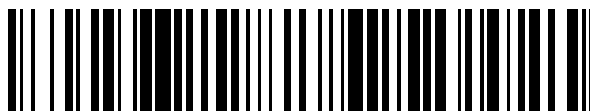


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 114**

51 Int. Cl.:

**A61M 15/06** (2006.01)

**A24F 47/00** (2006.01)

**A61M 11/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2015 PCT/GB2015/052290**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2016 WO16030661**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2015 E 15749864 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3185941**

54 Título: **Sistema electrónico de suministro de aerosol**

30 Prioridad:

**26.08.2014 GB 201415051**

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

**14.03.2019**

73 Titular/es:

**NICOVENTURES HOLDINGS LIMITED (100.0%)  
Globe House, 1 Water Street  
London WC2R 3LA, GB**

72 Inventor/es:

**BUCHBERGER, HELMUT;  
DICKENS, COLIN y  
FRASER, RORY**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 704 114 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 electrónico de suministro de aerosol

## 5 Campo

La presente descripción se refiere a sistemas electrónicos de suministro de aerosol tales como sistemas de administración de nicotina (por ejemplo, cigarrillos electrónicos y similares).

## 10 Antecedentes

Los sistemas electrónicos de suministro de aerosol, como los cigarrillos electrónicos, generalmente contienen un depósito de un líquido fuente que contiene una formulación, que incluye típicamente nicotina, a partir de la cual se genera un aerosol, por ejemplo, mediante vaporización por calor. Una fuente de aerosol para un sistema de suministro de aerosol puede comprender, por lo tanto, un calentador que tiene un elemento de calentamiento adyacente a una mecha dispuesta para extraer el líquido fuente desde el depósito a la proximidad del elemento de calentamiento. Cuando un usuario inhala en el dispositivo, se suministra energía eléctrica al elemento de calentamiento para vaporizar el líquido fuente de la mecha para generar un aerosol para inhalación por parte del usuario. Dichos dispositivos generalmente están provistos de uno o más orificios de entrada de aire ubicados lejos de la boquilla del sistema. Cuando un usuario aspira de la boquilla, el aire entra por los orificios de entrada y pasa por la fuente de aerosol. Hay un paso de flujo que se conecta entre la fuente de aerosol y una abertura en la boquilla, de manera que el aire que pasa a través de la fuente de aerosol continúa a lo largo del paso de flujo hacia la abertura de la boquilla, transportando parte del aerosol desde la fuente de aerosol con él. El aire que lleva el aerosol sale del sistema de suministro de aerosol a través de la abertura de la boquilla para que el usuario lo inhale.

Es conocido en los sistemas electrónicos de provisión de aerosol el control de la energía suministrada al elemento de calentamiento del calentador para proporcionar un rendimiento deseado en términos de generación de aerosol. Por ejemplo, el documento WO 2012/109371 [1] describe un dispositivo en el que la selección de un modo de funcionamiento puede depender de las lecturas de los sensores de temperatura dentro del dispositivo. El documento de EE. UU. N.º 2014/0014126 [2] describe un dispositivo en el que la temperatura de un elemento de calentamiento se determina a partir de su resistencia a medida que se calienta y se enfría para establecer una constante de tiempo térmica para el dispositivo. La potencia suministrada al elemento de calentamiento se puede ajustar según la constante de tiempo. El documento EP 2.316.286 [3] describe un sistema para fumar calentado eléctricamente en el que la temperatura de un elemento de calentamiento se determina a partir de su resistencia y se suministra energía al elemento de calentamiento dependiendo de su temperatura. Los sistemas de suministro de aerosol también pueden comprender otros calentadores, por ejemplo, el documento de EE. UU. N.º 2004/0149737 [4] describe un dispositivo que tiene un sistema de calentamiento inductivo para eliminar los condensados de los sistemas para fumar electrónicos en los que las temperaturas de una disposición de calentadores se determinan a partir de sus respectivas resistencias eléctricas.

El inventor del presente documento ha reconocido que puede surgir un problema con los sistemas de suministro de aerosol existentes del tipo descrito anteriormente si una porción de la mecha adyacente a un elemento de calentamiento se seca. Esto puede suceder, por ejemplo, porque el suministro de líquido fuente a la mecha puede volverse inestable cuando el depósito se está vaciando. El inventor ha reconocido, en particular, que esta condición puede conducir a un calentamiento rápido del elemento de calentamiento en las proximidades de la parte seca de la mecha. El sobrecalentamiento puede estar localizado, pero también puede afectar secciones más grandes y más extendidas del elemento de calentamiento. Teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento típicas, puede esperarse que la sección/punto caliente sobrecalentado alcance rápidamente temperaturas en el intervalo comprendido entre 500 y 900 °C. Este grado de calentamiento rápido no solo representa un riesgo potencial de fuego y de quemaduras para el usuario, sino que el calor radiante del punto caliente puede dañar los componentes dentro del sistema de suministro de aerosol y puede afectar el procedimiento de evaporación. Por ejemplo, el calor de un punto caliente puede hacer que el líquido fuente y/o el aerosol generado se descompongan, por ejemplo, a través de la pirólisis, que puede liberar potencialmente sustancias de sabor desagradable en la corriente de aire para ser inhaladas por un usuario. El calor de un punto caliente también puede encender mezclas de vapor/aire combustibles que a su vez pueden aumentar considerablemente la temperatura de la corriente de aire que debe ser inhalada por un usuario. No solo una mecha inestable puede causar sobrecalentamiento y puntos calientes. El sobrecalentamiento también puede ser el resultado de que se suministre demasiada energía eléctrica al elemento de calentamiento. Si el flujo de calor excede un cierto límite superior (típicamente alrededor de 1 W/mm<sup>2</sup>), la ebullición nucleada puede convertirse en ebullición por películas, siendo este último el mecanismo de ebullición mucho menos efectivo, lo que resulta en un aumento repentino de la temperatura del elemento de calentamiento.

En vista de los problemas explicados anteriormente, hay un deseo de métodos y aparatos que puedan identificar cuándo hay un sobrecalentamiento rápido de un elemento de calentamiento en un sistema de suministro de aerosol, permitiendo así que se tomen medidas correctivas, por ejemplo, reduciendo la alimentación al elemento de calentamiento, por ejemplo, deteniendo el suministro de energía y/o advirtiéndole a un usuario.

El documento de EE. UU. N.º 2013/0306084 A1 describe un sistema generador de aerosol que incluye: una porción de almacenamiento para almacenar un sustrato formador de aerosol, un elemento generador de aerosol para generar un aerosol a partir del sustrato formador de aerosol, un conjunto de circuitos de control en comunicación con la porción de almacenamiento y un componente inhabilitante dentro de la porción de almacenamiento para hacer que la porción de almacenamiento sea inoperable en el sistema generador de aerosol en respuesta a una señal de desactivación del conjunto de circuitos de control.

