(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 726 046**

(51) Int. CI.:

H05B 6/64 (2006.01)
H05B 6/68 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2016 PCT/EP2016/057790**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2016 WO16162498**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2016 E 16718265 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3281494**

(54) Título: **Un conjunto de sensor alimentado por microondas para hornos microondas**

(30) Prioridad:

10.04.2015 EP 15163201

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2019

(73) Titular/es:

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET (100.0%)
Anker Engelunds Vej 101 A
2800 Kgs. Lyngby, DK

(72) Inventor/es:

LINDBERG-POULSEN, KRISTIAN;
SCHNEIDER, HENRIK y
ANDERSEN, THOMAS

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Un conjunto de sensor alimentado por microondas para hornos microondas

La presente invención se relaciona con un conjunto de sensor alimentado por microondas para horno microondas. El conjunto de sensor alimentado por microondas comprende una antena de microondas para generar una señal de antena RF en respuesta a radiación de microondas a una frecuencia de excitación predeterminada. Un circuito de fuente de alimentación en cc del conjunto de sensor alimentado por microondas está acoplado funcionalmente con la señal de antena RF para extraer energía de la señal de antena RF y producir una tensión de fuente de alimentación. Un sensor está conectado a la tensión de fuente de alimentación y configurado para medir una propiedad física o química de un producto alimenticio bajo calentamiento en la cámara de un horno microondas.

Antecedentes de la invención

Los hornos microondas son electrodomésticos de cocina bien conocidos y altamente populares que calientan y cocinar productos alimenticios mediante irradiación electromagnética en el espectro de las microondas causando que las moléculas polarizadas del alimento giren y desarrollen energía térmica. Los hornos microondas son capaces de calentar alimentos rápida y eficientemente porque la excitación bastante uniforme en el exterior de productos alimenticios densos. Los hornos microondas son populares para recalentar alimentos previamente cocinados y cocinar una variedad de alimentos. No obstante, la temperatura y otras propiedades físicas o químicas del producto alimenticio en preparación se desconocen lo cual puede ser problemático para alcanzar un estado deseado de preparación del producto alimenticio en cuestión, tal como la temperatura, en particular a la vista de la rápida preparación o calentamiento conseguido típicamente por los hornos microondas.

Por tanto, sería ventajoso posicionar un dispositivo o conjunto sensor activo dentro del compartimento o cámara del horno microondas que permitiría a un usuario o consumidor monitorizar ciertas propiedades físicas o químicas del producto alimenticio en preparación. Debido al ambiente EMI extremadamente hostil en el interior del compartimento del horno, puede ser inseguro colocar baterías o dispositivos de almacenamiento químico similares para alimentar al conjunto de sensor activo dentro de la cámara de horno. Además, la necesidad de reemplazar baterías del conjunto de sensor activo de vez en cuando hace difícil hacer una carcasa de un dispositivo o conjunto de sensor activo alimentado con batería sellado herméticamente contra el ambiente externo.

El documento de patente de EE.UU. US 4,297,557 divulga un horno microondas con una sonda de temperatura telemétrica embebida en un comestible contenido en un utensilio de cocina para medir la temperatura del alimento. La sonda de temperatura comprende circuitería electrónica que incluye una fuente de alimentación y un circuito sensible a la temperatura. El circuito de fuente de alimentación incluye una antena cerrada, diodos de rectificación y un condensador de alimentación que funciona recolectando energía de la energía microondas en el interior del horno. Una señal de temperatura es transmitida de forma inalámbrica mediante un acoplamiento magnético de campo cercano desde una antena inductora de la sonda de temperatura hasta una antena inductiva receptora fuera de la cavidad del horno.

El documento de patente de EE.UU. US 2004/0056027 divulga un hervidor adaptado para calentar líquidos en un horno microondas. El hervidor está equipado con un indicador de temperatura simple para indicar la temperatura del contenido del hervidor, por ejemplo, cambiando colores. No hay ninguna descripción específica de circuitería electrónica acoplada con el termómetro.

El documento de patente de EE.UU. US 2006/0207442 muestra un recipiente para su colocación en un horno microondas y en el que hay dispuesto un dispositivo de refrigeración para refrigerar el contenido del recipiente. El dispositivo de refrigeración es accionado mediante energía recolectada de las microondas del horno.

No obstante, la fuerza de la radiación electromagnética en microondas o campo de microondas dentro del horno microondas es, a menudo, excesiva y puede dañar de forma irreversible diversos componentes activos o pasivos de un circuito de fuente de alimentación en cc u otra circuitería electrónica, de un conjunto sensor activo alimentado por microondas. El daño al componente puede ser causado por tensiones de señal RF, entregados por una antena RF del conjunto de sensor alimentado por microondas en respuesta a la radiación electromagnética RF, la cual excede una tensión máxima nominal y/o potencia máxima nominal de los componentes activos o pasivos del circuito de fuente de alimentación en cc. Tales tensiones de señal RF dañinas pueden conducir a la destrucción de los componentes activos o pasivos del circuito de fuente de alimentación en cc. Éste es el caso particularmente de en donde el circuito de fuente de alimentación en cc, y es posible que también circuitería electrónica adicional, está integrado en un substrato semiconductor CMOS submicrón el cual impone severas restricciones sobre el nivel de tensión y/o nivel de potencia que puede ser tolerado sin sobrecalentamiento o avería de los componentes activos o pasivos formados en el substrato semiconductor.

Por tanto, sería ventajoso ser capaz de limitar la cantidad de potencia recolectada por la antena RF y alimentada al circuito de fuente de alimentación en cc del conjunto de sensor activo alimentado con microondas cuando está expuesto a niveles excesivos de energía microondas en el interior del horno microondas. No obstante, puesto que puede ser imposible, o al menos altamente impracticable, absorber o disipar grandes cantidades de potencia en componentes de un substrato semiconductor CMOS pequeño, sería más ventajoso impedir que entre demasiada

energía en el substrato semiconductor.

Además, es deseable transmitir ciertos valores parámetro medidos de la propiedad o propiedades físicas o químicas del producto alimenticio hacia el exterior de la cámara del horno microondas durante el calentamiento del producto alimenticio. De esta manera, el usuario o consumidor es capaz de monitorizar propiedades físicas o químicas del producto alimenticio durante la preparación o cocinado y pude, por ejemplo, detener el horno cuando el valor parámetro en cuestión alcanza un valor objetivo o un valor deseado. El valor parámetro transmitido puede ser codificado digitalmente como una señal de datos y puede, por ejemplo, comprender una temperatura en el momento o instantánea del producto alimenticio. No obstante, es difícil generalmente transmitir fiablemente señales de datos inalámbricas fuera del horno microondas durante la preparación del alimento debido a la fuerza excesiva discutida previamente del campo electromagnético de microondas en el interior de la cámara del horno microondas. El campo electromagnético de microondas tiende a interferir con todos los tipos de señales RF ordinarias que portan las señales de datos inalámbricas. Para empeorar la situación, la cámara de horno de los hornos microondas actúa esencialmente como una jaula de Faraday diseñada para boquear cualquier emisión de señales RF para evitar fuga de la radiación de microondas potencialmente dañina hacia el exterior y que alcance a los usuarios. Por tanto, un mecanismo de transmisión de señales de datos fiable, flexible y de bajo coste es deseable para transmitir la señal de datos con valores parámetros en el momento de la propiedad física o química medida del producto alimenticio hacia el exterior de la cámara de horno.

Resumen de la invención

Un primer aspecto de la invención se relaciona con un conjunto de sensor alimentado, o susceptible de ser alimentado, por microondas para hornos microondas. El conjunto sensor alimentado por microondas comprende una antena de microondas que tiene una frecuencia de sintonización predeterminada para generar una señal de antena en radiofrecuencia (RF) en respuesta a la radiación de microondas a una frecuencia de excitación predeterminada. El conjunto sensor alimentado por microondas comprende, además, un limitador de potencia RF acoplado a la señal de antena RF para limitar una amplitud o potencia de la señal de antena RF, de acuerdo con características limitadoras de señal predeterminadas, para producir una señal de antena RF limitada. Un circuito de fuente de alimentación en cc del conjunto sensor alimentado por microondas está acoplado a la señal de antena RF limitada y configurado para rectificar la señal de antena RF limitada y producir una tensión de fuente de alimentación. Un sensor está conectado a la tensión de fuente de alimentación y configurado para medir una propiedad física o química del producto alimenticio bajo calentamiento en una cámara de horno microondas.

Una realización del conjunto sensor alimentado por microondas está configurada para tipos industriales de hornos microondas que usan la frecuencia de 915 MHz estandarizada de radiación de microondas emitida. Una realización alternativa del conjunto sensor alimentado por microondas está configurada para tipos de consumo de hornos microondas que usan la frecuencia de 2,45 GHz estandarizada de radiación de microondas emitida. La frecuencia de sintonización y les posible que las dimensiones físicas de la antena de microondas pueden, por ejemplo, diferir entre estos tipos de conjunto sensor alimentado por microondas. En cualquiera de los dos casos, la antena de microondas es sensible a la excitación creada por la radiación de microondas en la cámara de horno de la variante industrial o de consumo de horno microondas durante el calentamiento de un producto alimenticio colocado en la cámara del horno. La antena de microondas genera la señal de antena RF y el circuito de fuente de alimentación en cc rectifica y extrae energía de o bien la señal de antena RF limitada o bien, en caso de que el conjunto sensor alimentado por microondas carezca del limitador de potencia RF, directamente de la señal de antena RF recibida. La tensión de fuente de alimentación generada por el circuito de fuente de alimentación en cc (CC) puede ser conectada a componentes y circuitos electrónicos activos del conjunto sensor alimentado por microondas y alimentar energía eléctrica a los mismos. Los componentes y circuitos electrónicos activos pueden comprender el sensor, un procesador digital, un visualizador, un transmisor de datos óptico, etc. Por tanto, el conjunto sensor alimentado por microondas es capaz de funcionar sin ninguna fuente de baterías dependiendo, en su lugar, de la energía recolectada de la radiación de microondas en la cámara de horno.

