

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 931**

51 Int. Cl.:

G06K 19/07 (2006.01)

A61L 2/26 (2006.01)

A61L 2/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2010 E 10190720 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015 EP 2375362**

54 Título: **Sistema y método para determinar la esterilización de un dispositivo**

30 Prioridad:

16.11.2009 US 261539 P

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

03.12.2015

73 Titular/es:

**EMD MILLIPORE CORPORATION (100.0%)
290 Concord Road
Billerica, MA 01821, US**

72 Inventor/es:

BURKE, AARON

74 Agente/Representante:

URIZAR LEYBA, José Antonio

ES 2 552 931 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 y método para determinar la esterilización de un dispositivo

Antecedentes de la invención

- 5 [0001] Existen muchas aplicaciones en las que se desea o incluso resulta imprescindible esterilizar los objetos que están siendo utilizados. Así por ejemplo, en la industria alimentaria se requiere que cubiertos, platos, ollas y otros utensilios de cocina estén esterilizados. Además, es el requisito que los dispositivos médicos y farmacéuticos estén esterilizados. Así por ejemplo, los escalpelos y otros instrumentos médicos deben todos estar esterilizados antes de cada uso.
- 10 [0002] En otros casos, hay aplicaciones de un solo uso, en donde el dispositivo a esterilizar solo se utiliza una vez antes de ser desechado. Los productos, tales las agujas utilizadas para la extracción de sangre, y las jeringas utilizadas para las inyecciones, deben ser esterilizados antes de usarse. Además del campo de la medicina, hay en requisitos similares para la industria farmacéutica. Filtros, carcasas y componentes desechables, tales como bolsas, bioreactores y tubos, deben esterilizarse antes usarse.
- 15 [0003] La esterilización puede realizarse de varias maneras. Por ejemplo, es una práctica común realizar la esterilización utilizando calor, tal como el procedimiento de autoclave. En otras realizaciones, la esterilización se realiza sometiendo el objeto a radiación, tales como las radiaciones gamma o beta. Otros métodos utilizan reacciones químicas, como las relacionadas con óxido de etileno para esterilizar un componente. A menudo, el proceso de fabricación de estos componentes farmacéuticos incluye una fase de esterilización. De esta manera, el fabricante puede garantizar a sus clientes que el componente seleccionado ha sido sometido a un procedimiento de esterilización.
- 20 [0004] Recientemente, está habiendo una creciente demanda por parte de los clientes de dispositivos farmacéuticos y médicos por contar con una verificación independiente sobre si un dispositivo ha sido correctamente procesado durante los tratamientos de autoclave, esterilización con gamma, congelación, o en el suministro. Saber que el dispositivo ha sido procesado correctamente, tal que un filtro, una bolsa, un tubo, o un compuesto farmacéutico, permite al cliente tener mayor seguridad de que el dispositivo puede ser directamente utilizado.
- 25 [0005] Normalmente, tal y como se ha descrito anteriormente, esta seguridad la crean los procesos de ingeniería de control en donde para una secuencia de fabricación lineal el dispositivo se mueve hacia dentro y fuera de un proceso. Sin embargo, hay varias maneras para de que el proceso falle aun cuando cumple con los controles del proceso. Por ejemplo, el equipo realizador del proceso, tal que un irradiador gamma, puede funcionar mal y por ello no dosificar un filtro correctamente. Otros dispositivos pueden oscurecer los rayos gamma, y por tanto, reducir la dosis debajo del nivel mínimo a la cual las bacterias se pueden matar.
- 30 [0006] Se ha intentado muchas veces abordar este problema. Por ejemplo, es común que en dispositivos médicos preenvasados los fabricantes utilicen colorantes químicos que cambian de color para indicar el éxito de una exposición a la radiación.
- 35 [0007] Otro método utilizado es el de un componente semiconductor el cual puede ser fabricado de un mínimo o limitado revestimiento protector sobre el sustrato. En este caso, la radiación gamma penetra en el paquete del semiconductor y afecta a la parte no protegida del circuito integrado. El efecto de la radiación puede ser el de cambiar un parámetro del circuito, tal que el umbral de tensión o fuga de corriente. La parte protegida y no afectada del componente incluye un circuito de detección que puede determinar cualquier cambio en estos parámetros como resultado de la radiación. El usuario puede entonces acceder a esta información, utilizando medios inalámbricos o por cable.
- 40 [0008] Sin embargo, para este proceso se necesita que el operador entienda el método y el protocolo de comunicación utilizado por el dispositivo. Por ejemplo, el operador debe saber dentro del dispositivo cual es la posición de la memoria que contiene la información relevante para las pruebas de radiación. Además, esta información puede ser almacenada en distintos sitios y usar protocolos diferentes dependiendo del componente determinado y el fabricante.
- 45 [0009] Por lo tanto, sería bueno que existiera un método independiente que confirmase que un componente ha sido esterilizado adecuadamente el cual sea fácil de usar y no requiera ningún conocimiento de su circuitería interna. Tal método debería determinar si el componente ha sido expuesto adecuadamente a temperaturas elevadas, a temperaturas deprimidas o a la radiación necesaria para esterilizarlo. También sería bueno que existiera un sistema que pudiera ser dispuesto fácilmente y que proporcione esta confirmación sin requerir al cliente o usuario realizar procedimientos difíciles o engorrosos.
- 50 [0010] El documento 2004/0061655 A1 revela un transpondedor que comprende un adhesivo que se funde cuando se exponer a temperaturas predeterminadas. El transpondedor se fabrica de tal manera que al exponer el dispositivo a suficiente calor como para fundir el adhesivo, se cambia la configuración del transpondedor, cambiando
- 55

así la inductancia y la capacitancia de su estructura de antena, y en consecuencia, las características de la conexión inalámbrica del transpondedor.