#### Sumario

De acuerdo con un aspecto de ciertas realizaciones, se proporciona un sistema electrónico de provisión de aerosol que comprende: un elemento de calentamiento para generar un aerosol a partir de un líquido fuente; y un conjunto de circuitos de control para controlar un suministro de energía eléctrica desde una fuente de alimentación al elemento de calentamiento, y en el que el conjunto de circuitos de control está configurado, además, para determinar una indicación de un derivado de una característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo; y determinar si ha surgido o no una condición de falla para el sistema electrónico de suministro de aerosol en base a la indicación determinada de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo.

De acuerdo con otro aspecto de ciertas realizaciones, se proporciona un método para operar un sistema electrónico de suministro de aerosol que comprende un elemento de calentamiento para generar un aerosol a partir de un líquido fuente y un conjunto de circuitos de control para controlar el suministro de energía eléctrica desde una fuente de alimentación al elemento de calentamiento, en el que el método comprende determinar una indicación de un derivado de una característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo; y determinar si ha surgido o no una condición de falla para el sistema electrónico de suministro de aerosol basándose en la indicación determinada de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo.

Los enfoques descritos en el presente documento no se limitan a realizaciones específicas, como se describe a continuación, sino que incluyen y contemplan cualquier combinación apropiada de características presentadas en el presente documento. Por ejemplo, se puede proporcionar un sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con el enfoque descrito en el presente documento que incluye una o más de las diversas características que se describen a continuación, según corresponda.

#### Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán en detalle varias realizaciones a modo de ejemplo solo con referencia a los siguientes dibujos:

La Figura 1 es un diagrama esquemático (en despiece) de un sistema electrónico de suministro de aerosol tal como un cigarrillo electrónico de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una porción del cuerpo principal del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de una porción fuente de aerosol del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones;

La Figura 4 es un diagrama esquemático que muestra ciertos aspectos de un extremo de la porción del cuerpo principal del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones; y

La Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático que representa un modo de operación para un sistema electrónico de suministro de aerosol, tal como un cigarrillo electrónico de acuerdo con algunas realizaciones.

#### Descripción detallada

Los aspectos y características de ciertos ejemplos y realizaciones se explican/describen en el presente documento. Algunos aspectos y características de ciertos ejemplos y realizaciones pueden implementarse convencionalmente y estos no se explican/describen en detalle en aras de la brevedad. Por lo tanto, se apreciará que los aspectos y características de los aparatos y métodos explicados en el presente documento que no se describen en detalle pueden implementarse de acuerdo con cualquier técnica convencional para implementar dichos aspectos y características.

Como se describió anteriormente, la presente descripción se refiere a un sistema de suministro de aerosol, tal como un cigarrillo electrónico. A lo largo de la siguiente descripción, la expresión "cigarrillo electrónico" se usa a veces, pero este término se puede usar indistintamente con el sistema de suministro de aerosol (vapor).

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema de suministro de aerosol/vapor tal como un cigarrillo electrónico 10 de acuerdo con algunas realizaciones (no a escala). El cigarrillo electrónico tiene una forma generalmente cilíndrica, que se extiende a lo largo de un eje longitudinal indicado por la línea discontinua EL, y que comprende dos componentes principales, a saber, un cuerpo 20 y un cartomizador 30. El cartomizador incluye una cámara interna que contiene un depósito de un líquido fuente que comprende una formulación líquida a partir de la cual se genera un aerosol, por ejemplo, que contiene nicotina, un elemento de calentamiento y un elemento de

transporte de líquido (en este ejemplo, un elemento de mecha) para el transporte del líquido fuente a la proximidad del elemento de calentamiento. El elemento de mecha y el elemento de calentamiento a veces se pueden denominar colectivamente como un generador de aerosol/fuente de aerosol/miembro formador de aerosol/vaporizador/atomizador. El cartomizador 30 incluye, además, una boquilla 35 que tiene una abertura a través de la cual un usuario puede inhalar el aerosol del generador de aerosol. El líquido fuente puede ser de un tipo convencional usado en cigarrillos electrónicos, por ejemplo, que comprende 0-5 % de nicotina disuelta en un disolvente que comprende glicerol, agua y/o propilenglicol. El líquido fuente también puede comprender saborizantes. El depósito para el líquido fuente puede comprender una matriz porosa o cualquier otra estructura dentro de una carcasa para retener el líquido fuente hasta el momento en que se requiera su administración al vaporizador/generador de aerosol.

Como se explica más adelante, el cuerpo 20 incluye una celda o batería recargable para proporcionar energía al cigarrillo electrónico 10 y una placa de circuito que comprende un conjunto de circuitos de control para controlar generalmente el cigarrillo electrónico. En uso, cuando el elemento de calentamiento recibe energía de la batería, como lo controla la placa de circuito, el elemento de calentamiento vaporiza el líquido fuente del elemento de mecha en una ubicación de calentamiento cerca del elemento de calentamiento para generar un aerosol. El aerosol es inhalado por un usuario a través de la abertura en la boquilla. Durante la inhalación del usuario, el aerosol se transporta desde la fuente de aerosol hasta la abertura de la boquilla a lo largo de un canal de aire que se conecta entre ellos.

En este ejemplo particular, el cuerpo 20 y el cartomizador 30 se pueden separar entre sí separándolos en una dirección paralela al eje longitudinal EL, como se muestra en la Figura 1, pero se unen cuando el dispositivo 10 está en uso por una conexión, indicado esquemáticamente en la Figura 1 como 25A y 25B, para proporcionar conectividad mecánica y eléctrica entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30. El conector eléctrico en el cuerpo 20 que se usa para conectarse al cartomizador también sirve como un enchufe para conectar un dispositivo de carga (que no se muestra) cuando el cuerpo está separado del cartomizador 30. El otro extremo del dispositivo de carga se puede conectar a una fuente de alimentación externa, por ejemplo, una toma USB, para cargar o recargar la celda/batería en el cuerpo 20 del cigarrillo electrónico. En otras implementaciones, se puede proporcionar un cable para la conexión directa entre el conector eléctrico en el cuerpo y la fuente de alimentación externa.

El cigarrillo electrónico 10 está provisto de uno o más orificios (que no se muestran en la Figura 1) para la entrada de aire. Estos orificios se conectan a un paso de aire que pasa a través del cigarrillo electrónico 10 a la boquilla 35. El paso de aire incluye una región alrededor de la fuente de aerosol y una sección que comprende un canal de aire que se conecta desde la fuente de aerosol a la abertura en la boquilla.

