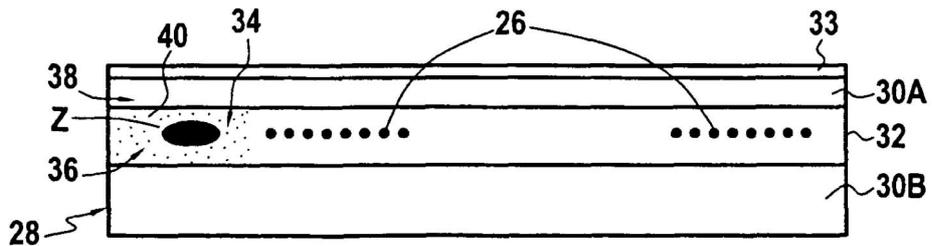
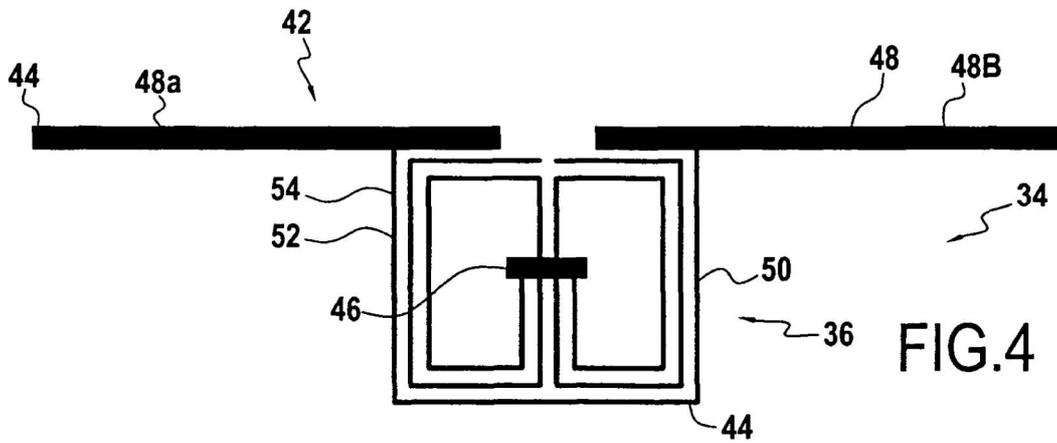
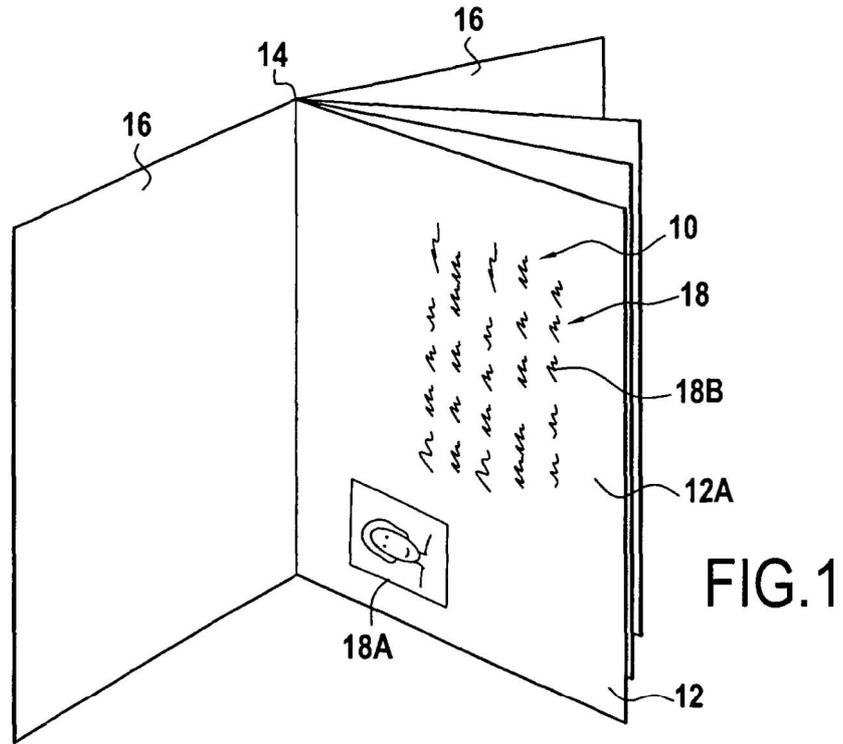
65 Queda entendido que los modos de realización que acaban de ser descritos no presentan ningún carácter limitativo y que podrán recibir cualquier modificación deseable sin apartarse por ello del marco de la invención. En particular, la interfaz de acoplamiento es opcional. Estaría así de acuerdo con la invención conectar directamente entre sí las dos partes de antena. Otras formas de antena pueden convenir para las dos partes del circuito de antena siempre que una de las partes tenga un comportamiento esencialmente capacitivo y la otra de las partes tenga un comportamiento esencialmente inductivo.