5 [0011] Las reivindicaciones del documento de Estados Unidos 2005/0012616 A1 delimitan la divulgación de una etiqueta RFID, cuyas características cambian tras la exposición a una condición ambiental. Por ejemplo, la frecuencia puede variar de 915 MHz a 2.450 MHz. La antena de la etiqueta RFID puede incluir al menos una parte fabricada de un material conductor soluble que sea soluble en agua u otro disolvente adecuado. Al usar dicha etiqueta RFID en las prendas de hospital se puede identificar si estas han sido lavadas correctamente.

Resumen de la invención

10 [0012] Los problemas de la técnica anterior quedan superados con el dispositivo de identificación inalámbrica tal y como se reivindica en la reivindicación 1 y por el método tal y como se reivindica en la reivindicación 5. En lugar de almacenar información relativa a la aparición y/o al éxito del proceso de esterilización, la presente invención modifica las características de transmisión inalámbrica del dispositivo. En algunas realizaciones, el ancho de banda del transceptor de conexión inalámbrica se altera como resultado del sometimiento a la esterilización. En otras realizaciones, el ancho de banda se ve afectado por otras condiciones ambientales, tales como el choque o la vibración.

Breve descripción de los dibujos

[0013]

La Figura 1 es un ejemplo que no constituye una realización de la invención, pero es útil para la comprensión la invención;

20 La Figura 2a es otro ejemplo que no constituye una realización de la invención, pero es útil para la comprensión de la invención;

La Figura 2b es otro ejemplo que no constituye una realización de la invención, pero es útil para la comprensión de la invención;

25 La Figura 2c es otro ejemplo que no constituye una realización de la invención, pero es útil para la comprensión de la invención;

La Figura 3 es otro ejemplo que no constituye una realización de la invención, pero es útil para comprensión de la invención;

La Figura 4a es otro ejemplo que no constituye una realización de la invención, pero es útil para la comprensión de la invención;

30 La Figura 4b es una realización de la presente invención para detectar dos condiciones ambientales diferentes; y

La Figura 5 es otra realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

35 [0014] Como se ha descrito anteriormente, es necesario una rápida y sencilla verificación independiente de que una determinada condición de medio ambiente ha(o no ha) ocurrido. Varios ejemplos de esto incluyen la necesidad de verificar que un dispositivo médico o farmacéutica haya sido irradiado, la necesidad de verificar que un medicamento determinado no haya sido sacudido, la necesidad de comprobar que un dispositivo haya sido tratado en autoclave. En algunos casos, existen dispositivos que proporcionan la verificación visual de estas condiciones ambientales. Por ejemplo, las etiquetas de círculos que cambian de color son utilizadas para supervisar la temperatura de un artículo en tránsito. Así mismo, hay sensores de choque que proporcionan también confirmación visual sobre si el artículo ha sido sometido o no a un choque excesivo.

40 [0015] Un método común de rastreo de activos e inventario se hace utilizando etiquetas RFID. Estas etiquetas se fijan en el artículo, y pueden ser interrogadas a distancia por un lector de RFID. La propia etiqueta RFID incluye un dispositivo de memoria de lectura (y, a menudo regrabable), en donde se almacena la información del artículo. La información puede incluir una descripción del artículo, su fecha de fabricación, el número de lote, el proceso de fabricación, la fecha de caducidad, y otros datos pertinentes.

45 [0016] La etiqueta RFID también incluye una antena sintonizada para operar a una determinada frecuencia. En algunas realizaciones, la transmisión se produce a 13,56 MHz, en otras la transmisión se produce entre 902 y 928 MHz, mientras que en otras realizaciones se produce a 2,4 GHz. También son posibles otros intervalos de frecuencia dentro del alcance de la invención.

[0017] En el diseño de cualquier etiqueta RFID hay a menudo requisitos para optimizar la resonancia de radio frecuencia de acuerdo al circuito lector de RFID. La resonancia de radio frecuencia se basa en las ecuaciones fundamentales para un circuito LRC (inductor-resistor-condensador). Para un circuito LRC, la frecuencia de resonancia se define como:

$$F_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

donde L es la inductancia del inductor en Henrios y C es la capacitancia en Faradios.

[0018] Además, el ancho de banda del circuito se define como:

$$\text{Bandwidth} = \frac{R}{2\pi L}$$

donde R es la resistencia en Ohmios y L es la inductancia del inductor en Henrios.

[0019] En general, el microchip RFID posee ciertas características eléctricas que requieren cierta modificación para ajustarlo al lector. La adición natural de la antena RF al microchip RFID cambiará aún más la sintonización general del circuito. Como generalmente se hace, puede ser añadido un circuito externo para compensar los cambios y resintonizar el circuito. Por lo tanto, es común utilizar en las etiquetas RFID un externo circuito.

[0020] En algunas realizaciones, el circuito de fuera (o externo) contiene una combinación de componentes pasivos (tales como inductores, condensadores y resistores) para modificar el ancho de banda o la frecuencia de resonancia global de la etiqueta RFID.