Cuando un usuario inhala a través de la boquilla 35, el aire se introduce en este paso de aire a través de uno o más orificios de entrada de aire, que están ubicados adecuadamente en el exterior del cigarrillo electrónico. Este flujo de aire (o el cambio resultante en la presión) es detectado por un sensor de presión que a su vez activa el suministro de energía eléctrica de la batería al elemento de calentamiento para vaporizar una porción de la fuente de líquido en el elemento de mecha adyacente al elemento de calentamiento. La activación del funcionamiento del cigarrillo electrónico en respuesta a la inhalación del usuario puede implementarse de acuerdo con técnicas convencionales. El flujo de aire pasa a través del paso de aire y se combina/mezcla con el vapor en la región alrededor de la fuente de aerosol para generar el aerosol. La combinación resultante de flujo de aire y vapor continúa a lo largo del canal de aire que se conecta desde la fuente de aerosol a la boquilla para que un usuario la inhale. El cartomizador 30 puede separarse del cuerpo 20 y desecharse cuando se agota el suministro del líquido fuente (y reemplazarlo por otro cartomizador si así se desea). Alternativamente, el cartomizador puede ser rellenable.

En general, la construcción y el funcionamiento del cigarrillo electrónico pueden seguir técnicas establecidas en el campo de los sistemas de suministro de aerosoles, excepto cuando se modifican para proporcionar funcionalidad de acuerdo con los métodos y aparatos descritos en el presente documento. Por lo tanto, se apreciará que el cigarrillo electrónico 10 que se muestra en la Figura 1 se presenta como un ejemplo de implementación de un sistema de suministro de aerosol de acuerdo con la presente descripción, y varias otras implementaciones pueden adoptarse en el contexto de otras configuraciones del sistema de suministro de aerosol. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el cartomizador 30 puede proporcionarse como dos componentes separables, a saber, un cartucho que comprende el depósito de líquido fuente y la boquilla (que puede reemplazarse cuando se agota el líquido fuente del depósito), y un vaporizador/generador de aerosol que comprende un elemento de calentamiento (que generalmente queda retenido). Como otro ejemplo, el aparato de carga y/o el elemento de calentamiento en sí pueden conectarse a una fuente de alimentación adicional o alternativa, como una toma de encendedor de cigarrillos de automóvil. De manera más general, se apreciará que las realizaciones de la divulgación descrita en el presente documento pueden implementarse junto con cualquier diseño de sistema electrónico de suministro de aerosol que se base en un elemento de calentamiento electrónico para suministrar el líquido fuente en forma de vapor/aerosol y los principios operativos subyacentes y el diseño estructural de otros aspectos del sistema de suministro de aerosol no son significativos para los principios de operación de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente documento.

La Figura 2 es un diagrama esquemático del cuerpo 20 del cigarrillo electrónico de la Figura 1. La Figura 2 puede considerarse, en general, como una sección transversal en un plano a través del eje longitudinal EL del cigarrillo

electrónico. Téngase en cuenta que varios componentes y detalles del cuerpo, por ejemplo, como el cableado y una conformación más compleja, se han omitido de la Figura 2 por razones de claridad.

5 Como se muestra en la Figura 2, el cuerpo 20 incluye una batería o celda 210 para alimentar el cigarrillo electrónico 10, así como una placa de circuito 555 que comprende el conjunto de circuitos de control 550, en este ejemplo, en forma de un chip, como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, por sus siglas en inglés) o microcontrolador, para controlar el cigarrillo electrónico 10. El conjunto de circuitos de control 550 puede estar dispuesto al lado o en un extremo de la batería 210. El circuito de control 550 puede proporcionarse como un elemento único o como un número de elementos discretos. El conjunto de circuitos de control 550 está conectado a una unidad de sensor 215 para detectar una inhalación en la boquilla 35 (o, alternativamente, la unidad de sensor 215 puede ser proporcionada por el propio conjunto de circuitos de control). En respuesta a tal detección, el conjunto de circuitos de control 550 activa el suministro de energía de la batería o celda 210 al elemento de calentamiento en el cartomizador para vaporizar el líquido fuente e introducir un aerosol en el flujo de aire que es inhalado por un usuario. Como se señaló anteriormente, este aspecto de la operación puede ser convencional.

15 Sin embargo, además de estar configurado para soportar los aspectos operativos convencionales del cigarrillo electrónico de acuerdo con las técnicas establecidas, el circuito de control 550 está configurado, además, de acuerdo con las realizaciones de la descripción para operar con el fin de determinar si se ha presentado una condición de falla (correspondiente a la aparición de un punto caliente/encendido/calentamiento rápido del elemento de calentamiento), como se describe más adelante. A este respecto, el cuerpo 20 del sistema de suministro de aerosol de acuerdo con esta implementación ejemplo comprende, además, un indicador 560 para proporcionarle a un usuario una indicación (advertencia) de cuándo se ha presentado una condición de falla. El indicador 560 en este ejemplo comprende una luz, por ejemplo, un diodo emisor de luz, que está acoplado a, y puede ser accionado por, el conjunto de circuitos de control 550. Se pueden usar otras formas de indicador, por ejemplo, un altavoz, para emitir un tono de advertencia en respuesta a que se ha producido una condición de falla.

20 El cuerpo 20 incluye, además, una tapa 225 para sellar y proteger el extremo lejano (distal) del cigarrillo electrónico. Hay un orificio de entrada de aire provisto en o adyacente a la tapa 225 para permitir que el aire entre en el cuerpo y fluya a través de la unidad del sensor 215 cuando un usuario inhala en la boquilla 35. Por lo tanto, este flujo de aire permite que la unidad de sensor 215 responda a la inhalación del usuario para activar el conjunto de circuitos de control 550 con el fin de activar el elemento generador de aerosol del cigarrillo electrónico (es decir, para suministrar energía eléctrica al elemento de calentamiento).

30 En el extremo opuesto del cuerpo 20 desde la tapa 225 está el conector 25B para unir el cuerpo 20 al cartomizador 30. El conector 25B proporciona conectividad mecánica y eléctrica entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30. El conector 25B incluye un conector de cuerpo 240, que es metálico (plateado en algunas realizaciones) que sirve de terminal para la conexión eléctrica (positiva o negativa) al cartomizador 30. El conector 25B incluye, además, un contacto eléctrico 250 para proporcionar un segundo terminal para la conexión eléctrica al cartomizador 30 de polaridad opuesta al primer terminal, a saber, el conector 240 del cuerpo. El contacto eléctrico 250 está montado en un resorte helicoidal 255. Cuando el cuerpo 20 está unido al cartomizador 30, el conector 25A en el cartomizador empuja contra el contacto eléctrico 250 de tal manera que comprime el resorte helicoidal en una dirección axial, es decir, en una dirección paralela a (alineado conjuntamente con) el eje longitudinal EL. En vista de la naturaleza elástica del resorte 255, esta compresión empuja al resorte 255 para que se expanda, lo que tiene el efecto de empujar el contacto eléctrico 250 firmemente contra el conector 25A, lo que ayuda a asegurar una buena conectividad eléctrica entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30. El conector 240 del cuerpo y el contacto eléctrico 250 están separados por un espaciador 260, que está hecho de un material no conductor (como el plástico) para proporcionar un buen aislamiento entre los dos terminales eléctricos. El espaciador 260 está configurado para ayudar con el acoplamiento mecánico mutuo de los conectores 25A y 25B.