El producto alimenticio puede comprender un líquido tal como leche, agua, leche infantil, café, té, zumo u otras sustancias bebibles o el producto alimenticio puede comprender alimento sólido o congelado tal como pan, carne o una comida preparada. El producto alimenticio puede ser dispuesto en un recipiente o utensilio adecuado durante el calentamiento del producto alimenticio dentro de la cámara de horno. El recipiente o utensilio para alimentos puede comprender una taza, botella o plato, etc. El sensor puede estar en contacto físico con el producto alimenticio para medir o detectar una propiedad física del producto alimenticio durante el calentamiento o preparación en la cámara de horno tal como una temperatura, viscosidad, presión, color, humedad, reflectancia, conductividad eléctrica, etc. El sensor puede estar dispuesto para medir la propiedad física o química, por ejemplo temperatura, en un núcleo del producto alimenticio en cuestión. Como alternativa, el sensor puede estar dispuesto para medir la propiedad física o química en una superficie del producto alimenticio, por ejemplo, mediante contacto con una superficie externa del producto alimenticio. Esta última realización puede ser útil para detectar si la superficie de un producto alimenticio particular ha alcanzado una temperatura objetivo o de tratamiento para fines higiénicos o de desinfección. El conjunto sensor alimentado por microondas puede estar alojado en una sonda alimentaria que se inserta en el producto alimenticio en relación con su preparación en el horno microondas. Algunas realizaciones del sensor pueden funcionar sin contacto físico con el producto alimenticio y, en cambio, sentir/medir de forma remota la propiedad física del producto alimenticio, por ejemplo usando un detector de temperatura infrarrojo (IR), etc. La

porción sensorial del sensor puede, como alternativa o adicionalmente, medir o detectar una propiedad química de un producto alimenticio bajo calentamiento, por ejemplo, contenido de agua o la presencia y/o concentración de ciertos agentes químicos, sal, azúcar, etc. en el producto alimenticio. El conjunto sensor alimentado por microondas puede comprender múltiples sensores individuales de diferentes tipos o comprender múltiples sensores individuales del mismo tipo. Múltiples sensores individuales de diferentes tipos pueden estar configurados para medir diferentes propiedades físicas y/o propiedades químicas del producto alimenticio, mientras que múltiples sensores del mismo tipo pueden estar configurados para medir la propiedad física o química en cuestión, por ejemplo temperatura, en diferentes ubicaciones del producto alimenticio, por ejemplo, simultáneamente en el núcleo y en la superficie del producto alimenticio como se mencionó anteriormente.

El limitador de potencia RF puede comprender un circuito de impedancia variable conectado a través de la señal de antena RF en donde el circuito de impedancia variable está configurado para presentar una impedancia de entrada decreciente con amplitudes o potencias crecientes de la señal de antena RF en la frecuencia de excitación predeterminada para disminuir una coincidencia entre la impedancia de entrada del limitador de potencia y una impedancia de la antena de microondas.

El circuito de impedancia variable puede estar configurado para presentar una impedancia de entrada sustancialmente constante a niveles de potencia o amplitud de la señal de antena RF por debajo de un nivel umbral; y presentar una impedancia de entrada gradual o bruscamente decreciente a niveles de potencia o amplitud de la señal de antena RF por encima de del nivel umbral. La impedancia de entrada del circuito de impedancia variable puede, por ejemplo, decrecer gradualmente con potencias de entrada crecientes de la señal de antena RF por encima del nivel umbral. El nivel umbral puede ser un umbral de potencia o un umbral de amplitud.

El circuito de impedancia variable puede comprender un diodo limitador PIN o un transistor FET controlado según se discute con más detalle más adelante con referencia a los dibujos anexos. El circuito de fuente de alimentación puede comprender uno o más diodo(s) Schottky RF para rectificación de la señal de antena RF limitada por las razones discutidas con más detalle más adelante con referencia a los dibujos anexos.

En algunas realizaciones de la invención, la antena de microondas puede ser desintonizada en una cantidad de frecuencia predeterminada desde la frecuencia de excitación esperada, o bien 2,45 GHz o 915 MHz, de la radiación de microondas usada para operar la realización particular del conjunto sensor alimentado por microondas. La frecuencia de sintonización predeterminada de la antena de microondas puede, por ejemplo, desviarse de la frecuencia de excitación predeterminada (915 MHz o 2,45 GHz) de la radiación de microondas en más de +50% o más de -33% tal como al menos +100% o al menos -50%. La desintonización disminuye la cantidad de energía microondas recogida por la antena de microondas y, por lo tanto, disminuye el nivel de la señal de antena RF aplicada tanto al limitador de potencia RF (si está presente) como al circuito de fuente de alimentación en cc y puede ayudar a proteger estos últimos circuitos contra niveles de tensión o potencia excesivamente elevados de la señal de antena RF si la antena de microondas está situada en un punto caliente en la cámara de horno.

Una frecuencia de sintonización más elevada de la antena de microondas que la frecuencia de radiación de microondas de 2,45 GHz (o 915 MHz) estandarizada conduce al beneficio adicional de menores dimensiones físicas de la antena de microondas. Las menores dimensiones físicas conducen a diversos beneficios según se discute con más detalle más adelante con referencia a los dibujos anexos.

La antena de microondas puede comprender al menos uno de: {una antena monopolar, una antena dipolo, una antena de parche}. La antena de microondas puede estar formada integralmente en un patrón de cable o conductor de un portador o substrato, tal como una placa de circuito impreso, que soporta el conjunto sensor alimentado por microondas. Una antena de microondas monopolar es, generalmente, compacta y omnidireccional.

En una realización de la invención, una impedancia de generador de la antena de microondas es al menos dos veces mayor que una impedancia de entrada en el limitador de potencia RF a la frecuencia de excitación predeterminada de la radiación de microondas.

El conjunto sensor alimentado por microondas, preferiblemente, está encerrado en una carcasa. La antena de microondas está dispuesta, preferiblemente, fuera de la carcasa si esta última comprende un material conductor eléctrico para permitir que la radiación de microondas alcance la antena de microondas sustancialmente sin atenuación significativa y, de este modo, recolectar energía microondas. La carcasa conductora eléctrica puede comprender una lámina metálica o malla metálica que encierra y apantalla al menos el limitador de potencia RF y el circuito de fuente de alimentación contra la radiación electromagnética en microondas.

La carcasa puede estar herméticamente sellada para proteger estos circuitos y el sensor encerrados en ella contra líquidos nocivos, gases u otros contaminantes del producto alimenticio o presentes en el interior de la cámara de horno. Una porción sensorial del sensor puede sobresalir de la carcasa para permitir que la porción sensorial obtenga contacto físico con el producto alimenticio.

El conjunto sensor alimentado por microondas puede comprender un procesador digital acoplado a la tensión de fuente de alimentación para recepción de energía de funcionamiento; en donde el sensor está acoplado al procesador digital por vía de un puerto de entrada del procesador para recepción de valores parámetro medidos de

la propiedad o propiedades físicas o químicas del producto alimenticio. El sensor puede estar configurado para entregar los valores parámetro medidos al puerto de entrada del procesador digital en formato digital o formato analógico. Diversos detalles técnicos y beneficios del procesador digital se discuten con más detalle más adelante con referencia a los dibujos anexos.

Una realización ventajosa del conjunto sensor alimentado por microondas comprende un transmisor de datos óptico acoplado al procesador digital, o es posible que directamente al sensor, para recepción y transmisión óptica de los valores parámetro medidos de la propiedad o propiedades físicas o químicas del producto alimenticio hacia el exterior de la cámara de horno. El transmisor de datos óptico puede estar configurado para emitir una señal de datos óptica que comprenda los valores parámetro medidos codificados en formato digital. La señal de datos óptica se transmite a un receptor óptico adecuado dispuesto en el exterior de la cámara de horno. El experto entenderá que la señal de datos óptica es enteramente inmune a los niveles excesivos de radiación de microondas en el interior de la cámara de horno discutidos previamente. Además, los transmisores de datos ópticos están disponibles comercialmente en distribuidores de forma compacta y bajo coste. El transmisor de datos óptico puede comprender un diodo LED modulado que emite la señal de datos óptica mediante ondas de luz en el espectro visible u ondas de luz en el espectro infrarrojo. El transmisor de datos óptico puede estar configurado para transmitir la señal de datos óptica continuamente, a intervalos de tiempo regulares o a intervalos de tiempo irregulares durante el calentamiento del producto alimenticio dependiendo de la aplicación particular.

El receptor óptico puede comprender un fotodetector tal como un LED. El receptor óptico puede estar fijado a una superficie externa de la tapa de vidrio del horno microondas para recepción de la porción de la señal de datos óptica que penetra la tapa de vidrio. Si la superficie interna de la tapa de vidrio está cubierta por una malla o rejilla metálica, la cual forma parte de la jaula de Faraday del horno microondas discutida previamente, el fotodetector puede ser colocado en una abertura/rendija de la malla o rejilla metálica permitiendo la propagación diáfana hasta el fotodetector de las ondas ópticas que portan la señal de datos óptica. El fotodetector puede estar acoplado eléctricamente o de forma inalámbrica con un microprocesador del horno microondas y transmitir la señal de datos óptica recibida, que comprende los valores parámetro medidos, hasta un microprocesador o controlador del horno microondas. El microprocesador del horno microondas puede estar configurado para usar los valores parámetro recibidos para controlar la operación del horno microondas.

Otra realización del conjunto sensor alimentado por microondas comprende un indicador de parámetros para visualizar valores parámetro de la propiedad física o química monitorizada del producto alimenticio al exterior de la cámara de horno. El indicador de parámetros puede estar dispuesto sobre una superficie externa de la carcasa del conjunto sensor alimentado por microondas. El indicador de parámetros puede comprender al menos un indicador seleccionado de un grupo de {un LED, múltiples LEDs de diferentes colores, un altavoz, un visualizador alfanumérico, papel electrónico}. La funcionalidad y detalles técnicos del indicador de parámetros se discute con más detalle más adelante con referencia a los dibujos anexos. No obstante, el uso de papel electrónico como indicador de parámetros es particularmente atractivo en algunas aplicaciones porque el papel electrónico permite que el valor o valores parámetro medidos sean inspeccionados por el usuario durante un largo período de tiempo después de que el horno microondas sea apagado. El consumo de energía ultrabajo del papel electrónico permite a este último permanecer funcional usando sólo la cantidad relativamente limitada de energía contenida en un elemento de almacenamiento, por ejemplo un condensador, del circuito de fuente de alimentación en cc del conjunto sensor alimentado por microondas.

Como se mencionó anteriormente, el conjunto sensor alimentado por microondas puede comprender un sensor de temperatura, por ejemplo un termistor.

Un segundo aspecto de la invención se relaciona con un recipiente para alimentos que comprende un conjunto sensor alimentado por microondas de acuerdo con cualquiera de las realizaciones de conjunto sensor alimentado por microondas descritas anteriormente. Un sensor, tal como un sensor de temperatura, del conjunto sensor alimentado por microondas está dispuesto para obtener contacto físico o contacto sensorial con un producto alimenticio del recipiente para alimentos. Por tanto, el recipiente para alimentos puede estar vacío inmediatamente después de su fabricación esperando un posterior proceso de llenado del alimento en una planta o fábrica de elaboración de alimentos. Como alternativa, el recipiente para alimentos puede ser llenado manualmente por un usuario final. A continuación de este proceso de de llenado subsiguiente, el producto alimenticio contenido en el recipiente para alimentos es llevado a hacer contacto sensorial con el sensor.