[0021] En el ejemplo mostrado en la Figura 1, el circuito externo 100 es una combinación de resistores 120, 125, 130 en una configuración de puente Wheatstone, donde uno de los componentes 140 se elige para cambiar intencionadamente su valor basado en la calidad y el tipo de condición ambiental. En otras palabras, cuando se produce una condición ambiental determinada, tal que un choque, una temperatura elevada o la radiación, se alterara el valor inicial o por defecto del componente variable. En el caso de un resistor, este cambio afectará el ancho de banda de la etiqueta sin afectar a su frecuencia resonante. El chip RFID 105 está en comunicación eléctrica con un condensador 115 y un inductor 110, los cuales están dispuestos en serie. En otros ejemplos, estos dos componentes pueden estar dispuestos en paralelo. El circuito LC se haya también en serie con la configuración Wheatstone. Esta configuración Wheatstone tiene dos resistencias equivalentes posibles basadas en el valor del componente variable 140. [0022] En el segundo ejemplo mostrado en la Figura 2a, se coloca un conmutador 170 en serie con uno de los resistores 120, de tal manera que la condición de medio ambiente determinada abre el interruptor 170. El interruptor tiene dos estados; el estado cerrado por el cual el alimentador del circuito en serie con el interruptor (es decir Resistor 120) está conectado al circuito, y el abierto mediante el cual la rama en serie esta desactivada. Así, cuando el interruptor 170 está cerrado, la resistencia total es menor, ya que un resistor 120 en paralelo con los resistores 125, 130 hacen que la resistencia equivalente resultante sea inferior a la del resistor 125, 130 por sí solo. Por lo tanto, el ancho de banda del circuito aumenta cuando el interruptor 170 está abierto, al ser la resistencia mayor en ese estado.

[0023] El interruptor se puede elegir dentro de una variedad de componentes, pudiendo ser un interruptor térmico para el análisis de un ciclo de autoclave o un simple transistor de diodo clásico para el análisis de la esterilización por radiación. Una vez más, esta configuración afecta al ancho de banda del circuito, sin afectar su frecuencia resonante.

[0024] En el tercer ejemplo mostrado en la Figura 2b, un interruptor 170 u otro componente variable se inserta en serie con un segundo condensador 175. En esta realización, el estado del elemento variable 170 afectará a la capacitancia equivalente del circuito. En este caso, cuando el interruptor está cerrado, la capacitancia aumentará, y se reducirá cuando el interruptor está abierto. Esta configuración afecta a la frecuencia de resonancia, pero no al ancho de banda. [0025] Por supuesto, son posibles otras configuraciones.

[0026] En algunas realizaciones se emplea un circuito externo sintonizable LRC. En este circuito externo se utiliza un componente variable capaz de comportar dos estados diferentes. El componente cambia con respecto a su estado por defecto a su estado alterado en base a una condición ambiental de interés, tal como el choque, la temperatura o la radiación.

- 5 [0027] En otras realizaciones, el circuito sintonizable externo puede consistir en sólo algunas partes del circuito LRC. Por ejemplo, ciertos elementos del circuito pueden estar integrados dentro del circuito integrado RFID (tal como el condensador o inductor). En estas realizaciones pueden utilizarse, uno o más componentes externos que afecten a los parámetros del dispositivo inalámbrico y pueden incluir un inductor, un condensador, un resistor o cualquier combinación de los mismos. Se pueden utilizar las mismas técnicas descritas anteriormente para variar el comportamiento de esta circuitería externa.
- 10 [0028] El choque puede cambiar el estado eléctrico de una variedad de dispositivos, tal que un interruptor de impacto físico. Dicho interruptor se fabrica utilizando un filamento de calibre fino suspendido dentro de un dispositivo de montaje. Un impacto en una dirección ortogonal al filamento podría provocar el desprendimiento de los puntos de suspensión. Estos tienen una función similar a las bombillas comunes o los fusibles los cuales son susceptibles de impacto. Los diferentes niveles de choque pueden detectarse mediante la variación del espesor del filamento y la robustez de su conexión a los puntos de suspensión.
- 15 [0029] Las variaciones de temperatura pueden provocar cambios irreversibles en los dispositivos, tales como ciertas resistencias o fusibles térmicos. Los resistores fabricados con componentes oxidables tales que el carbono, se oxidan al aumentar la temperatura de irreversibilidad. Otros resistores se fabrican con materiales que no se oxidan, tales como óxidos metálicos, o se embalan para quedar impermeables a los cambios ambientales, por lo que se mantienen estables y no cambian de valor.
- 20 [0030] Una radiación lo suficientemente energética causa cambios en los dispositivos tales como las resistencias y las uniones de semiconductores. La radiación produce la variación del valor de resistencia de un resistor al oxidar aún más el material de base o al modificar la estructura cristalina o de polímero. Las uniones de semiconductores, como las del tipo de diodos n-p o p-n, se ven afectadas por la radiación debido a los cambios en la estructura cristalina y el desalajo de material dopante dentro de la banda de conductancia.
- 25 [0031] El componente variable puede ser uno tal que su estado quede irreversiblemente alterado por la condición ambiental de interés. Por lo tanto, el efecto podrá medirse después de haber pasado la condición. Resulta ventajoso elegir un diseño de circuito que cambie de forma predecible en respuesta a la condición al mismo tiempo que conserva una operatividad general en la que el ancho de banda o la frecuencia de resonancia se puedan medir. En algunas realizaciones, se puede utilizar de una manera sencilla un componente de un circuito LRC que cambia su valor por defecto, pero no se vuelve enteramente inoperable.
- 30 [0032] La figura 2c muestra un circuito RLC simple donde el valor del resistor sensible a gamma 157 varía dependiendo de su exposición a la radiación gamma. En este escenario, el ancho de banda del circuito varía como una función del nivel expuesto de radiación. Sin embargo, para un componente que cambia de forma catastrófica se pueden utilizar, tal que un fusible térmico, un puente Wheatstone o cualquier disposición en paralelo. En cualquier caso, los otros componentes de apoyo deben elegirse preferiblemente para que sean resistentes a la condición de medio ambiente.
- 35 [0033] En otras realizaciones, pueden utilizarse componentes que reversiblemente o predeciblemente cambian sus condiciones. Dichos componentes incluyen resistores o condensadores que satisfacen estándares militares, fuerte radiación, o altos rendimientos, tal como los de la empresa *Components Presidio, Inc.*
- 40 [0034] Otro ejemplo se muestra en la Figura 3. En este ejemplo, hay ramas de resistores en paralelo, en donde una de estas ramas contiene un resistor 120 y uno o más diodos 180. La otra rama incluye uno o más resistores, tal que los resistores 125, 130. En funcionamiento normal, la corriente no fluye a través del recorrido con los diodos, ya que uno de los diodos siempre está inversamente polarizado. Sin embargo, la exposición a la radiación gamma afecta a menudo a una o más características de un diodo, tal que su tensión de polarización directa, su tensión de polarización inversa, o su fuga de corriente, permitiendo por lo tanto el flujo de corriente. Por lo tanto, los diodos empiezan a conducir, permitiendo que la segunda rama del resistor afecte a la resistencia equivalente del circuito. Este cambio en la resistencia provoca un cambio correspondiente del ancho de banda, el cual puede ser detectado de forma remota.
- 45 [0035] Como se indicó anteriormente, se pueden detectar otras condiciones ambientales utilizando la presente invención. Por ejemplo, para detectar la temperatura, los dispositivos pueden ser fabricados para que cambien de forma irreversible como resultado de la exposición a bajas temperaturas. Generalmente, los componentes eléctricos estándar no cambian irreversiblemente a temperaturas deprimidas, como -80° C. Sin embargo, tales dispositivos podrían estar fabricados para contraerse físicamente de forma irreversible o se disipe un material resistente que provoque tal cambio en su valor de corriente deseada. Se pueden fabricar otros dispositivos de baja temperatura de forma similar al fusible térmico, en donde la unión entre los dos conductores se contrae más allá el punto elástico y se separa abriendo así el circuito. Dichos componentes se pueden utilizar en configuraciones, tales como las mostradas en las Figuras 2a y 2b. La descripción de tal dispositivo irreversible a baja temperatura no limita las formas de realización de este dispositivo ya que otras están incluidas en esta invención.
- 50
- 55