40 La Figura 3 es un diagrama esquemático del cartomizador 30 del cigarrillo electrónico de la Figura 1 de acuerdo con algunas realizaciones. La Figura 3 puede considerarse, en general, como una sección transversal en un plano a través del eje longitudinal EL del cigarrillo electrónico. Téngase en cuenta que varios componentes y detalles del cuerpo, por ejemplo, como el cableado y una conformación más compleja, se han omitido de la Figura 3 por razones de claridad.

50 El cartomizador 30 incluye una fuente de aerosol 365; 368 dispuesta en un paso de aire 355 que se extiende a lo largo del eje central (longitudinal) del cartomizador 30 desde la boquilla 35 al conector 25A para unir el cartomizador al cuerpo 20. La fuente de aerosol comprende un elemento de calentamiento 365 resistivo adyacente a un elemento de mecha (elemento de transporte de líquido) 368 que está dispuesto para transportar el líquido fuente desde un depósito del líquido fuente 360 hasta la proximidad del elemento de calentamiento 365 para el calentamiento. El depósito del líquido fuente 360 en este ejemplo se proporciona alrededor del paso de aire 335 y puede implementarse, por ejemplo, proporcionando algodón o espuma empapada en el líquido fuente. Los extremos del elemento de mecha 365 están en contacto con el líquido fuente en el depósito 360, de modo que el líquido se extrae a lo largo del elemento de mecha hasta ubicaciones adyacentes a la extensión del elemento de calentamiento 365.

La configuración general del elemento de mecha 368 y el elemento de calentamiento 365 puede seguir técnicas convencionales. Por ejemplo, en algunas implementaciones, el elemento de mecha y el elemento de calentamiento pueden comprender elementos separados, por ejemplo, un alambre de calentamiento metálico enrollado alrededor de una mecha cilíndrica que consiste, por ejemplo, en un haz, hebra o hilo de fibras de vidrio. En otras implementaciones, la funcionalidad del elemento de mecha y el elemento de calentamiento puede ser proporcionada por un elemento único. Es decir, el propio elemento de calentamiento puede proporcionar la función de mecha. Por lo tanto, en varias implementaciones ejemplo, el elemento de calentamiento/elemento de mecha puede comprender uno o más de: una estructura compuesta de metal, tal como medios de fibra de metal sinterizado poroso (Bekipor® ST) de Bekaert; una estructura de espuma de metal, por ejemplo del tipo disponible en Mitsubishi Materials; una malla de alambre de metal sinterizado multicapa, o una malla de alambre de metal de una sola capa plegada, como la comercializada por Bopp; una trenza de metal; o tejido de fibra de vidrio o fibra de carbono entrelazado con alambres metálicos. El "metal" puede ser cualquier material metálico que tenga una resistividad eléctrica apropiada para ser usado en conexión/combinación con una batería. La resistencia eléctrica resultante del elemento de calentamiento estará típicamente en el intervalo de 0,5 a 5 ohmios. Se podrían usar valores por debajo de 0,5 ohmios, pero potencialmente podrían sobrecargar la batería. El "metal" podría ser, por ejemplo, una aleación de NiCr (por ejemplo, NiCr8020) o una aleación de FeCrAl (por ejemplo, "Kanthal") o acero inoxidable (por ejemplo, AISI 304 o AISI 316).

Como se explica más adelante, las realizaciones de la descripción pueden basarse en cambios en la resistencia de un elemento de calentamiento con la temperatura para identificar la aparición de condiciones de falla. Por lo tanto, de acuerdo con ciertas realizaciones, el elemento de calentamiento 365 resistivo se forma a partir de un material con un coeficiente de resistencia a la temperatura relativamente alto. El coeficiente de temperatura de algunos de los metales mencionados anteriormente es relativamente bajo (por ejemplo,  $<0,0001 \text{ K}^{-1}$  para NiCr8020 y Kanthal). El acero inoxidable, sin embargo, tiene un mayor coeficiente de temperatura. Así, en algunas implementaciones, el acero inoxidable puede ser un material preferido para el elemento de calentamiento en el contexto de la presente invención, pero, por supuesto, se apreciará que podría usarse otro material. La expresión "acero inoxidable" tal como se usa en el presente documento puede interpretarse de acuerdo con la terminología convencional de la industria metalúrgica y comprende al menos las series de acero inoxidable SAE/AISI 100, 200, 300 y 400.

El elemento de calentamiento 365 se alimenta a través de las líneas 366 y 367, que a su vez se pueden conectar a polaridades opuestas (positiva y negativa, o viceversa) de la batería 210 a través del conector 25A y bajo el control del conjunto de circuitos de control 355 (los detalles del cableado entre las líneas eléctricas 366 y 367 y el conector 25A se omiten en la Figura 3).

El conector 25A incluye un electrodo interno 375, que puede ser plateado o fabricado de algún otro metal adecuado. Cuando el cartomizador 30 está conectado al cuerpo 20, el electrodo interno 375 entra en contacto con el contacto eléctrico 250 del cuerpo 20 para proporcionar un primer recorrido eléctrico entre el cartomizador y el cuerpo. En particular, cuando los conectores 25A y 25B están enganchados, el electrodo interno 375 empuja contra el contacto eléctrico 250 para comprimir el resorte en espiral 255, lo que ayuda a asegurar un buen contacto eléctrico entre el electrodo interno 375 y el contacto eléctrico 250.

El electrodo interno 375 está rodeado por un anillo aislante 372, que puede estar hecho de plástico, caucho, silicona o cualquier otro material adecuado. El anillo aislante está rodeado por el conector de cartomizador 370, que puede ser plateado o fabricado de algún otro metal adecuado o material conductor. Cuando el cartomizador 30 está conectado al cuerpo 20, el conector 370 del cartomizador entra en contacto con el conector 240 del cuerpo del cuerpo 20 para proporcionar un segundo recorrido eléctrico entre el cartomizador y el cuerpo. En otras palabras, el electrodo interno 375 y el conector del cartomizador 370 sirven como terminales positivos y negativos (o viceversa) para suministrar energía desde la batería 210 en el cuerpo al elemento de calentamiento 365 en el cartomizador a través de las líneas de suministro 366 y 367 bajo el control del conjunto de circuitos de control 550.