El conjunto sensor alimentado por microondas puede estar fijado a, o integrado con, el recipiente para alimentos de numerosas maneras. En ciertas realizaciones, el conjunto sensor alimentado por microondas está parcial o totalmente embebido en una sección de pared, sección de tapa o sección de fondo del recipiente para alimentos. El conjunto sensor alimentado por microondas puede ser integrado con un material del recipiente para alimentos durante un proceso de fabricación del recipiente, por ejemplo, usando moldeo por inyección o sobremoldeo material sobre un recipiente ya moldeado. El recipiente para alimentos puede comprender diversos tipos de materiales tales como uno o más de: plástico, cartón, vidrio o porcelana.

Un tercer aspecto de la invención se relaciona con un método de monitorizar propiedades físicas o químicas de un producto alimenticio en relación con el calentamiento del producto alimenticio en un horno microondas, comprendiendo dicho método los pasos de:

a) colocar un sensor de un conjunto sensor alimentado por microondas de acuerdo con cualquiera de las realizaciones del mismo descritas anteriormente dispuesto en contacto físico o sensorial con el producto alimenticio,

b) situar el producto alimenticio dentro de una cámara de horno del horno microondas,

c) activar el horno microondas para producir radiación electromagnética en microondas a una frecuencia de excitación predeterminada en el interior de la cámara de horno irradiando y calentando, de este modo, el producto alimenticio; comprendiendo el método, además, al menos un paso de:

- visualizar un valor parámetro de una propiedad física o química medida del producto alimenticio sobre el conjunto sensor alimentado por microondas;

- transmitir un valor parámetro de la propiedad física o química medida del producto alimenticio por vía de un enlace de comunicación de datos inalámbrico hasta un receptor inalámbrico dispuesto en el exterior de la cámara de horno.

El enlace de comunicación de datos inalámbrico comprende, preferiblemente, un transmisor de datos óptico, por ejemplo, según se discutió anteriormente, estableciendo un canal de transmisión de datos óptico hasta el receptor óptico discutido previamente dispuesto en el exterior de la cámara de horno. El transmisor de datos óptico puede estar emitiendo la señal de datos óptica como ondas de luz en el espectro visible o en el espectro infrarrojo.

El método de monitorizar las propiedades físicas o químicas de un producto alimenticio puede comprender el limitar una amplitud o potencia de la señal de antena RF de acuerdo con características limitadoras de señal predeterminadas de un limitador de potencia RF. Las características limitadoras de señal pueden ser llevadas a cabo mediante recorte de picos de la forma de onda de la señal de la antena RF o mediante una función de Control Automático de Ganancia (AGC) sin distorsionar la forma de onda de señal de la señal de antena RF.

Un cuarto aspecto de la invención se relaciona con un conjunto sensor alimentado por microondas para hornos microondas, que comprende una antena de microondas que tiene una frecuencia de sintonización predeterminada para generar una señal de antena RF en respuesta a radiación electromagnética a una frecuencia de excitación predeterminada. El conjunto comprende, además, un circuito de fuente de alimentación en cc acoplado a la señal de antena RF y configurado para rectificar la señal de antena RF y producir una tensión de fuente de alimentación basada en la señal de antena RF. Un sensor, tal como un sensor de temperatura, es alimentado por la tensión de fuente de alimentación y está configurado para medir valores parámetro de una propiedad física o química de un producto alimenticio bajo calentamiento en una cámara de horno microondas. El conjunto sensor alimentado por microondas comprende, adicionalmente, un transmisor de datos inalámbrico, preferiblemente óptico, acoplado funcionalmente con el sensor para recepción de los valores parámetro medidos de la propiedad física o química y transmisión óptica de los valores parámetro medidos hacia el exterior de la cámara de horno.

El conjunto sensor alimentado por microondas de acuerdo con el cuarto aspecto de la invención puede, adicionalmente, comprender un limitador de potencia RF acoplado entre la señal de antena RF y el circuito de fuente de alimentación en cc. El limitador de potencia RF está configurado para limitar una amplitud o potencia de la señal de antena RF de acuerdo con características limitadoras de señal del limitador de potencia RF. El limitador de potencia RF produce una señal de antena RF limitada hasta una entrada del circuito de fuente de alimentación en cc. El limitador de potencia RF puede ser idéntico a las realizaciones de limitador de potencia RF discutidas anteriormente en relación con el primer aspecto de la invención o a cualquiera de las realizaciones del limitador de potencia RF discutidas con más detalles más adelante con referencia a los dibujos anexos.

El conjunto sensor alimentado por microondas puede comprender un indicador de parámetros para visualizar valores parámetro de la propiedad física o química monitorizada del producto alimenticio hacia el exterior de la cámara de horno;

en donde el indicador de parámetros comprende al menos un indicador seleccionado de {un LED, múltiples LEDs de diferentes colores, un altavoz, un visualizador alfanumérico, papel electrónico} según se discutió anteriormente en relación con el primer aspecto de la invención.

Un quinto aspecto de la invención se relaciona con una sonda alimentaria que comprende un conjunto sensor alimentado por microondas de acuerdo con cualquiera de las realizaciones del mismo descritas anteriormente. La sonda alimentaria puede comprender una carcasa alargada que encierra y protege el conjunto sensor alimentado por microondas según se discute con más detalle más adelante con referencia a los dibujos anexos.

Breve descripción de los dibujos

Realizaciones preferidas de la invención se describirán con más detalle en relación con los dibujos anexos, en los cuales:

la figura 1 es un diagrama de bloques esquemático simplificado de un conjunto sensor alimentado por microondas para su uso en hornos microondas de acuerdo con una primera realización de la invención,

la figura 2 es un diagrama de bloques esquemático simplificado de un conjunto sensor alimentado por microondas

para su uso en hornos microondas de acuerdo con una segunda realización de la invención,

la figura 3 es un diagrama de bloques esquemático simplificado de un conjunto sensor alimentado por microondas para su uso en hornos microondas de acuerdo con una tercera realización de la invención,

la figura 4A) muestra un diagrama de circuito eléctrico simplificado de un primer ejemplo de limitador de potencia RF y circuito de fuente de alimentación en cc de los conjuntos sensor alimentados por microondas de acuerdo con las primera, segunda y tercera realizaciones de la invención,

la figura 4B) muestra un diagrama de circuito eléctrico simplificado de un segundo ejemplo de limitador de potencia RF y circuito de fuente de alimentación en cc de los conjuntos sensor alimentados por microondas de acuerdo con las primera, segunda y tercera realizaciones de la invención,

la figura 5 muestra una botella con leche infantil que comprende un conjunto sensor alimentado por microondas integrado de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores del conjunto,

la figura 6 muestra un ejemplo de recipiente para alimentos con un conjunto sensor alimentado por microondas integrado en la sección de pared del recipiente para alimentos; y

la figura 7 muestra una sonda de temperatura la cual comprende un conjunto sensor alimentado por microondas de acuerdo con cualquiera de las realizaciónes anteriores del mismo.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático simplificado de un conjunto sensor alimentado por microondas 100 adecuado para su uso en tipos industrial o de consumo de hornos microondas (no mostrados) de acuerdo con una primera realización de la invención. El conjunto sensor alimentado por microondas 100 comprende una antena de microondas 102 con una frecuencia de sintonización predeterminada en la región de microondas, por ejemplo una frecuencia de sintonización entre 800 MHz y 3,0 GHz. La antena de microondas 102 es sensible a la excitación creada por la radiación de microondas o el campo electromagnético generado en una cámara de horno del tipo industrial o de consumo de horno microondas en cuestión durante el calentamiento de un producto alimenticio colocado en la cámara de horno. El experto entenderá que la frecuencia de sintonización de las antenas de microondas 102 puede diseñarse hasta alrededor de 2,45 GHz para conjuntos sensor alimentados por microondas diseñados para un tipo de consumo de horno microondas y hasta 915 MHz para conjuntos sensor alimentados por microondas diseñados para un tipo industrial de horno microondas. La frecuencia de sintonización de la antena de microondas 102 puede, además, ser desintonizada con una cantidad predeterminada desde la frecuencia de excitación esperada, bien 2,45 GHz o bien 915 MHz, de la radiación de microondas según se discutió anteriormente.

El producto alimenticio puede comprender un líquido tal como leche, agua, leche infantil, café, té, zumo u otras sustancias bebibles o el producto alimenticio puede ser sólido o congelado y comprende pan, carne o una comida preparada. El producto alimenticio puede estar dispuesto en un recipiente o utensilio adecuado durante el calentamiento en la cámara de horno tal como una taza o plato, etc. Una porción sensorial de un sensor 108 del conjunto sensor alimentado por microondas 100 puede estar en contacto físico con el producto alimenticio para medir o detectar una propiedad física del producto alimenticio durante el calentamiento/preparación tal como temperatura, viscosidad, presión, color, humedad, conductividad eléctrica, etc. Como alternativa, el sensor 108 puede operar sin contacto físico con el producto alimenticio y en cambio medir la propiedad física del producto alimenticio mediante captación remota o sin contacto, por ejemplo, usando detector de temperatura infrarrojo (IR) ,etc. La porción sensorial del sensor 108 puede medir o detectar, como alternativa, una propiedad química de un producto alimenticio bajo calentamiento, por ejemplo, contenido de agua o la presencia y/o concentración de ciertos agentes químicos, sal, azúcar, etc. en el producto alimenticio.

El experto entenderá que el sensor puede estar configurado para medir o detectar varias propiedades físicas diferentes del producto alimenticio y/o una o más propiedades químicas. El conjunto sensor alimentado por microondas 100 puede comprender múltiples sensores individuales de diferentes tipos para medir las diferentes propiedades físicas diferentes y/o propiedades químicas del producto alimenticio.

La antena 102 genera una señal de antena RF en respuesta a la excitación por la radiación electromagnética RF en la cámara de horno. La señal de antena RF está conectada o acoplada eléctricamente a la entrada de un limitador de potencia RF 104 opcional. El limitador de potencia RF 104 está configurado para limitar un nivel tal como amplitud, potencia o energía de la señal de antena RF de acuerdo con características limitadoras de señal predeterminadas del limitador de potencia RF 104. El limitador de potencia RF 104 produce, de este modo, una señal de antena RF limitada V_{LIM} en una salida del limitador de potencia RF 104. Las características limitadoras de señal predeterminadas pueden, por ejemplo, comprender un comportamiento lineal a niveles relativamente pequeños de la señal de antena RF, por ejemplo por debajo de un determinado nivel umbral, y un comportamiento no lineal por encima del nivel umbral. De esta manera, el nivel de la señal de antena RF y el nivel de la señal de antena RF limitada pueden ser esencialmente idénticos para señales de antena RF por debajo del nivel umbral mientras que el nivel de la señal de antena RF puede ser menor que el nivel de la señal de antena RF por encima

del nivel umbral Diversos detalles de circuito y mecanismos para producir diferentes tipos de características limitadoras de señal del limitador de potencia RF 104 opcional se discuten más adelante con detalles adicionales.