[0036] La medición del choque se puede conseguir utilizando uno o más fusibles resistores de choque dispuestos en una configuración paralela. En el caso de un solo fusible, el dispositivo sólo puede detectar si el dispositivo ha sido sometido a choques, los componentes se pueden utilizar en configuraciones, tales como las mostradas en las Figuras 2a y 2b. La descripción de tal dispositivo irreversible a temperatura baja no limita las formas de realización este dispositivo ya que otras están incluidas en esta invención.

[0037] La medición del choque se puede conseguir utilizando uno o más fusibles resistores de choque dispuestos en una configuración paralela. En el caso de un solo fusible, el dispositivo sólo puede detectar si el dispositivo ha sido sometido a choque dentro de un cierto umbral. La utilización de dos fusibles, con diferentes umbrales de choque permite detectar 3 niveles (bajo, donde ninguno de los fusibles se rompe, medio en donde se rompe uno de los fusibles y alto donde ambos fusibles se rompen). Si fuera necesario, el uso de más fusibles de choque permite obviamente obtener mayor granularidad. Un fusible de choque se puede construir con un miembro resistivo suspendido a través de una abertura por donde se rompe la conexión final de acuerdo a impactos correlacionados. El filamento de una bombilla representa una de dichas formas de realización. Alternativamente, un componente acelerómetro representa una forma de realización de estado sólido. Dichos componentes pueden ser utilizados en diversas configuraciones, tales como las que se muestran en las Figuras 2a y 2b.

[0038] Este dispositivo se puede utilizar para medir dos condiciones ambientales independientes. Por ejemplo, puede introducirse en el circuito un componente sensible de radiación gamma 158, como se muestra en la Figura 4a. Dicha configuración crea un cambio en el ancho de banda. Puede introducirse en el circuito un segundo elemento móvil 178, tal que uno sensible a la temperatura deprimida, como se muestra en la figura 4a. Este componente 178 afectaría a la frecuencia resonante del circuito. Por lo tanto, utilizando esta invención pueden determinarse dos condiciones ambientales diferentes de forma independiente.

[0039] En algunas realizaciones, como se muestra en la Figura 4b, las dos condiciones ambientales independientes pueden ser detectadas mediante la variación de un solo parámetro. Por ejemplo, supongamos que se utilizan tres ramas de resistencias en paralelo, donde cada rama tiene una resistencia en serie diferente. La primera rama incluye un dispositivo variable en serie 203, tal que un dispositivo sensible a radiación gamma, y un primer resistor 210, que tiene una primera resistencia. La segunda rama incluye un segundo componente variable 213, tal que uno sensible a la temperatura deprimida, y un segundo resistor 220, que tiene una segunda resistencia. La tercera rama es insensible a las condiciones ambientales y por lo tanto tiene una resistencia constante 230. De no observarse condiciones ambientales, la resistencia equivalente de este circuito se basará en los tres valores de resistencia 210, 220, 230. Si se produce radiación gamma, la resistencia de este circuito se basará en el segundo valor de resistencia 220 y tercer valor de resistencia 230. Si se producen temperaturas deprimidas, la resistencia del circuito se basará en el valor de la primera resistencia 210 y el valor de la tercera resistencia 230. Si ambas condiciones se producen, radiación gamma y temperaturas deprimidas, la resistencia del circuito será igual al valor de la tercera resistencia 230.

[0040] En otra realización, puede ser importante saber si la esterilización, tal que por tratamiento en autoclave o por radiación gamma, ha sido realizada, pero no ser importante saber qué proceso se ha utilizado. En este escenario, como lo muestra la Figura 5, dos componentes variables 223, 233, cada uno sensible al menos a una de las condiciones ambientales, se pueden colocar en serie, de modo que el fallo o la alteración de cualquiera de ellos afecta al circuito. En una realización, los componentes se pueden colocar en serie con el resistor 210, y estos componentes están en paralelo con el resistor 230. Por lo tanto, la ocurrencia de cualquiera de estas condiciones elimina el resistor 210 del circuito, y la resistencia equivalente es simplemente la resistencia del resistor 230.