El conector 370 del cartomizador está provisto de dos pestañas o lengüetas 380A, 380B, que se extienden en direcciones opuestas lejos del eje longitudinal del cigarrillo electrónico. Estas lengüetas se usan para proporcionar una conexión de bayoneta junto con el conector 240 del cuerpo para conectar el cartomizador 30 al cuerpo 20. Este accesorio de bayoneta proporciona una conexión segura y firme entre el cartomizador 30 y el cuerpo 20, de modo que el cartomizador y el cuerpo se mantienen en una posición fija entre sí, sin bamboleo ni flexión, y la probabilidad de cualquier desconexión accidental es muy pequeña. Al mismo tiempo, el accesorio de bayoneta proporciona una conexión y desconexión simple y rápida mediante una inserción seguida de una rotación para la conexión y una rotación (en la dirección inversa) seguida de una extracción para la desconexión. Se apreciará que otras realizaciones pueden usar una forma diferente de conexión entre el cuerpo 20 y el cartomizador 30, tal como un ajuste a presión o una conexión por tornillo.

La Figura 4 es un diagrama esquemático de ciertos detalles del conector 25B en el extremo del cuerpo 20 de acuerdo con algunas realizaciones (pero se omite, para claridad, la mayor parte de la estructura interna del conector como se muestra en la Figura 2, como el espaciador 260). En particular, la Figura 4 muestra la carcasa externa 201 del cuerpo 20, que generalmente tiene la forma de un tubo cilíndrico. Esta carcasa externa 201 puede comprender, por ejemplo, un tubo interior de metal con una cubierta exterior de papel o similar.

El conector 240 del cuerpo se extiende desde esta carcasa externa 201 del cuerpo 20. El conector del cuerpo como se muestra en la Figura 4 comprende dos porciones principales, una porción de eje 241 en forma de un tubo cilíndrico hueco, que está dimensionado para encajar justo dentro de la carcasa externa 201 del cuerpo 20, y una porción de reborde 242 que está dirigida en una dirección radialmente hacia afuera, lejos del eje longitudinal (EL) principal del cigarrillo electrónico. Alrededor de la porción del eje 241 del conector del cuerpo 240, donde la porción de eje no se superpone con la carcasa externa 201, hay un collar o manguito 290, que nuevamente tiene la forma de un tubo cilíndrico. El collar 290 está retenido entre la porción de reborde 242 del conector del cuerpo 240 y la carcasa externa 201 del cuerpo, que juntos evitan el movimiento del collar 290 en una dirección axial (es decir, paralela al eje EL). Sin embargo, el collar 290 puede girar libremente alrededor de la porción de eje 241 (y, por lo tanto, también del eje EL).

Como se mencionó anteriormente, la tapa 225 está provista de un orificio de entrada de aire para permitir que el aire fluya por el sensor 215 cuando un usuario inhala en la boquilla 35. Sin embargo, para este ejemplo particular del sistema de suministro de aerosol, la mayor parte del aire que ingresa al dispositivo cuando el usuario inhala fluye a través del collar 290 y del conector del cuerpo 240 como lo indican las dos flechas en la Figura 4.

Como se indicó anteriormente, existe un deseo de esquemas para determinar la presencia de condiciones de falla en un sistema de suministro de aerosol, y en particular, la presencia de un sobrecalentamiento rápido de un elemento de calentamiento, incluido el sobrecalentamiento localizado (es decir, puntos calientes). Dicho sobrecalentamiento podría deberse, por ejemplo, a una falta (posiblemente temporal) del líquido fuente para el calentamiento cerca de ciertas partes de un elemento de calentamiento. Del mismo modo, podría deberse a una sobrecarga térmica del elemento de calentamiento cuando el flujo de calor supera un cierto límite (por ejemplo, de aproximadamente  $1 \text{ W/mm}^2$ ). Se ha propuesto previamente en el contexto de los dispositivos del tipo de cigarrillo electrónico para determinar la temperatura de un elemento de calentamiento a partir de su resistencia, por ejemplo en el documento de EE. UU. N.º 2014/0014126 [2] y en el documento EP 2 316 286 [3]. Sin embargo, el inventor ha reconocido que un enfoque como este es relativamente inapropiado para la identificación de la presencia de un sobrecalentamiento rápido, posiblemente localizado, en especial si se usan materiales con un coeficiente de resistencia a la temperatura relativamente bajo (por ejemplo, aleaciones de NiCr o Kanthal) para el elemento de calentamiento. Pero incluso el mayor coeficiente de temperatura del acero inoxidable puede no proporcionar la sensibilidad requerida para determinar eventos de sobrecalentamiento localizados (puntos calientes) usando técnicas existentes. Esto se debe a que la medición de la temperatura de un elemento de calentamiento a partir de su resistencia proporciona una indicación de una temperatura promedio para el elemento de calentamiento integrado a lo largo de su longitud. Por ejemplo, con un elemento de calentamiento que tiene una longitud de 30 mm, y suponiendo efectos no lineales insignificantes, no sería posible distinguir entre un aumento de temperatura uniforme de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  a lo largo de toda la longitud del elemento de calentamiento y un incremento de temperatura localizada de  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  a lo largo de una longitud de 3 mm del elemento de calentamiento a partir de una medición de la resistencia de los elementos de calentamiento. Esto significa que un aumento aceptable de la temperatura para una parte más grande del elemento de calentamiento puede ser indistinguible del sobrecalentamiento localizado que podría ser peligroso.

Por lo tanto, un aspecto del sistema de suministro de aerosol de acuerdo con las realizaciones de la presente descripción hace uso de los cambios en la resistencia de un elemento de calentamiento con la temperatura para determinar si ha surgido una condición de falla, pero en lugar de buscar determinar si ha surgido una condición de falla basándose en la resistencia para el elemento de calentamiento, los enfoques de acuerdo con ciertas realizaciones de la presente descripción, en cambio, determinan si ha surgido una condición de falla en base a una derivada temporal (t) observada para la resistencia (R) del elemento de calentamiento (o una característica eléctrica correspondiente relacionada, como la conductancia, consumo de corriente, consumo de energía o caída de voltaje). Por ejemplo, la derivada temporal puede ser, en algunos casos, una primera derivada (es decir,  $dR/dt$ ) y en otros casos, puede ser una segunda derivada ( $d^2R/dt^2$ ).

La Figura 5 es un diagrama de flujo que representa esquemáticamente los pasos de un método para operar un sistema electrónico de suministro de vapor de acuerdo con ciertas realizaciones de la descripción. Así, en el contexto del ejemplo del cigarrillo electrónico representado en las Figuras 1 a 4, los circuitos de control 550 están configurados para proporcionar funcionalidad de acuerdo con el método representado en la Figura 5.

El procedimiento comienza en el Paso P1 donde se supone que un usuario está usando el sistema electrónico 10 de suministro de aerosol de las Figuras 1 a 4.

En el Paso P2, el conjunto de circuitos de control 550 detecta que el usuario ha comenzado a inhalar (es decir, el usuario ha comenzado a absorber la boquilla para aspirar aire a través del sistema electrónico de suministro de aerosol). Esta detección se basa en señales recibidas del sensor 215 y puede realizarse de acuerdo con cualquier técnica generalmente convencional.