El limitador de potencia RF 104 del conjunto sensor alimentado por microondas 100 es también ventajoso porque el limitador 104 protege el circuito de fuente de alimentación en cc 106 aguas abajo, acoplado o conectado eléctricamente a la señal de antena RF limitada, contra condiciones de sobretensión creadas por un potencia o amplitud excesivamente grande de la señal de antena RF en respuesta a la radiación electromagnética RF en la cámara de horno. Estas condiciones de entrada de señal excesivas son totalmente contrarias a la operación de equipos de comunicaciones de datos RF inalámbricos normales donde el desafío, a menudo, es obtener suficiente potencia RF para transmitir de forma segura o decodificar señales de datos moduladas sobre una onda portadora. Por el contrario, el conjunto sensor alimentado por microondas 100 a menudo será colocado muy cerca de la fuente de la radiación electromagnética RF en la cámara de horno conduciendo a tensiones y potencia de entrada de la señal de antena RF excesivamente grandes. Además, la fuerza de la radiación de microondas en la cámara de horno es, a menudo, altamente variable a través de la cámara debido a ondas estacionarias. Estas ondas estacionarias conducen a la formación de los denominados “puntos calientes” y “puntos fríos” el interior de la cámara de horno durante la operación con fuerzas de campo altamente diferentes de la radiación de microondas. El conjunto sensor alimentado por microondas 100 debe estar configurado para, por un lado, extraer potencia suficiente de la antena de microondas para asegurar la operación apropiada cuando está situado en un punto frío y, por otro lado, ser capaz de resistir señales de antena RF de amplitud muy grande cuando la antena de microondas está situada en un punto caliente. En esta última situación, el limitador de potencia RF 104 asegura que estas señales de antena RF de amplitud grande son atenuadas mediante reflejar una porción grande de la potencia de señal RF entrante de vuelta a la antena de microondas para su emisión como se discute con más detalle más adelante.

El circuito de fuente de alimentación en cc 106 está configurado para rectificar la señal de antena RF limitada V_{LIM} y extraer una tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc de ella. El circuito de fuente de alimentación en cc 106 pude comprender uno o más filtro o condensador(es) filtrador(es) acoplados a la salida de un elemento rectificador. Pueden usarse varios tipos de elementos rectificadores tales como diodos semiconductores o interruptores/transistores semiconductores controlados activamente. En una realización, el elemento rectificador comprende un diodo Schottky como se indica esquemáticamente en el bloque de circuito 106. El un o más filtros o condensador(es) filtrador(es) sirve para suprimir ondulación de tensión y ruido en la tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc y puede, además, servir como un depósito de energía. El depósito de energía almacena energía extraída durante un cierto período de tiempo y asegura que la tensión de fuente de alimentación en cc permanece cargada o alimentada durante caídas cortas de la señal de antena RF como se discute más adelante con detalles adicionales. Un terminal de fuente de alimentación o entrada del sensor 108 está conectado a la tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc para recepción de energía de funcionamiento. El sensor 108 puede comprender diversos tipos de circuitería electrónica digital y/o analógica activa y/o componentes de visualización que necesitan alimentación para funcionar apropiadamente.

El conjunto sensor alimentado por microondas 100 comprende, preferiblemente, una carcasa o envolvente 110 que rodea y encierra al menos el limitador de potencia RF 104, el circuito de fuente de alimentación en cc 106 y el sensor 108. La carcasa 110 puede estar sellada herméticamente para proteger estos circuitos y el(los) sensor(es) encerrados dentro de ella contra líquidos nocivos, gases u otros contaminantes que haya en el interior de la cámara de horno. La porción sensorial del sensor 108 puede sobresalir de la carcasa 110 para permitir que la porción sensorial obtenga contacto físico con el producto alimenticio. La carcasa 110 puede comprender una capa o pantalla conductora eléctrica, tal como una lámina metálica o malla metálica, que encierren al menos el limitador de potencia RF 104 y el circuito de fuente de alimentación en cc 106, y opcionalmente el sensor 108, contra el campo electromagnético de microondas RF fuerte generado por el horno microondas durante su funcionamiento. La antena RF o microondas 102 se coloca en el exterior de la carcasa 110 apantallada eléctricamente para permitir recolección de energía microondas de la radiación o campo microondas.

La propiedad física y/o propiedad química medida o detectada del producto alimenticio puede ser indicado a un usuario del horno microondas de numerosas maneras. En ciertas realizaciones del conjunto sensor alimentado por microondas 100, este último comprende un visualizador configurado para visualizar valores parámetro o valores parámetro respectivos de las propiedades físicas y/o químicas medidas del producto alimenticio hacia el exterior del horno microondas según se discute con más detalle más adelante con referencia a la figura 3. En realizaciones alternativas del conjunto sensor alimentado por microondas 100, este último comprende un transmisor de comunicación de datos inalámbrico configurado para transmitir los valores parámetro o valores parámetro respectivos de las propiedades físicas y/o químicas medidas del producto alimenticio hacia el exterior del horno microondas como se discute con más detalle más adelante con referencia a la figura 2.

La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático simplificado de un conjunto sensor alimentado por microondas 200 para su uso en tipos industrial o de consumo de hornos microondas (no mostrados) de acuerdo con una segunda realización de la invención. A elementos y particularidades correspondientes de las primera y segunda realizaciones del conjunto sensor alimentado por microondas se les han asignado números de referencia correspondientes para facilitar la comparación. El conjunto sensor alimentado por microondas 200 comprende una antena de microondas 202 la cual puede tener características idénticas a las de la antena de microondas 102 discutida anteriormente. Una señal de antena RF está acoplada eléctricamente a la entrada de un limitador de

potencia RF 204 el cual puede tener características idénticas a las del limitador de potencia RF 104 opcional discutido anteriormente. La salida del limitador de potencia RF 204 está acoplada a un circuito de fuente de alimentación en cc 206 está configurada para rectificar una señal de antena RF limitada V_{LIM} y extraer una tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc a partir de la misma según se discutió anteriormente en relación con la primera realización del conjunto sensor alimentado por microondas 100.

La tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc está acoplada a respectivos terminales o entradas de alimentación de un sensor 208, un controlador 214, tal como un procesador digital, y un transmisor de datos óptico 218. Por tanto, estos circuitos están conectados a la tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc para recepción de energía de funcionamiento. El sensor 208 puede comprender diversos tipos de circuitería electrónica digital y/o analógica activa y/o componentes de visualización que necesitan energía para funcionar apropiadamente. El procesador digital 214 puede comprender un procesador digital cableado configurado para ejecutar diversas funciones de control predeterminadas del conjunto sensor alimentado por microondas 200. Como alternativa, el procesador digital 214 puede comprender un microprocesador programable por software adaptado para ejecutar las funciones de control del conjunto sensor alimentado por microondas 200 de acuerdo con un juego de instrucciones de programa ejecutables almacenadas en la memoria de programa del microprocesador programable por software. El procesador digital 214 puede comprender un puerto de entrada conectado al sensor 208 para recepción de valores parámetro medidos de las propiedades físicas o químicas en cuestión del producto alimenticio discutidas previamente. Una porción sensorial del sensor 208 puede estar en contacto físico o sensorial con el producto alimenticio para medir o detectar la propiedad física del producto alimenticio durante el calentamiento/preparación tal como una temperatura, viscosidad, presión, color, humedad, conductividad eléctrica, etc. El experto entenderá que los valores parámetro medidos pueden ser emitidos por el sensor 208 en formato digital o en formato analógico dependiendo de las características del sensor 208 y cualquier circuitería de acondicionamiento de señal integrada con el sensor. Si los valores parámetro son emitidos en formato digital, el puerto de entrada del procesador digital 214 puede comprender un puerto I/O normal o un puerto de comunicaciones de datos estándar en la industria tal como I2C o SPI. Si los valores parámetro son emitidos por el sensor 208 en formato analógico, el puerto de entrada del procesador digital 214 puede comprender una entrada analógica conectada a un convertidor A/D interno para convertir los valores parámetro recibidos a formato digital y crear un flujo de datos o señal de datos correspondiente que comprenda los valores parámetro medidos. El transmisor de datos óptico 218 está acoplado a un puerto de datos del procesador digital 214 que suministra los valores parámetro medidos codificados en un formato de datos predeterminado al transmisor de datos óptico 218 para modulación y transmisión óptica hasta un receptor óptico adecuado (no mostrado) dispuesto en el exterior de la cámara de horno. El transmisor de datos óptico 218 puede comprender un diodo LED modulado que emite la señal de datos óptica mediante ondas en el espectro visible o en el espectro infrarrojo. El receptor óptico puede comprender un fotodetector tal como un LED. El procesador digital 214 y el transmisor de datos óptico 218 pueden estar configurados para transmitir la señal de datos óptica continuamente, a intervalos de tiempo regulares o a intervalos de tiempo irregulares durante el calentamiento del producto alimenticio dependiendo de la aplicación particular. El conjunto sensor alimentado por microondas 200 comprende, preferiblemente, una carcasa o envolvente 210 que rodea y encierra al menos el limitador de potencia RF 204, el circuito de fuente de alimentación en cc 206, el procesador digital 214, el sensor 208 y el transmisor de datos óptico 218. La carcasa 210 puede poseer las mismas propiedades que la carcasa 110 discutida anteriormente.