[0041] El análisis de la etiqueta para determinar si se ha experimentado la condición puede incluir la determinación de cambios en la frecuencia, el ancho de banda, o la distancia de lectura. Sin embargo, cualquiera de éstos puede ser modificado por la existencia de interferencia eléctrica en el medio ambiente durante el análisis. El análisis se complica aún más por diferencias entre el circuito lector de referencia original y el circuito del lugar. Algunas o todas estas variaciones pueden ser acomodadas por medio de la grabación de valores específicos de configuración y medición en la etiqueta RFID que será leída por el lector en el lugar. En algunas realizaciones, los cambios en el componente variable sirven para mejorar los parámetros del circuito, mientras que la condición previa del componente no estará óptimamente sintonizada. Esta técnica permite que el análisis sea concluyente y se encuentre correlacionado con la condición que no debe confundirse con otros cambios en el circuito.

[0042] Además, es altamente deseable que los otros componentes en el circuito global, tales como los restante condensadores, inductores y resistencias, sean insensible a la condiciones ambientales de interés. Además, el circuito integrado RFID 105 utilizado, deberá así mismo ser capaz preferentemente de resistir las condiciones ambientales, ya sea a temperaturas elevadas o deprimidas, de choque o de radiación. En el caso de la radiación, el circuito integrado RFID 105 puede fabricarse de acuerdo a una tecnología de almacenamiento no basada en el cambio, tal como FRAM o MRAM. Alternativamente, se puede emplear un proceso que es altamente insensible a la radiación, tal como el Silicio sobre Aislante (SOI) para fabricar el circuito integrado RFID 105.

[0043] Se pueden imaginar varios medios para lograr la protección de los restantes componentes insensibles que se puede hacer de esta manera incluyendo a la protección contra el calor, la radiación, y el choque. Por ejemplo, un

componente sensible al calor puede ser aislado térmicamente por medio del uso de espuma, el vacío o el aislamiento mecánico. Los componentes sensibles a la radiación pueden ser protegidos mediante el uso de materiales densos, tales como el plomo, o por su orientación perpendicular y con ello reducir la radiación incidente. Los componentes sensibles al choque pueden ser aislados del impacto mediante la utilización de materiales de absorción, tales como la espuma o los muelles.

5

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de identificación inalámbrico, que comprende:

Un circuito integrado RFID (105), y

5 un circuito externo (100), adaptado para sintonizar la frecuencia de las transmisiones inalámbricas, dicho circuito externo (100) comprende un inductor (110), un condensador (115), un resistor (210), y un primer componente variable (203; 223), en donde dicho primer componente variable (203; 223) tiene un estado abierto y un estado cerrado, en donde dicho estado de dicho primer componente variable (203; 223) se determina en base a la exposición a una primera condición ambiental y queda irreversiblemente alterado por dicha primera condición ambiental,

10 **caracterizado porque** dicho circuito externo (100) comprende además un segundo componente variable (213; 233), en donde dicho segundo componente variable (213; 233) tiene un estado abierto y un estado cerrado, en donde dicho estado de dicho segundo componente variable (213; 233) se determina en base a la exposición a una segunda condición ambiental y queda irreversiblemente alterado por dicha segunda condición ambiental, y en donde dicho inductor (110), condensador (115), dicho resistor (210), dicho primer componente variable (203; 223) y dicho segundo componente variable (213; 233) determinan una frecuencia de resonancia y un ancho de banda de dicho dispositivo, en donde dicho primer componente variable (203; 223) afecta sólo a dicho ancho de banda, y dicho segundo componente variable (213; 233) afecta sólo a dicho ancho de banda.

20 2. El dispositivo de identificación inalámbrica de la reivindicación 1, en donde dicho primer componente variable (203) está dispuesto en serie con dicho resistor (210) y dicho circuito externo (100) comprende un segundo resistor (220) en serie con dicho segundo componente variable (213) y en paralelo con dicho primer componente variable (203) y dicho resistor (210).

25 3. El dispositivo de identificación inalámbrica de la reivindicación 1, en donde dicha primera condición ambiental y dicha segunda condición ambiental se selecciona de entre el grupo consistente de choque, de temperatura elevada, de temperatura deprimida y de radiación.

30 4. El dispositivo de identificación inalámbrica de la reivindicación 1, en donde dicho primer componente variable (203) está dispuesto en serie con dicho resistor (210), dicho segundo componente variable (213) está en serie con un segundo resistor (220), y dicho circuito externo (100) comprende un tercer resistor (230), en paralelo con dicho primer componente variable (203) y dicho resistor (210) y en paralelo con dicho segundo componente variable (213) y dicho segundo resistor (220).

5. Un método de verificación de que un artículo ha sido sometido al menos a una de entre una pluralidad de condiciones ambientales, que comprende:

35 Colocar un dispositivo de identificación inalámbrico de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en dicho artículo, dicho dispositivo de identificación inalámbrica siendo un dispositivo RFID, en donde la primera condición ambiental es una condición ambiental de dicha pluralidad de condiciones ambientales y la segunda condición ambiental es una condición ambiental de dicha pluralidad de condiciones ambientales;

interrogar a dicho dispositivo RFID con un Lector externo RFID;

comparar dicho ancho de banda con un predeterminado valor;

40 y verificar que dicho artículo ha sido objeto de al menos una de dicha pluralidad de condiciones ambientales basándose en el resultado de dicha comparación.

6. El método de la reivindicación 5, que comprende además determinar a cuál de dicha pluralidad de condiciones ambientales ha sido expuesto dicho dispositivo.