En el Paso P3, el conjunto de circuitos de control 550 inicia el suministro de energía eléctrica al elemento de calentamiento 365 para comenzar a vaporizar el líquido fuente desde el elemento de mecha 368 para generar un aerosol para su inhalación por parte del usuario. De nuevo, este procedimiento puede realizarse de acuerdo con

técnicas convencionales. En particular, la manera específica en que se suministra la energía eléctrica durante el funcionamiento normal (es decir, sin que se considere que se ha producido una condición de falla) se puede elegir de acuerdo con un rendimiento deseado en términos de sincronización y alcance de la generación de aerosol de acuerdo con técnicas convencionales. Por ejemplo, se puede suministrar energía eléctrica al elemento de calentamiento durante un período de tiempo correspondiente a la duración de la bocanada del usuario con variaciones en la cantidad de energía suministrada (por ejemplo, usando la modulación del ancho del pulso) durante toda la bocanada del usuario para proporcionar un nivel deseado de generación de aerosol de acuerdo con las técnicas establecidas. Los Pasos P4 a P6 de la Figura 5, que se explican más adelante, se llevan a cabo de manera continua y repetitiva durante el período en el que se suministra energía al elemento de calentamiento y se genera aerosol.

En el Paso P4, el conjunto de circuitos de control 550 controla la resistencia R del elemento de calentamiento. Esto se puede lograr midiendo la resistencia (o un parámetro eléctrico correspondiente, como la conductancia, el consumo de corriente, el consumo de energía o la caída de voltaje) del elemento de calentamiento en una serie de tiempos discretos, por ejemplo, una vez cada 10 ms. El procedimiento de medición de la resistencia del elemento de calentamiento puede realizarse de acuerdo con las técnicas de medición de resistencia convencionales. Es decir, el conjunto de circuitos de control 550 puede comprender un componente de medición de resistencia que se basa en técnicas establecidas para medir la resistencia (o un parámetro eléctrico correspondiente). A este respecto, el componente de medición de resistencia del conjunto de circuitos de control 550 se puede acoplar al elemento de calentamiento a través de las líneas 366, 367 y los diversos elementos de los componentes de conector 25A, 25B. A este respecto, se apreciará que el conjunto de circuitos de control 550 puede medir la resistencia combinada del elemento de calentamiento y los diversos componentes que conectan el conjunto de circuitos de control 550 al elemento de calentamiento 365. Sin embargo, dado que no se espera que la resistencia de los otros componentes en la trayectoria de resistencia cambie significativamente con respecto al tiempo, esto tiene poco impacto en las mediciones de la derivada de la resistencia del elemento de calentamiento con respecto al tiempo de acuerdo con las realizaciones de la divulgación descrita en el presente documento. Además, se apreciará que la caída de corriente, la potencia o la tensión asociadas con el elemento de calentamiento (y, por lo tanto, su resistencia) también pueden determinarse a partir de las mediciones de una característica eléctrica (por ejemplo, consumo de tensión o corriente/energía) de otro elemento resistivo acoplado eléctricamente al elemento de calentamiento, por ejemplo, un transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET, por sus siglas en inglés) de potencia, una resistencia de derivación o incluso la propia batería, teniendo en cuenta la ley de voltaje de Kirchhoff.

En el Paso P5, se determina una derivada de la resistencia R con respecto al tiempo t a partir de una serie del valor de resistencia establecido en el Paso P4 en diferentes momentos. Es decir, el conjunto de circuitos de control está configurado para mantener un registro de los valores previos de R establecidos según el período de muestreo y para determinar una derivada temporal de los valores establecidos. Por ejemplo, la derivada puede ser una primera derivada con respecto al tiempo o una segunda derivada con respecto al tiempo. La derivada se puede determinar a partir de los valores establecidos de R de acuerdo con técnicas de procesamiento numérico convencionales para determinar gradientes a partir de mediciones discretas. Por ejemplo, suponiendo una serie de medidas de resistencia  $R_0, R_1, R_2, R_3 \dots R_{n-1}, R_n, R_{n+1} \dots$  establecidas de acuerdo con un período de muestreo regular p, una indicación inicialmente determinada de una primera derivada en un tiempo  $t_n$  (correspondiente al tiempo de la muestra  $R_n$ ) puede determinarse simplemente de acuerdo con:

$$dR/dt = (R_{n+1} - R_{n-1})/2p.$$

De manera similar, una indicación inicialmente determinada de una segunda derivada en el tiempo  $t_n$  (correspondiente al tiempo de la muestra  $R_n$ ) puede determinarse simplemente de acuerdo con:

$$d^2R/dt^2 = (R_{n+1} + R_{n-1} - 2R_n)/p^2.$$

Sin embargo, se apreciará que existen otras varias técnicas estadísticas bien establecidas para establecer una primera derivada o una segunda derivada de una serie de muestras. Se apreciará, además, que no es necesario determinar una derivada real en términos de ohmios por segundo, sino que es suficiente una indicación de la derivada. Por ejemplo, con un período de muestreo regular, no es necesario tener en cuenta el tiempo real entre las muestras, ya que simplemente cambiará las unidades efectivas de la o las derivadas determinadas. En este ejemplo particular, se supone que el procedimiento en el Paso P5 se basa en la determinación de una primera derivada de resistencia con respecto al tiempo (es decir,  $dR/dt$ ).

En el Paso P6, la derivada establecida en el paso P5 se compara con un valor umbral V. En efecto, el valor umbral es una indicación de la tasa máxima de cambio de resistencia que podría esperarse sin que se produzca un sobrecalentamiento rápido del tipo descrito anteriormente. Si en el Paso P6 se determina que la derivada establecida en P5 no excede el valor umbral predefinido, el procedimiento sigue el camino marcado "NO" regresando al Paso P4, donde el procedimiento continúa como se describió anteriormente. Sin embargo, si se determina en el Paso P6 que la derivada establecida en el Paso P5 excede el valor umbral predefinido, el procedimiento sigue el camino marcado "SÍ" al Paso P7.



En el Paso P7 se determina que debido a que se ha encontrado que una derivada temporal establecida en el Paso P5 excede el valor umbral predefinido en la comparación de el Paso P6, se supone que ha ocurrido una condición de falla. Esta conclusión se basa en la constatación de los inventores de que si bien la resistencia del elemento de calentamiento es en sí misma un indicador relativamente pobre de sobrecalentamiento, en particular para el sobrecalentamiento localizado (puntos calientes) que se desarrolla en el elemento de calentamiento, la tasa de cambio de resistencia con respecto al tiempo es un mejor indicador. Esto se debe a que, aunque el cambio general en la resistencia puede ser similar para un aumento moderado de la temperatura en todo el elemento de calentamiento y un evento de sobrecalentamiento localizado más significativo, la velocidad a la que cambia la temperatura en estos dos casos es diferente. En particular, puede esperarse que el sobrecalentamiento localizado (desbordamiento térmico) ocurra más rápidamente que el calentamiento uniforme de todo el elemento de calentamiento.