El horno microondas puede comprender una tapa de vidrio con una superficie interna cubierta por una malla o rejilla metálica la cual funciona como un apantallamiento EMI del horno para impedir la fuga de la radiación de microondas emitida por el horno durante el funcionamiento hacia el ambiente externo fuera de la cámara de horno. El fotodetector puede estar fijado directamente sobre una superficie externa de la tapa de vidrio del horno microondas de tal forma que la señal de datos óptica sea transmitida a través de la tapa de vidrio hasta el fotodetector. El fotodetector puede estar colocado en una abertura del apantallamiento EMI que permita la propagación sin obstáculos hasta el fotodetector de las ondas ópticas que portan la señal de datos óptica. El fotodetector puede estar acoplado eléctricamente o de forma inalámbrica a un microprocesador del horno microondas y transmitir la señal de datos óptica recibida, que comprende los valores parámetro medidos, hasta el controlador del horno microondas. El microprocesador del horno microondas puede estar configurado para usar los valores parámetro recibidos para controlar la operación del horno microondas. En una realización, los valores parámetro medidos del producto alimenticio pueden comprender temperaturas en el momento del producto alimenticio y el microprocesador del horno microondas puede estar configurado para terminar el calentamiento cunando la temperatura en el momento del producto alimenticio alcanza una temperatura objetivo determinada.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques esquemático simplificado de un conjunto sensor alimentado por microondas 300 para su uso en tipos industrial o de consumo de hornos microondas (no mostrados) de acuerdo con una tercera realización de la invención. A elementos y particularidades correspondientes de las segunda y tercera realizaciones del conjunto sensor alimentado por microondas se les han asignado números de referencia correspondientes para facilitar la comparación. La principal diferencia entre el presente conjunto sensor alimentado por microondas 300 y el conjunto sensor alimentado por microondas 200 discutido previamente es que el transmisor de datos óptico 218 ha sido reemplazado por un visualizador 312. El visualizador 312 funciona como un indicador de parámetros para visualizar los valores parámetro medidos de la propiedad física o química del producto alimenticio hacia el exterior de la cámara de horno. El display 312 también está alimentado mediante una tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc generada por un circuito de fuente de alimentación en cc 306 del conjunto sensor alimentado por microondas 300. Como se discutió anteriormente, el circuito de fuente de alimentación en cc 306 extrae energía

o potencia de una señal de antena RF limitada V_{LiM} No obstante, el limitador de potencia RF 304 es un circuito opcional y otras realizaciones del conjunto sensor alimentado por microondas pueden acoplar una señal de antena RF directamente al circuito de fuente de alimentación en cc 306 sin ninguna limitación intermedia de la señal. El visualizador 312 funciona como un indicador de parámetros para visualizar valores parámetro de la propiedad o propiedades físicas o químicas monitorizadas del producto alimenticio hacia el exterior de la cámara de horno. El visualizador 312 está configurado, preferiblemente, para indicar los valores parámetro medidos con tamaño y/o brillo suficientes como para permitir que un usuario lea un valor parámetro en el momento a través de la puerta o tapa de vidrio del horno durante la operación del horno. El visualizador 312 puede comprender diversos tipos de indicadores de valor parámetro tales como un LED, múltiples LEDs de diferentes colores, un altavoz, un visualizador alfanumérico y papel electrónico. El conjunto sensor alimentado por microondas 300 comprende, preferiblemente, una carcasa o envolvente 210 que rodea y encierra al menos el limitador de potencia RF 304, el circuito de fuente de alimentación en cc 306, el procesador digital 314, el sensor 308 y el visualizador 312. La carcasa 210 puede poseer las mismas propiedades que la carcasa 110 discutida anteriormente.

La figura 4A) muestra un diagrama de circuito eléctrico simplificado de un primer ejemplo de limitador de potencia RF 204, 304 y circuito de fuente de alimentación en cc 206, 306 adecuados para su uso en cualquiera de las primera, segunda y tercera realizaciones del presente conjunto sensor alimentado por microondas discutidas anteriormente. El limitador de potencia RF comprende un diodo limitador PIN y una bobina inductora paralelo L1. El diodo limitador PIN D1 está acoplado desde la señal de antena RF a tierra del limitador de potencia RF y presenta una impedancia de de derivación variable hasta la antena de microondas 202, 302 donde la impedancia de derivación varía con un nivel de la señal de antena RF entrante. El limitador de potencia RF, por lo tanto, genera una señal de antena RF limitada o atenuada V_{LIM} comparada con la señal de antena RF producida a la salida de la antena de microondas 202, 302. La señal de antena RF limitada V_{LIM} es aplicada a la entrada del circuito de fuente de alimentación en cc 206, 306, en particular a un cátodo de un elemento rectificador en forma de diodo Schottky D2. la bobina inductora paralelo asegura una polarización en CC apropiada del diodo limitador PIN D1. La impedancia del diodo limitador PIN es relativamente grande, por ejemplo mayor de 1000 Ohmios, para niveles pequeños de la señal de antena RF y decrece gradualmente con niveles crecientes de la señal de antena RF de tal forma que la impedancia de entrada del limitador de potencia RF se comporta de manera correspondiente. En un ejemplo de realización, la impedancia de generador de la antena de microondas puede ser alrededor de 1000 Ohmios, la impedancia de entrada de la fuente de alimentación en cc alrededor de 200 Ohmios y la impedancia del diodo limitador PIN por encima de 1000 Ohmios para niveles pequeños de la señal de antena RF. Con niveles crecientes de la señal de antena RF, la impedancia del diodo limitador PIN puede decrecer gradualmente para alcanzar un valor de alrededor de 50 Ohmios o incluso menor para niveles grandes de la señal de antena RF. Por tanto, la coincidencia de impedancia entre la antena de microondas y el limitador de potencia RF se está deteriorando gradualmente con niveles crecientes de la señal de antena RF. En consecuencia, según crece el nivel de la señal de antena RF, una porción creciente de la señal de antena RF es reflejada de vuelta a la antena de microondas y emitida desde la misma. Por tanto, apantallar los componentes del circuito de fuente de alimentación en cc contra niveles de potencia y niveles de tensión RF excesivos los cuales podrían conducir a los problemas de sobretensión y/o sobrecalentamiento discutidos previamente para niveles de la señal de antena RF grandes.

La figura 4B) muestra un diagrama de circuito eléctrico simplificado de un segundo ejemplo de limitador de potencia RF 204, 304 y circuito de fuente de alimentación en cc 206, 306 para su uso en cualquiera de las primera, segunda y tercera realizaciones del presente conjunto sensor alimentado por microondas discutidas anteriormente. El limitador de potencia RF comprende un transistor MOSFET M_1 controlable. El MOSFET M_1 controlable está acoplado desde la señal de antena RF a tierra del limitador de potencia RF y presenta una impedancia de derivación variable hasta la antena de microondas donde la impedancia varía de acuerdo con el nivel de la señal de antena RF entrante. No obstante, mientras las características de impedancia y las características limitadoras de señal del diodo limitador PIN están fijadas por los parámetros intrínsecos del propio diodo PIN, las características limitadoras de señal del MOSFET M_1 pueden ser controladas con precisión por el procesador digital 214. 314 controlando o ajustando una tensión de puerta del terminal 305 de puerta/control de M_1. Esta particularidad proporciona considerable flexibilidad para controlar o adaptar las características de impedancia y, con ellas, las características limitadoras de señal de la presente realización del limitador de potencia RF. El procesador digital 214, 314 puede, por ejemplo, monitorizar el nivel de tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc por vía de un puerto de entrada adecuado. El procesador digital puede estar configurado para disminuir brusca o gradualmente la impedancia de M_1 por vía del ajuste de la tensión de puerta de M_1 en respuesta a que la tensión V_{DD} de fuente de alimentación en cc cumple un criterio determinado, por ejemplo, alcance una tensión umbral. Este último puede indicar una tensión en CC nomina de la alimentación o indicar un estado completamente cargado del circuito de fuente de alimentación en cc 106, 206, 306 de tal forma que la cantidad de energía entrante desde la señal de antena RF podría, ventajosamente, ser rebajada para evitar las condiciones de sobretensión potencialmente dañinas discutidas previamente en el circuito de fuente de alimentación en cc. El procesador digital puede controlar la impedancia de M_1 de tal forma que permanezca sustancialmente constante por debajo del nivel umbral predefinido y decrezca a una impedancia menor por encima del nivel umbral. La impedancia menor de M_1 por encima del nivel umbral predefinido puede o bien ser sustancialmente constante o bien variable de tal forma que la impedancia decrezca gradualmente con tensiones de fuente de alimentación en cc crecientes.

La figura 5 muestra un primer ejemplo de recipiente para alimentos 520 el cual comprende un biberón. El biberón contiene una porción de leche infantil 528. El biberón 520 comprende un conjunto sensor alimentado por microondas

100, 200, 300 integrado de acuerdo con cualquiera de las realizaciónes anteriores del mismo. El biberón 520 está diseñado para su uso en tipo de consumo de hornos microondas que usan radiación de microondas a 2,45 GHz. El conjunto sensor alimentado por microondas comprende, preferiblemente, carcasa o envolvente que rodea y encierra los circuitos discutidos previamente del conjunto sensor alimentado por microondas integrado. La carcasa puede poseer las mismas propiedades que la carcasa 110 discutida anteriormente en relación con la primera realización del conjunto sensor alimentado por microondas 100. El conjunto sensor alimentado por microondas está dispuesto en una sección de fondo de una pared de botella 522 del biberón 520. La pared de botella 522 puede comprender policarbonato y, por lo tanto, ser bastante transparente a la luz infrarroja y/o luz visible. Un sensor de temperatura 526 sobresale de la carcasa del conjunto sensor alimentado por microondas para conseguir contacto físico con la leche infantil 528 y medir su temperatura en el momento. Como alternativa, el sensor de temperatura 526 puede estar dispuesto dentro de la carcasa y obtener contacto térmico con la leche infantil 528 a través de una superficie de contacto de material adecuado. El conjunto sensor alimentado por microondas comprende una antena de microondas 502 monopolar relativamente corta. La frecuencia de sintonización de la antena de microondas 502 monopolar es, preferiblemente, algo superior de la frecuencia de radiación de 2,45 GHz de la radiación de microondas del horno microondas. Por tanto, la antena de microondas 502 monopolar está desintonizada deliberadamente lo cual ofrece varias ventajas. La frecuencia de sintonización más elevada de la antena de microondas 502 monopolar con respecto a sintonizar a la frecuencia de radiación de microondas de 2,45 GHz conduce a dimensiones físicas más pequeñas de la antena de microondas 502 monopolar. Las dimensiones físicas más pequeñas conducen a dimensiones más pequeñas del conjunto sensor alimentado por microondas y a una integración más sencilla en las diversas clases de equipos tales como el presente biberón 510. La desintonización también disminuye la cantidad de energía microondas recogida por la antena de microondas 502 monopolar y, por lo tanto, disminuye el nivel del nivel de señal de antena RF aplicado tanto al limitador de potencia RF 204, 304 (si está presente) como al circuito de fuente de alimentación en cc 206, 306. La frecuencia de sintonización de la antena de microondas 502 monopolar con respecto a sintonizar a la frecuencia de radiación de microondas de 2,45 GHz puede ser al menos un 50% más elevada conduciendo a una frecuencia de sintonización de la antena de microondas 502 monopolar a o por encima de 3,675 GHz en la presente realización. El conjunto sensor alimentado por microondas comprende, además, un transmisor de datos óptico según se discutió en relación con la segunda realización del conjunto sensor alimentado por microondas 200. El transmisor de datos óptico está configurado para emitir una señal de datos óptica 530 que comprende valores de temperatura medidos de la leche infantil 528 según sn producidos por el sensor de temperatura 526 durante el calentamiento del biberón en el horno. La señal de datos óptica 530 puede ser infrarroja y tiene un nivel o potencia suficientemente grande como para penetrar la pared de botella 522 y penetrar una puerta del horno para alcanzar un receptor óptico colocado en el exterior de la cámara de horno según se discutió anteriormente. El experto entenderá que el transmisor de datos óptico puede ser reemplazado por, o suplementado con, un visualizador tal cono el visualizador 312 discutido anteriormente. El visualizador puede indicar los valores de temperatura medidos de la leche infantil 528 o simplemente indicar hacia el exterior de la cámara de horno que se alcanzó una determinada temperatura objetivo preprogramada de la leche infantil. El usuario puede monitorizar la temperatura en el momento de la leche infantil leyendo las indicaciones de temperatura sobre el visualizador durante el calentamiento e interrumpir el horno cuando se alcanza una temperatura deseada. Como alternativa, el microprocesador discutido previamente del horno microondas puede estar configurado para interrumpir automáticamente el calentamiento del horno microondas cuando se alcanza la temperatura deseada. Esto requiere que la señal de datos óptica transmitida por el conjunto sensor alimentado por microondas esté acoplada al microprocesador del horno microondas por vía del fotodetector montado sobre la puerta del horno según se discutió arriba.