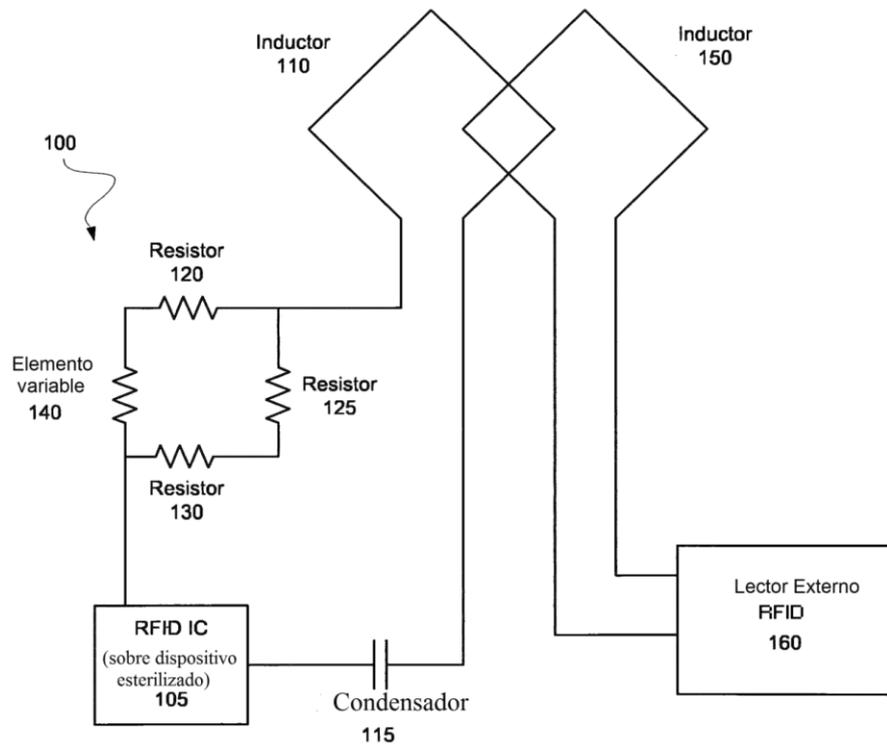


FIGURA 1

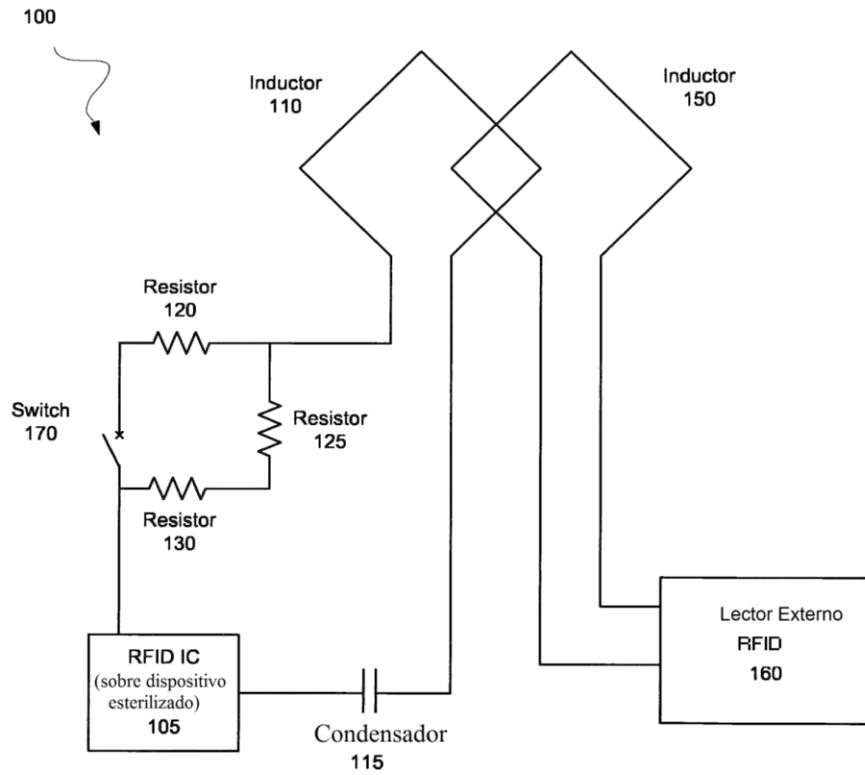


FIGURA 2a

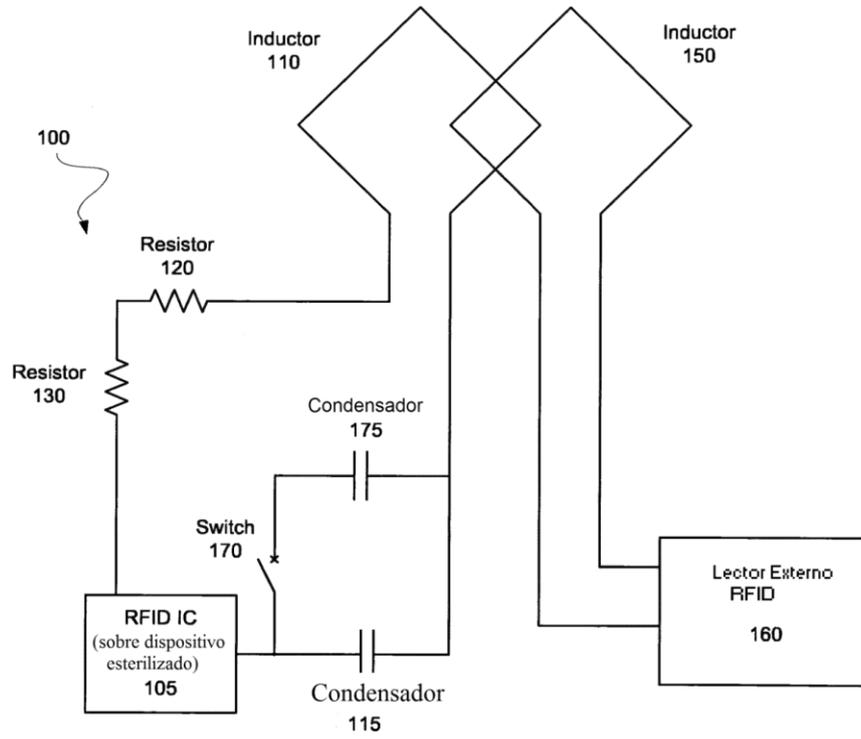