La hoja 12A puede contener o no unos datos impresos. La hoja puede por ejemplo comprender únicamente unos elementos de seguridad incorporados en su cuerpo, tales como el elemento de seguridad electrónico 20 así como el sistema de segurización 34.

- 5 Además, otros medios sensibles a la temperatura pueden convenir siempre que los medios sean aptos para transformarse bajo el efecto de una elevación de temperatura.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema (34) de segurización de un documento-valor (10) provisto de un microcircuito (24) susceptible de ser hecho inoperante a consecuencia de una exposición a una radiación de microondas de potencia y de duración previamente definidas, en el que el sistema (34) comprende un dispositivo (36) de revelado de la exposición del microcircuito (24) a la radiación, comprendiendo este dispositivo (36) unos medios sensibles (38) a una elevación de temperatura de una zona previamente definida (Z) del documento-valor (10) y un circuito de antena (42) que comprende un elemento de antena (44) sintonizado sustancialmente a la radiación de microondas y una carga (46) que se extiende por lo menos parcialmente en la zona previamente definida (Z), conectada al elemento de antena (44) y apta para calentarse cuando es atravesada por una corriente, caracterizado porque el elemento de antena (44) comprende una primera parte de antena (48) dispuesta para captar esencialmente una componente eléctrica de la radiación de microondas y una segunda parte de antena (50) dispuesta para captar esencialmente una componente magnética de esta radiación.
- 15 2. Sistema (34) según la reivindicación anterior, en el que la primera parte de antena (48) es una antena dipolo y la segunda parte de antena (50) es una antena de marco magnético.
- 20 3. Sistema (34) según la reivindicación anterior, en el que la segunda parte de antena (50) comprende una pluralidad de espiras eléctricamente conductoras.
- 25 4. Sistema según la reivindicación 2 ó 3, en el que la antena dipolo tiene una longitud inferior a la mitad de la longitud de onda de la radiación de microondas.
- 30 5. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera parte de antena (48) comprende dos ramas eléctricamente conductoras (48A, 48B) separadas por un dieléctrico.
- 35 6. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de antena (42) comprende una interfaz (52) de acoplamiento mutuo de la primera (48) y de la segunda parte (50).
- 40 7. Sistema (34) según la reivindicación anterior, en el que la interfaz de acoplamiento (52) comprende un elemento eléctricamente conductor (54), conectado a la primera parte de antena (48), apto para rodear por lo menos parcialmente la segunda parte de antena (50).
- 45 8. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de antena (44) está realizado por serigrafía con una tinta eléctricamente conductora.
- 50 9. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios sensibles (38) están dispuestos para sufrir una transformación detectable bajo el efecto de una elevación de temperatura.
- 55 10. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios sensibles (38) comprenden una sustancia (40) apta para pasar de forma visible e irreversible de un primer estado estable a un segundo estado estable por reacción química disparada por una radiación de microondas, siendo esta reacción susceptible de ser hecha efectiva y total por elevación de la temperatura.
- 60 11. Sistema (34) según la reivindicación anterior, en el que la sustancia (40) es apta para cambiar de color.
- 65 12. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda parte de antena (50) está conectada a la carga (46).
13. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera (48) y la segunda parte de antena (50) están dimensionadas para realizar una adaptación de impedancia.
14. Sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el microcircuito (24) es susceptible de ser hecho inoperante por exposición a una radiación de microondas de una potencia previamente definida superior a 50 W y de una duración previamente definida comprendida entre 0,1 y 10 segundos.
15. Documento-valor (10) provisto de un microcircuito (24) susceptible de ser hecho inoperante a consecuencia de una exposición a una radiación de microondas de duración y de potencia previamente definidas, caracterizado porque comprende un sistema (34) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
16. Documento-valor (10) según la reivindicación anterior, que comprende una antena de comunicación en campo cercano (26) conectada al microcircuito (24), comprendiendo el microcircuito (24) unos medios de almacenado de informaciones relativas al documento accesibles a través de la comunicación en campo cercano.
17. Documento-valor (10) según la reivindicación 15 ó 16, que se presenta en forma de un cuadernillo que comprende una pluralidad de páginas, en el que el sistema (34) está incorporado en una hoja (12A) del documento-valor (10).