La figura 6 muestra un segundo ejemplo de recipiente para alimentos 620, por ejemplo, en forma de un biberón. El recipiente para alimentos 620 comprende un conjunto sensor alimentado por microondas 600 de acuerdo con cualquiera de las realizaciónes 100, 200, 300 del mismo descritas anteriormente. El conjunto sensor alimentado por microondas 600 está parcial, o totalmente, embebido en una sección de pared 622 del material del recipiente o, es posible, en otras secciones del recipiente. El conjunto sensor alimentado por microondas 600 puede haber sido embebido en la sección de pared 615 del recipiente para alimentos 620 usando técnicas de fabricación tales como moldeo por inyección o mediante sobremoldeo. El recipiente para alimentos 620 puede comprender diversos tipos de materiales compatibles con el moldeo por inyección. Un sensor 626, por ejemplo un sensor de temperatura o un sensor químico, del conjunto sensor alimentado por microondas 600 está dispuesto para obtener contacto físico con un producto alimenticio 628 (por ejemplo una leche infantil) contenido en el recipiente para alimentos 620. La sección del dibujo aumentada 650 de la sección de pared 622 que rodea el conjunto sensor alimentado por microondas 600 ilustra cómo el sensor 626 sobresale al menos parcialmente hacia el exterior de la superficie interna del material de pared para obtener contacto físico con el producto alimenticio 628.

La figura 7 muestra un ejemplo de sonda de temperatura 740 que comprende un conjunto sensor alimentado por microondas de acuerdo con cualquiera de las realizaciónes 100, 200, 300 del mismo discutidas anteriormente. La sonda de temperatura 740 posee numerosos usos y puede, por ejemplo, ser insertada en un producto alimenticio 728 contenido en un recipiente para alimentos 720 tal como una taza, botella, etc. en relación con el calentamiento por microondas del producto alimenticio 728. El conjunto sensor alimentado por microondas comprende una porción principal 700 y una porción de sensor 726 dispuesta físicamente separada de la porción principal 700. La porción de sensor 726 separada puede estar conectada eléctricamente a la porción principal 700 por vía de uno o más cables o conductores eléctricos. Como alternativa, la porción de sensor 726 y la porción principal 700 pueden estar conectadas por vía de un enlace de comunicación inalámbrico. El conjunto sensor alimentado por microondas está,

preferiblemente, encerrado o dispuesto en el interior de una carcasa o envolvente 734 de la sonda de temperatura 740, por ejemplo, una carcasa cilíndrica alargada para facilitar la manipulación y manejo por el usuario final. La sonda de temperatura 740 puede ser insertada en el producto alimenticio 728 durante su uso de tal forma que al menos la porción de sensor 726 esté embebida en el producto alimenticio 728 para medir con precisión las propiedades físicas y/o químicas relevantes del producto alimenticio 728 durante su calentamiento en la cámara del horno microondas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) para horno microondas, que comprende:
una antena de microondas (102) que tiene una frecuencia de sintonización predeterminada para generar una señal de antena RF en respuesta a radiación de microondas a una frecuencia de excitación predeterminada,
un limitador de potencia RF (104) acoplado a la señal de antena RF para limitar una amplitud o potencia de la señal de antena RF de acuerdo con características limitadoras de señal predeterminadas para producir una señal de antena RF limitada (V_{LIM}),
un circuito de fuente de alimentación en cc (106) está acoplado a la señal de antena RF limitada (V_{LIM}) y configurado para rectificar la señal de antena RF limitada (V_{LIM}) y producir una tensión de fuente de alimentación (V_{DD}),
un sensor (108) conectado a la tensión de fuente de alimentación (V_{DD}) y configurado para medir una propiedad física o química de un producto alimenticio (528, 628) bajo calentamiento en una cámara de horno microondas;

2. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según la reivindicación 1, en donde el limitador de potencia RF (104) comprende un circuito de impedancia variable conectado a través de la señal de antena RF;
en donde el circuito de impedancia variable está configurado para presentar una impedancia de salida decreciente con amplitudes o potencias crecientes de la señal de antena RF en la frecuencia de excitación predeterminada para disminuir una coincidencia entre la impedancia de entrada del limitador de potencia y una impedancia de la antena de microondas (102).

3. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según la reivindicación 1 o 2, en donde el circuito de impedancia variable está configurado para:
presentar una impedancia de entrada sustancialmente constante a niveles de potencia de la señal de antena RF por debajo de un nivel umbral; y
presentar una impedancia de entrada gradualmente decreciente a niveles de potencia de la señal de antena RF por encima del nivel umbral.

4. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según la reivindicación 2 o 3, en donde el circuito de impedancia variable comprende un diodo limitador PIN (D_1) o un transistor FET (M_1) controlado.

5. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el circuito de fuente de alimentación comprende uno o más diodo(s) Schottky RF (D_2) para rectificación de la señal de antena RF limitada (V_{LIM}).

6. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la frecuencia de sintonización predeterminada de la antena de microondas (102) se desvía de la frecuencia de excitación predeterminada (915 MHz o 2,45 GHz) de la radiación de microondas en más de +50% o más de -33%.

7. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según la reivindicación 6, en donde la frecuencia de sintonización predeterminada de la antena de microondas (102) es al menos 50% más elevada que la frecuencia de excitación predeterminada (915 MHz o 2,45 GHz) de la radiación de microondas.

8. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la antena de microondas (102) comprende al menos uno de: una antena monopolar, una antena dipolo, una antena de parche.

9. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una impedancia de generador de la antena de microondas (102) es al menos dos veces mayor que una impedancia de entrada al limitador de potencia RF (104) a la frecuencia de excitación predeterminada de la radiación de microondas en la cámara de horno.

10. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una carcasa conductora eléctrica, tal como una lámina metálica o malla metálica que encierra y apantalla al menos el limitador de potencia RF (104) y el circuito de fuente de alimentación (106) contra la radiación electromagnética en microondas.

11. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además:
- un procesador digital (208) acoplado a la tensión de fuente de alimentación (V_{DD}) para recepción de potencia de funcionamiento;
- en donde el procesador digital está acoplado al sensor (108) por vía de un puerto de entrada para recepción de valores parámetro de la propiedad o propiedades físicas o químicas medidas del producto alimenticio.

12. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según la reivindicación 11, que comprende,

además:
- un transmisor de datos óptico acoplado al procesador digital para recepción y transmisión óptica, hacia el exterior de la cámara de horno, de los valores parámetro de la propiedad física o química medida del producto alimenticio (528, 628).

13. Un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende un indicador de parámetros para visualizar valores parámetro de la propiedad física o química monitorizada del producto alimenticio (528, 628) hacia el exterior de la cámara de horno;
en donde el indicador de parámetros comprende al menos un indicador seleccionado de un LED, múltiples LEDs de diferentes colores, un altavoz, un visualizador alfanumérico, papel electrónico.

14. Un recipiente para alimentos (620) que comprende un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes;
en donde un sensor (108) del conjunto de sensor alimentado por microondas está dispuesto para obtener contacto físico o contacto sensorial con el producto alimenticio (528, 628) del recipiente para alimentos.

15. Un recipiente para alimentos según la reivindicación 14, en donde el conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) está parcial o totalmente embebido en una sección de pared (622), sección de tapa o sección de fondo del recipiente para alimentos (620).

16. Una sonda alimentaria (620) que comprende un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones 1-13.

17. Un método de monitorizar propiedades físicas o químicas de un producto alimenticio (528, 628) en relación con el calentamiento en un horno microondas, comprendiendo dicho método los pasos de:
a) colocar un sensor de un conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300) según cualquiera de las reivindicaciones 1-13 en contacto físico o sensorial con el producto alimenticio (528, 628),
b) situar el producto alimenticio (528, 628) dentro de una cámara de horno del horno microondas,
c) activar el horno microondas para producir radiación electromagnética a una frecuencia de excitación predeterminada en el interior de la cámara de horno irradiando y calentando, de este modo, el producto alimenticio (528, 628); y, al menos, un paso de:
- visualizar un valor parámetro de una propiedad física o química medida del producto alimenticio (528, 628) sobre el conjunto de sensor alimentado por microondas (100, 200, 300);
- transmitir un valor parámetro de la propiedad física o química del producto alimenticio (528, 628) por vía de un enlace de comunicación de datos inalámbrico hasta un receptor inalámbrico dispuesto en el exterior de la cámara de horno.

18. Un método de monitorizar propiedades físicas o químicas de un producto alimenticio (528, 628) según la reivindicación 17, en donde el enlace de comunicación de datos inalámbrico comprende un canal de transmisión de datos óptico.