Se puede establecer un valor umbral adecuado para usar en el Paso P6 mediante cálculo, modelado o experimento. Por ejemplo, un sistema de suministro de aerosol de muestra puede ser impulsado deliberadamente a una condición que promueve el desarrollo de puntos calientes, y la derivada en resistencia con respecto al tiempo puede medirse a medida que esto sucede. Del mismo modo, se puede establecer la derivada máxima en resistencia con respecto al tiempo durante la operación normal (es decir, sin que se produzca una condición de falla de sobrecalentamiento). Entonces, el umbral V puede tomarse como un valor en algún lugar entre la derivada máxima en la resistencia observada durante el funcionamiento normal y la derivada mínima en la resistencia observada como consecuencia del sobrecalentamiento localizado/desarrollo del punto caliente, por ejemplo, el punto medio entre estos valores. Los sistemas de suministro de aerosol de diferentes diseños típicamente adoptarán diferentes valores umbral.

Después de determinar que se ha producido una condición de falla en el Paso P7, el procedimiento en este ejemplo pasa al Paso P8 en el que se reduce la alimentación eléctrica al elemento de calentamiento, por ejemplo, puede desconectarse por completo. En este ejemplo, el procedimiento representado en la Figura 5 luego pasa al Paso P9 en el que se genera una indicación de la presencia de la condición de falla al impulsar el indicador 560 para alertar al usuario de que se ha producido la condición de falla.

La operación adicional puede variar según la implementación a la mano. Por ejemplo, en algunas situaciones, el sistema de suministro de aerosol puede, en efecto, "bloquearse" y no funcionar nuevamente hasta que un usuario haya reiniciado el sistema, por ejemplo, desconectando y volviendo a colocar el cuerpo y el cartomizador (con la expectativa de que esto pueda hacerse para rellenar el depósito 360 o reemplazar un cartomizador por uno nuevo). En algunas situaciones, el sistema de suministro de aerosol solo puede "bloquearse" (es decir, dejar ya de funcionar) si se han detectado varios eventos de detección de condición de falla dentro de un período de tiempo determinado.

Para obtener un rendimiento óptimo, la derivada de la resistencia con respecto al tiempo puede ser más sensible al desarrollo de un evento de sobrecalentamiento (punto caliente) localizado para el elemento de calentamiento cuando la temperatura del elemento de calentamiento se considera de otra manera temporalmente estable. A este respecto, el procedimiento representado en la Figura 5 puede implementarse, en algunos casos, solo cuando se espera que la temperatura del elemento de calentamiento permanezca en un estado estable con el sistema de suministro de aerosol funcionando normalmente. Por ejemplo, el procedimiento puede no realizarse durante una etapa de precalentamiento, cuando el elemento de calentamiento se calienta desde la temperatura ambiente hasta la temperatura de vaporización/ebullición. Dicho precalentamiento también puede causar un calentamiento rápido del elemento de calentamiento que podría presentarse de una manera similar a una condición de falla. Sin embargo, en otras situaciones, el procedimiento puede realizarse independientemente de si la temperatura del elemento de calentamiento se ha estabilizado o no. De manera más general, el método puede aplicarse durante los períodos en los que se genera aerosol y/o durante un período en el que se suministra energía eléctrica al elemento de calentamiento.

Se apreciarán diversas modificaciones al aparato y los métodos descritos anteriormente pueden implementarse de acuerdo con ciertas realizaciones de la descripción. Por ejemplo, además de determinar una derivada de resistencia con respecto al tiempo con el fin de establecer si ha surgido una condición de falla, el controlador también puede configurarse para establecer una temperatura promedio efectiva para el elemento de calentamiento a partir de las mediciones de resistencia, por ejemplo para ser usado en el control de una fuente de alimentación para el elemento de calentamiento con el fin de proporcionar un grado deseado y la sincronización de la generación de aerosol de acuerdo con técnicas convencionales.

Además, mientras que los ejemplos descritos anteriormente se han centrado en las implementaciones en las que una indicación de una derivada temporal para la resistencia se deriva de mediciones de resistencia discretas (es decir, en efecto usando un conjunto de circuitos de control digital), se apreciará que una indicación de la derivada de la resistencia del elemento de calentamiento se puede establecer igualmente en el dominio analógico usando técnicas electrónicas analógicas establecidas, por ejemplo, usando uno o más filtros configurados de manera apropiada. Además, se apreciará que los otros pasos presentados en la Figura 5 también podrían realizarse usando técnicas electrónicas analógicas, en lugar de digitales. Por ejemplo, la funcionalidad correspondiente a los Pasos P5 y P6 podría implementarse pasando una señal indicativa de la resistencia del elemento de calentamiento a través de un filtro de paso alto y comparando la salida del filtro de paso alto con un nivel umbral usando un comparador.

Como ya se mencionó anteriormente, no es necesario determinar una derivada real, por ejemplo, en términos de ohmios por segundo, sino que es más bien suficiente una indicación de la derivada, por ejemplo, una indicación de si la derivada excede un valor umbral particular que se considera que corresponde a una condición de falla que ha surgido, por ejemplo, en base a lo que se observa durante los ensayos o modelos empíricos. Por ejemplo, en una implementación, la resistencia del elemento de calentamiento puede monitorearse durante un período de tiempo dado durante la activación inicial del calentador, por ejemplo, un período de tiempo al comienzo de la bocanada del usuario. Este período de tiempo puede considerarse un período de detección y el dispositivo puede configurarse para determinar si la resistencia del calentador cambia en más de una cantidad umbral sobre un valor de resistencia de línea de base durante el período de detección. El valor de resistencia de la línea de base para normalizar las mediciones subsiguientes puede corresponder con un valor de la resistencia del calentador medido cuando el calentador está frío, por ejemplo, cuando un cartomizador se conecta por primera vez al cuerpo del dispositivo o durante períodos entre la activación del calentador. Con el fin de proporcionar un ejemplo concreto particular, en una implementación, el período de detección puede tener una duración de 400 ms después de la activación inicial del calentador y un valor umbral para la tasa de cambio de resistencia considerada para indicar que una condición de falla puede ser un aumento de 14 % sobre la medición de resistencia de línea de base dentro de este período de detección de 400 ms (es decir, un aumento de 0,14 en la resistencia normalizada). Por lo tanto, si una medición de resistencia durante el período de detección indica un aumento, hay un cambio en la resistencia que es mayor que el 14 % del valor de resistencia de referencia dentro del período de detección de 400 ms, esto indica que la tasa de cambio de resistencia es mayor que el umbral para indicar una falla y el dispositivo puede responder en consecuencia.