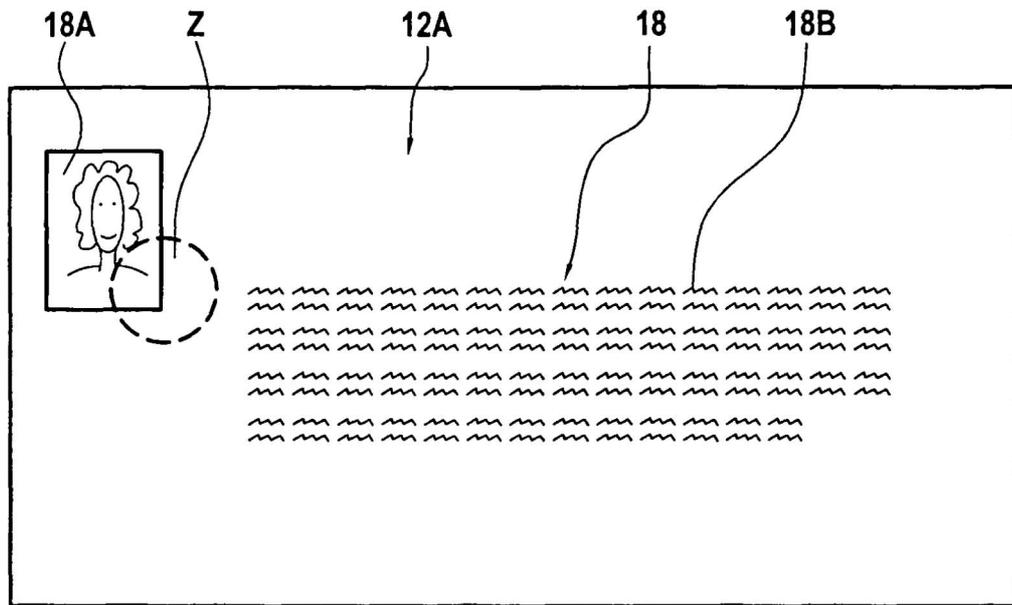


FIG. 2

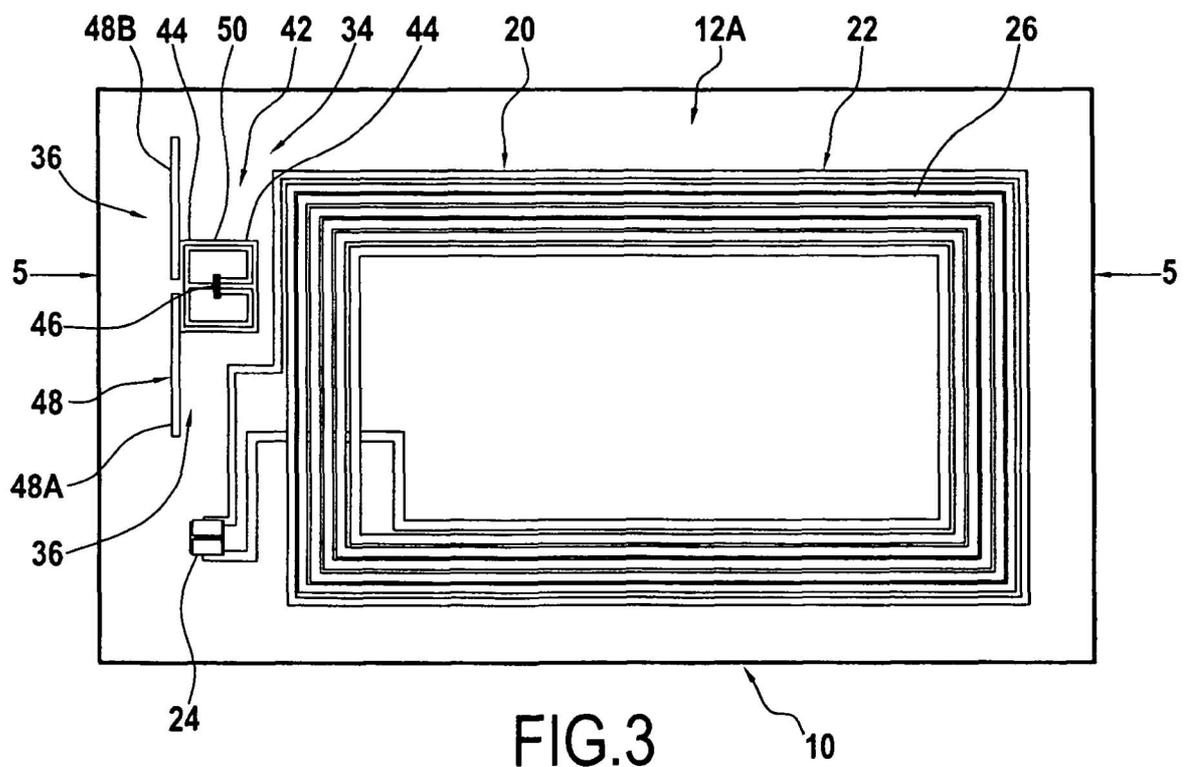


FIG. 3