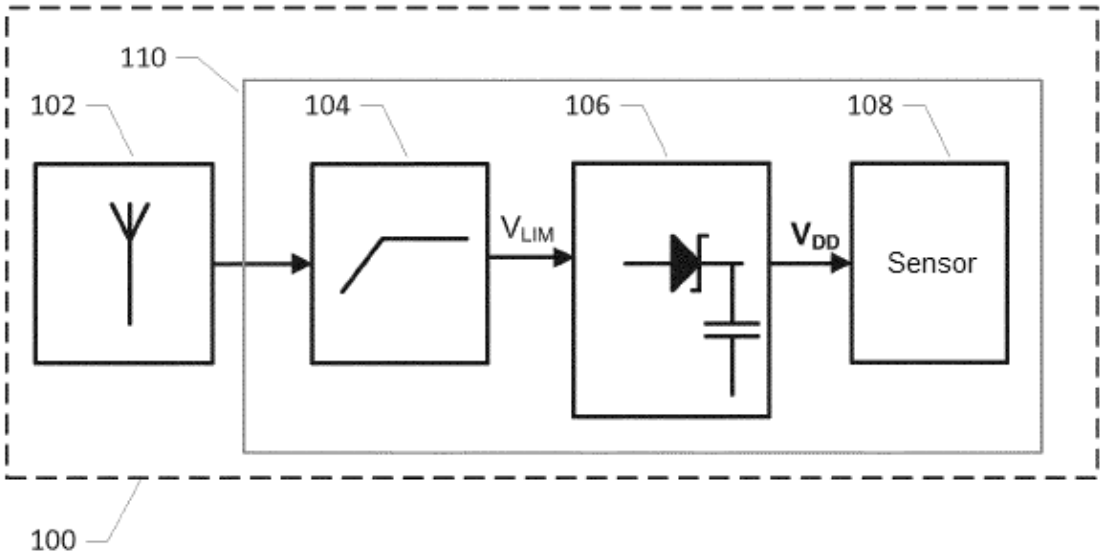


FIG. 1

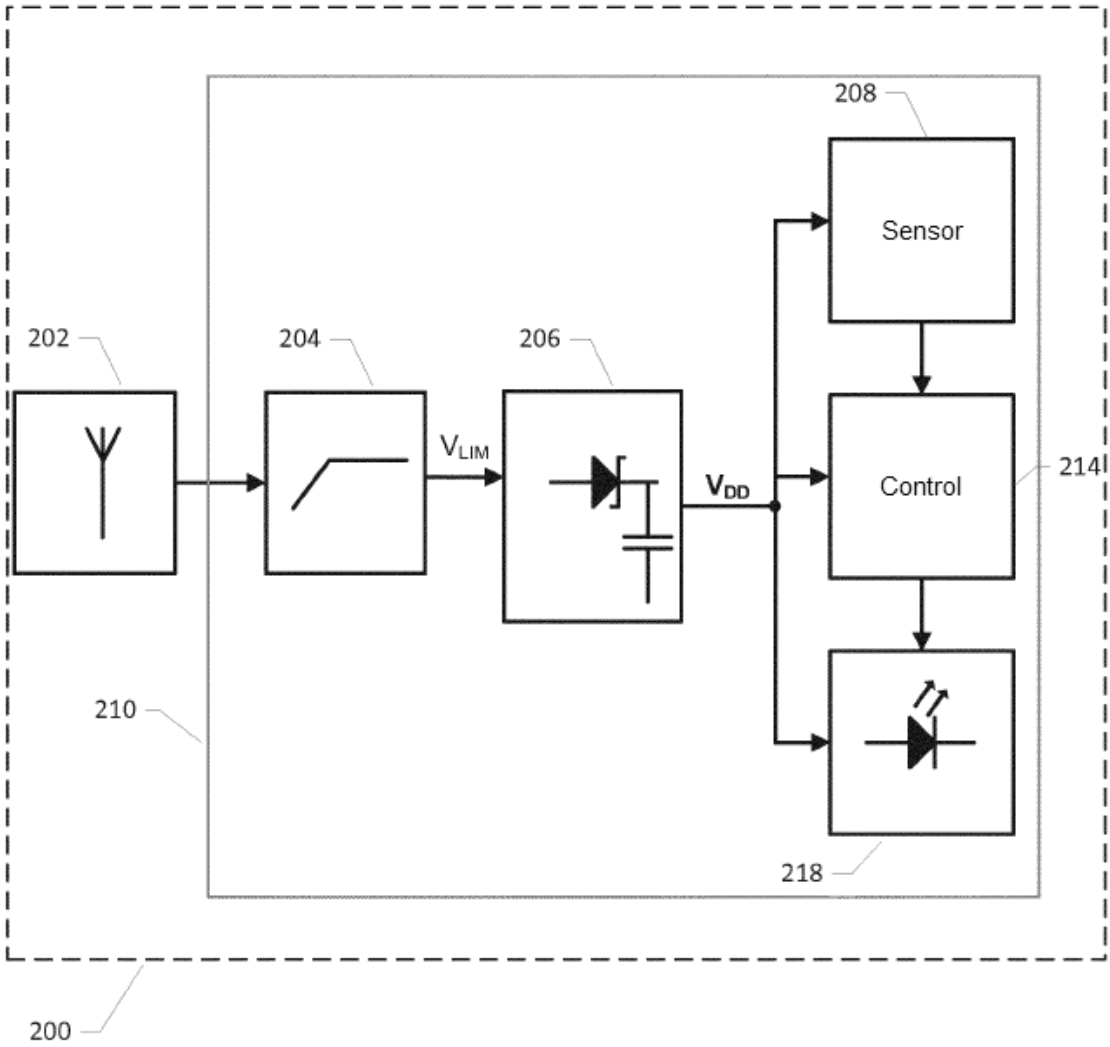


FIG. 2

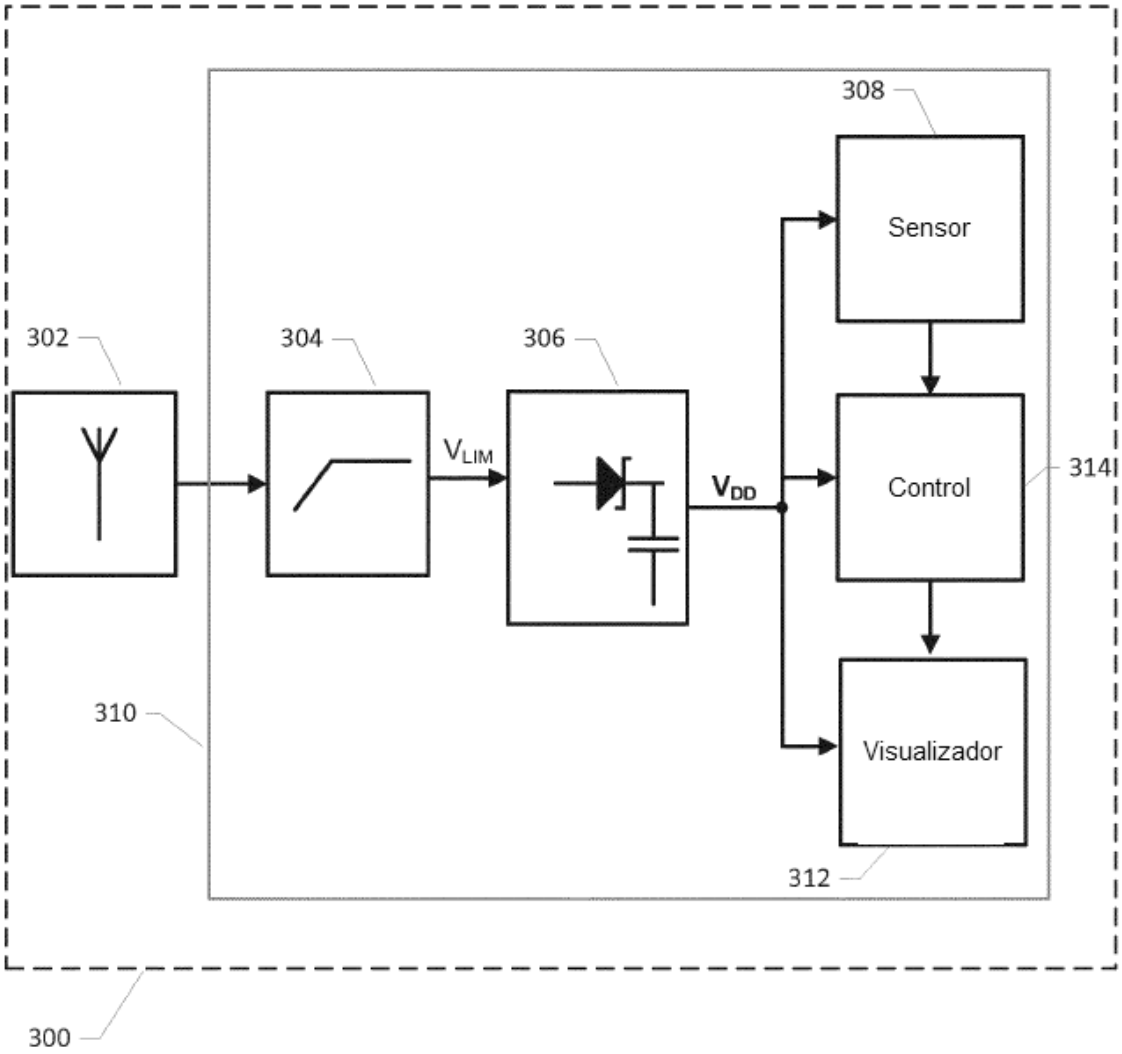
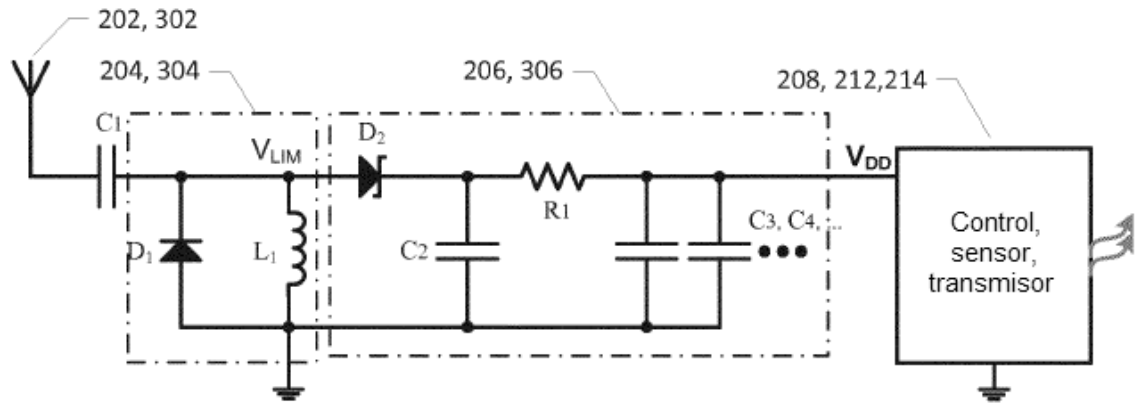
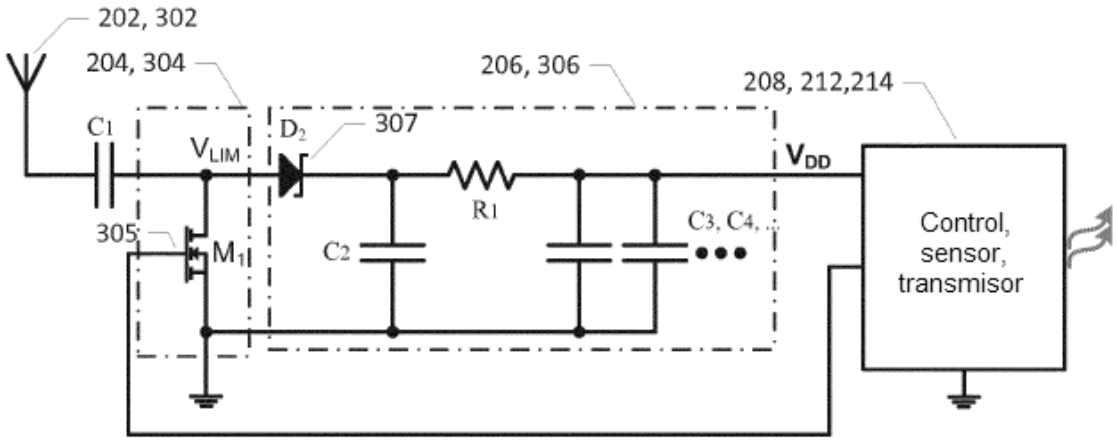