FIGURA 2b

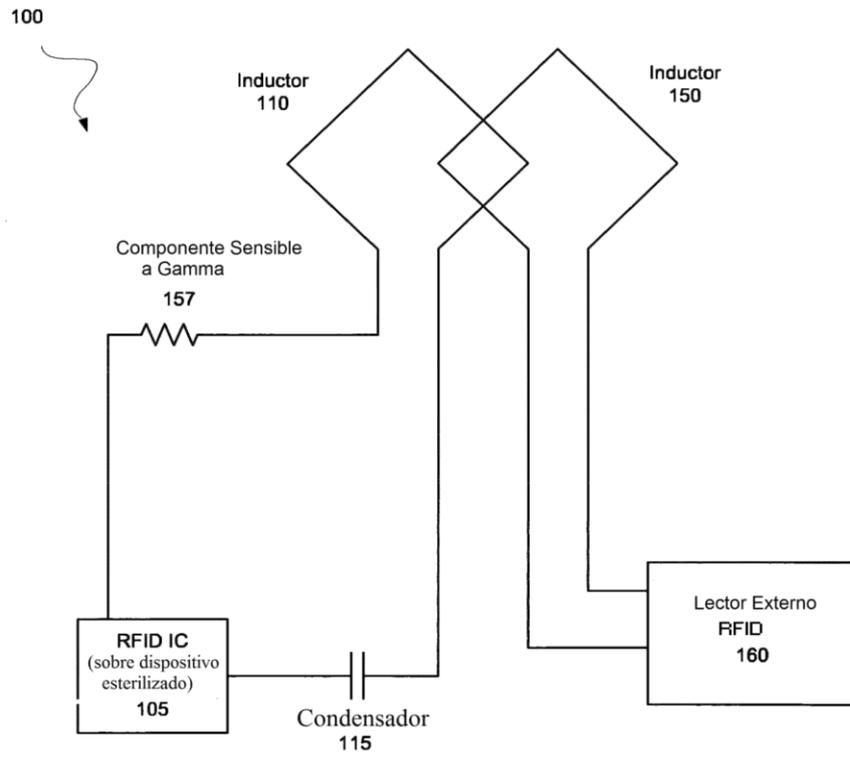


FIGURA 2c

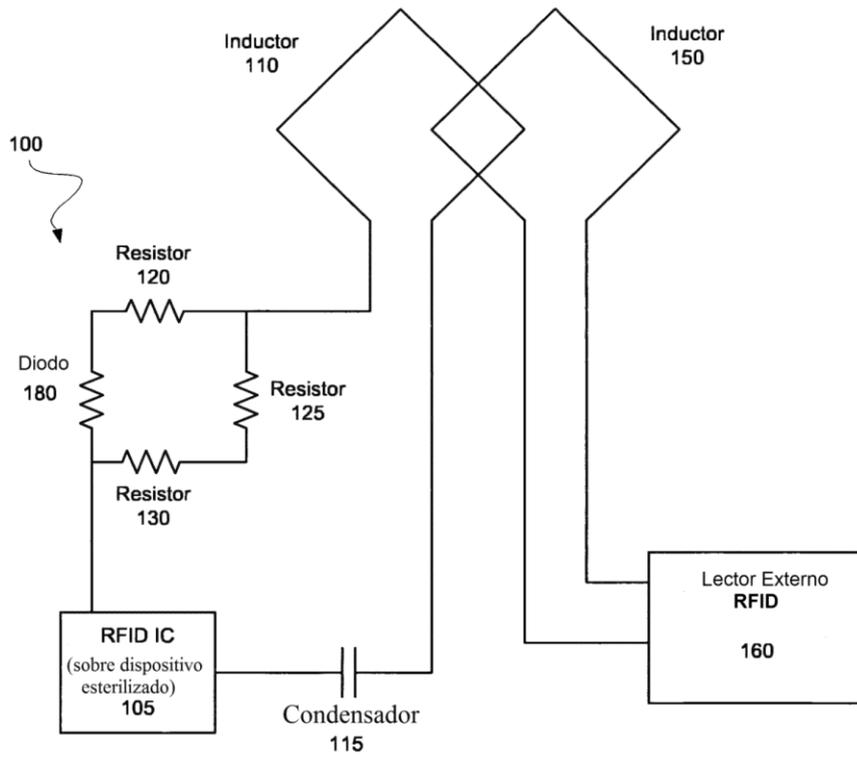


FIGURA 3

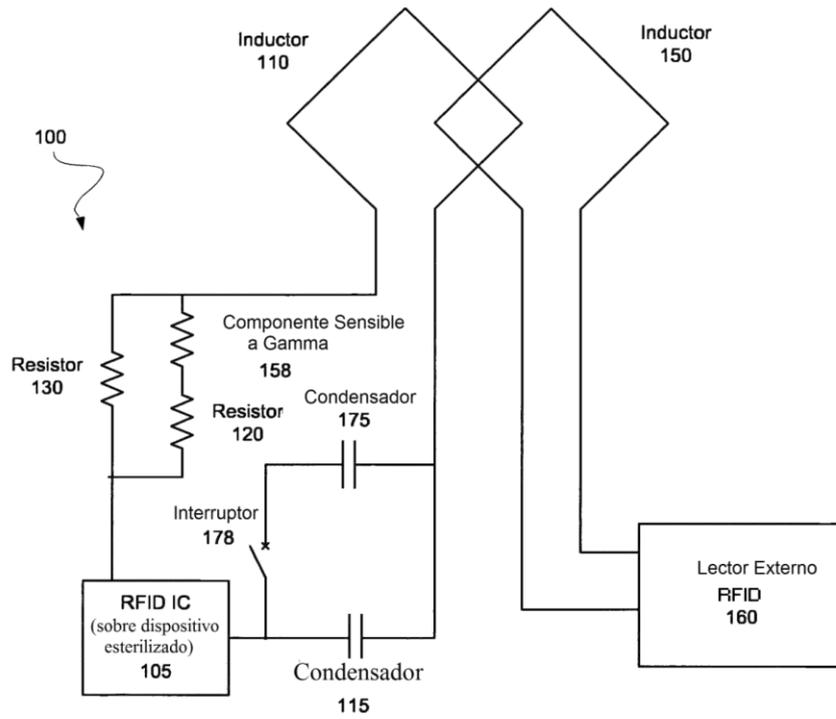


FIGURA 4a

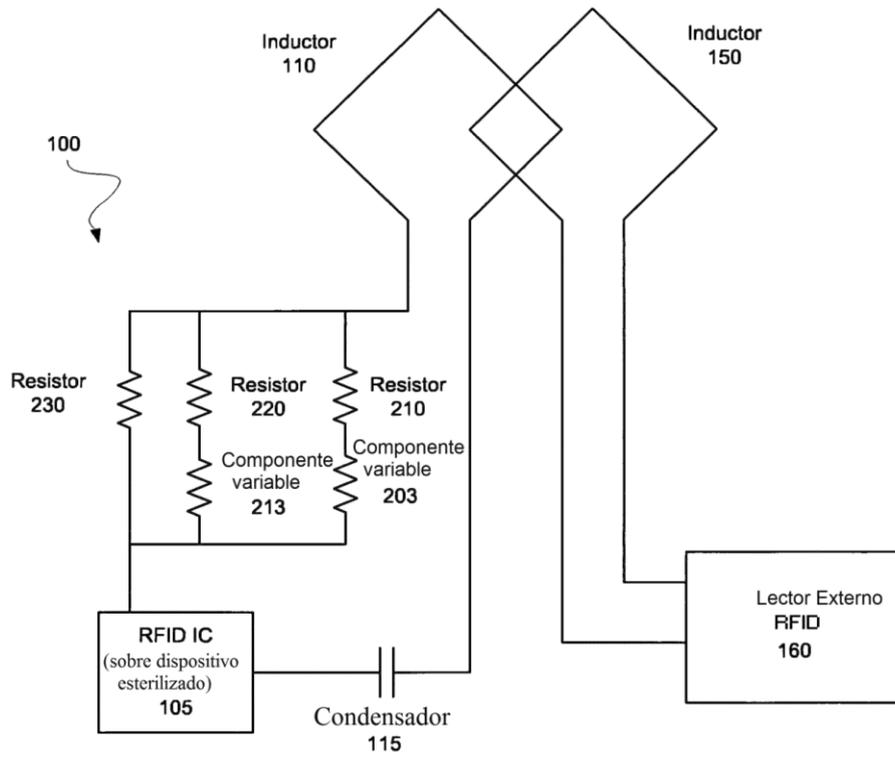


FIGURA 4b

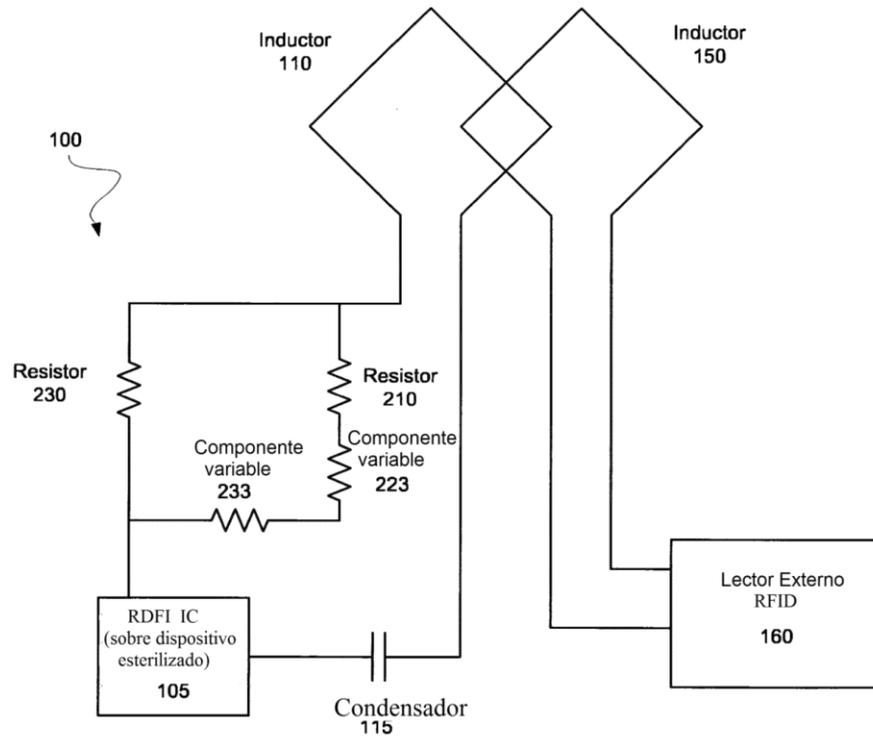


FIGURA 5