308
Sensor
302
304
306
V_{LIM}
V_{DD}
Control
314
310
Visualizador
312
300

FIG. 3


202, 302
204, 304
206, 306
208, 212,214
C1
VLIM
D2
VDD
R1
C3, C4, ...
D1
L1
C2
Control,
sensor,
transmisor

A)


202, 302
204, 304
206, 306
208, 212,214
C1
VLIM
D2
307
VDD
R1
C3, C4, ...
305
M1
C2
Control,
sensor,
transmisor

B)

FIG. 4

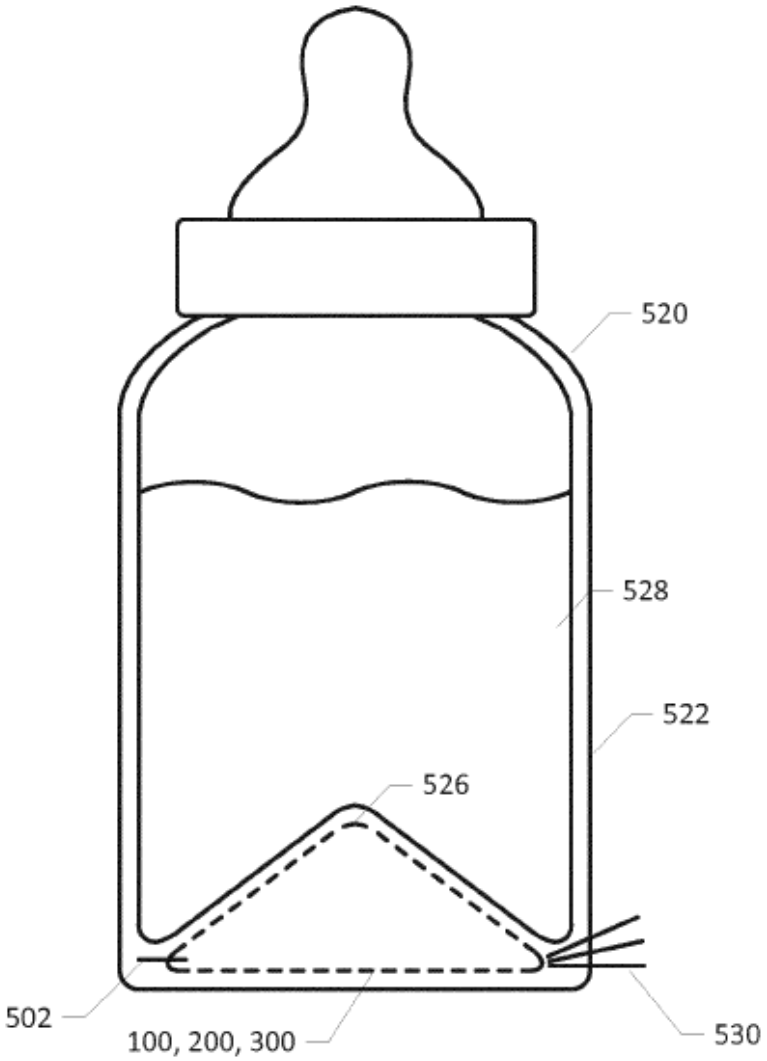


FIG. 5

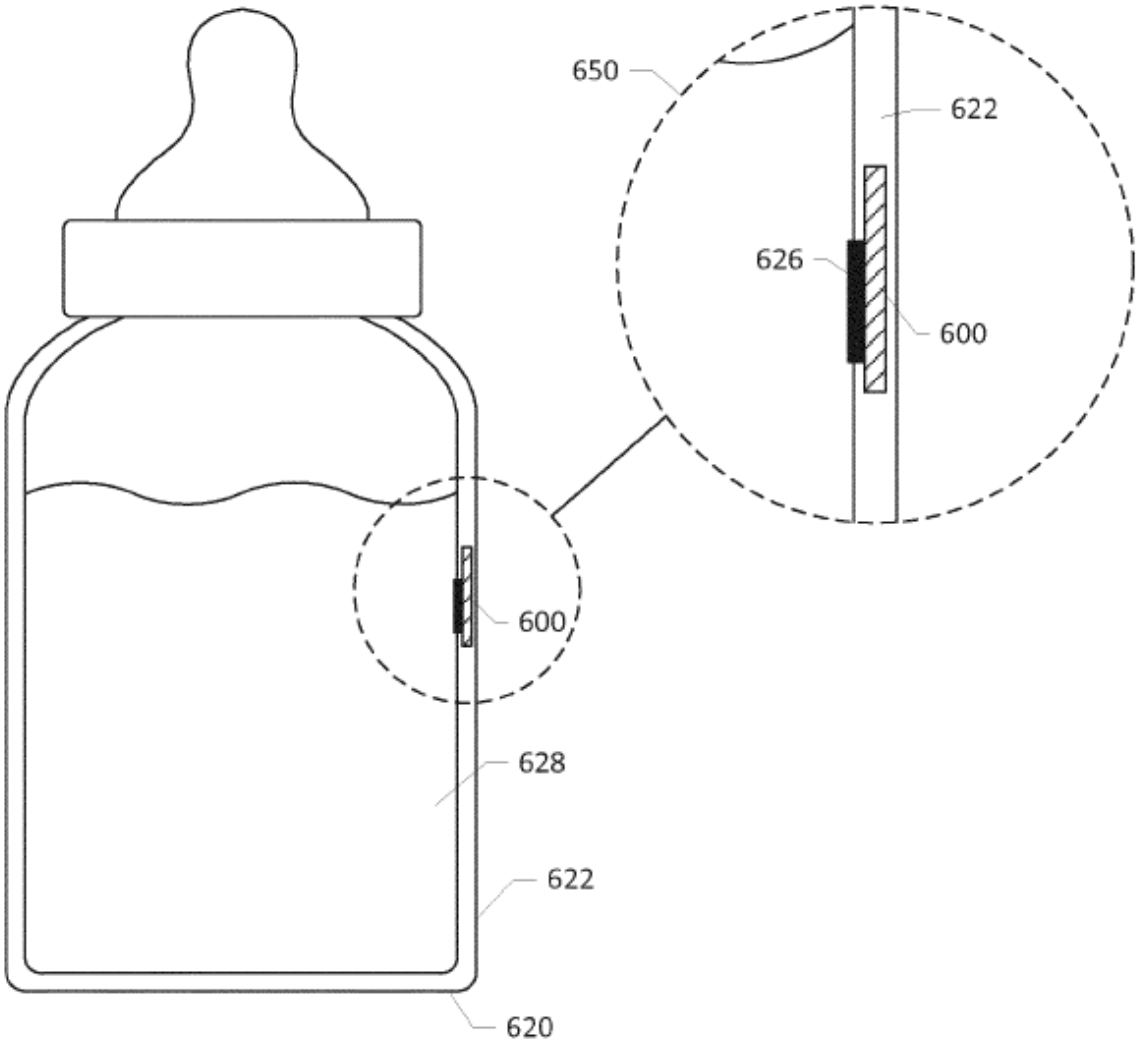


FIG. 6

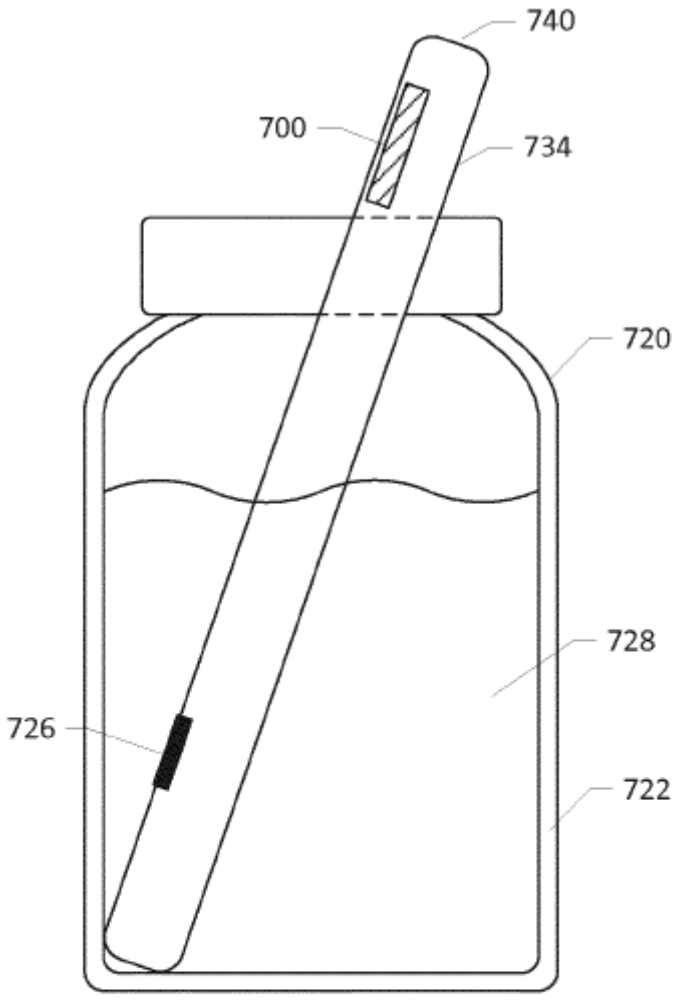


FIG. 7