Por lo tanto, se ha descrito un sistema de suministro de aerosol, tal como un cigarrillo electrónico, que comprende un elemento de calentamiento para generar un aerosol a partir de un líquido fuente y un conjunto de circuitos de control para controlar el suministro de energía eléctrica de una fuente de alimentación, como una batería/celda al elemento de calentamiento. El conjunto de circuitos de control está configurado para medir una indicación de una derivada de una característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo, por ejemplo, una primera derivada temporal o una segunda derivada temporal de una resistencia del elemento de calentamiento (o un parámetro relacionado, tal como la conductancia, consumo de corriente, consumo de energía o caída de voltaje). Basado en la derivada temporal medida, el conjunto de circuitos de control está configurado para determinar si ha surgido una condición de falla, por ejemplo, el calentamiento localizado del elemento de calentamiento, para el sistema electrónico de suministro de aerosol. El cambio general en la característica eléctrica del elemento de calentamiento causado por el calentamiento localizado puede ser pequeño y muy difícil de identificar de manera confiable, pero se puede esperar que la velocidad a la que se produce el cambio sea relativamente alta, lo que puede significar que la derivada temporal de la característica local sea un indicador más confiable de la presencia de la condición de falla.

Si bien las realizaciones descritas anteriormente se han centrado en algunos aspectos en algunos sistemas de suministro de aerosol ejemplo específicos, se apreciará que se pueden aplicar los mismos principios para los sistemas de suministro de aerosol que usan otras tecnologías. Es decir, la manera específica en que los diversos aspectos del sistema de suministro de aerosol que no son directamente relevantes para establecer si ha surgido una condición de falla para un elemento de calentamiento de acuerdo con los enfoques descritos en el presente documento no es significativa para los principios que subyacen a ciertas realizaciones. Por ejemplo, las configuraciones basadas en los sistemas descritos en el documento de EE. UU. N.º 2011/0226236 [1], podrían usarse en otras implementaciones.

Con el fin de abordar diversos problemas y hacer avanzar la técnica, esta descripción muestra, a modo de ilustración, varias realizaciones en las que se puede poner en práctica la o las invenciones reivindicadas. Las ventajas y características de la descripción son solo de una muestra representativa de realizaciones, y no son exhaustivas y/o exclusivas. Estas se presentan solo para ayudar a entender y enseñar la o las invenciones reivindicadas. Debe entenderse que las ventajas, realizaciones, ejemplos, funciones, características, estructuras y/u otros aspectos de la descripción no deben considerarse limitaciones de la descripción según lo definido por las reivindicaciones o limitaciones de equivalencias a las reivindicaciones, y que se pueden usar otras realizaciones y se pueden hacer modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Varias realizaciones pueden comprender adecuadamente, consistir en, o consistir esencialmente en, varias combinaciones de los elementos, componentes, características, partes, pasos, medios, etc. descritos, además de los descritos específicamente en el presente documento, y así se apreciará que las características de las reivindicaciones dependientes pueden combinarse con características de las reivindicaciones independientes en combinaciones distintas de las explícitamente establecidas en las reivindicaciones. La descripción puede incluir otras invenciones no reivindicadas actualmente, pero que pueden reivindicarse en el futuro.

## Referencias

- [1] Documento WO 2012/109371
- [2] Documento de EE. UU. N.º 2014/0014126
- [3] Patente europea EP 2.316.286
- [4] Documento de EE. UU. N.º 2004/0149737

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema electrónico (10) de suministro de aerosol que comprende:

5 un elemento de calentamiento (365) para generar un aerosol a partir de un líquido fuente (360); y un conjunto de circuitos de control (355) para controlar un suministro de energía eléctrica desde una fuente de alimentación (210) al elemento de calentamiento, y en el que el conjunto de circuitos de control está configurado además para:

10 determinar una indicación de una derivada de una característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo; y determinar si ha surgido o no una condición de falla para el sistema electrónico de suministro de aerosol en base a la indicación determinada de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo.

15 2. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la indicación de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo comprende una indicación de una primera derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo.

20 3. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la indicación de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo comprende una indicación de una segunda derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo.

25 4. El sistema de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el elemento de calentamiento comprende un elemento de calentamiento resistivo, y opcionalmente, en el que el elemento de calentamiento resistivo comprende acero inoxidable.

30 5. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la característica eléctrica del elemento de calentamiento se basa en una o más características seleccionadas del grupo que comprende: una resistencia eléctrica asociada con el elemento de calentamiento; una conductancia eléctrica asociada con el elemento de calentamiento; un consumo de corriente asociado con el elemento de calentamiento; un consumo de energía asociado con el elemento de calentamiento, una caída de voltaje asociada con el elemento de calentamiento y una caída de voltaje asociada con otro elemento resistivo acoplado eléctricamente al elemento de calentamiento.

35 6. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado, además, para determinar una indicación de una temperatura del elemento de calentamiento a partir de mediciones de la característica eléctrica.

40 7. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la condición de falla está asociada con un aumento repentino de la temperatura de al menos una porción del elemento de calentamiento.

45 8. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que la condición de falla está asociada con la presencia de un brillo de al menos una porción del elemento de calentamiento.

50 9. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado para determinar si está surgiendo o ya ha surgido una condición de falla para el sistema electrónico de suministro de aerosol comparando la indicación de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo con un valor umbral predefinido, y opcionalmente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado para determinar si ha surgido la condición de falla si la magnitud de la indicación de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo excede el valor umbral predefinido.

55 10. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado para determinar la indicación de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo durante un período en el que se considera que la temperatura del elemento de calentamiento es temporalmente estable.

60 11. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado para determinar la indicación de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo durante un período en el que el elemento de calentamiento está generando aerosol.

12. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado para determinar la indicación de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo durante un período en el que se suministra energía eléctrica al elemento de calentamiento.

5 13. El sistema electrónico de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado, además, para reducir el suministro de energía al elemento de calentamiento si se determina que ha surgido la condición de falla, y opcionalmente, en el que el conjunto de circuitos de control está configurado, además, para detener el suministro de energía al elemento de calentamiento, si  
10 se determina que ha surgido la condición de falla.

14. El sistema de suministro de aerosol de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que comprende, además, un depósito de líquido fuente (360) y un elemento de transporte de líquido (368) dispuesto para transportar una porción del líquido fuente a la proximidad del elemento de calentamiento para calentamiento con el fin de  
15 generar el aerosol, y/o, que además comprende la fuente de alimentación en forma de batería o celda.

15. Un método para operar un sistema electrónico (10) de suministro de aerosol que comprende un elemento de calentamiento (365) para generar un aerosol a partir de un líquido fuente (360) y un conjunto de circuitos de control (355) para controlar un suministro de energía eléctrica desde un suministro de energía al elemento de  
20 calentamiento, en el que el método comprende:

determinar una indicación de una derivada de una característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo; y  
25 determinar si una condición de falla para el sistema electrónico de suministro de aerosol ha surgido en base a la indicación determinada de la derivada de la característica eléctrica del elemento de calentamiento con respecto al tiempo.

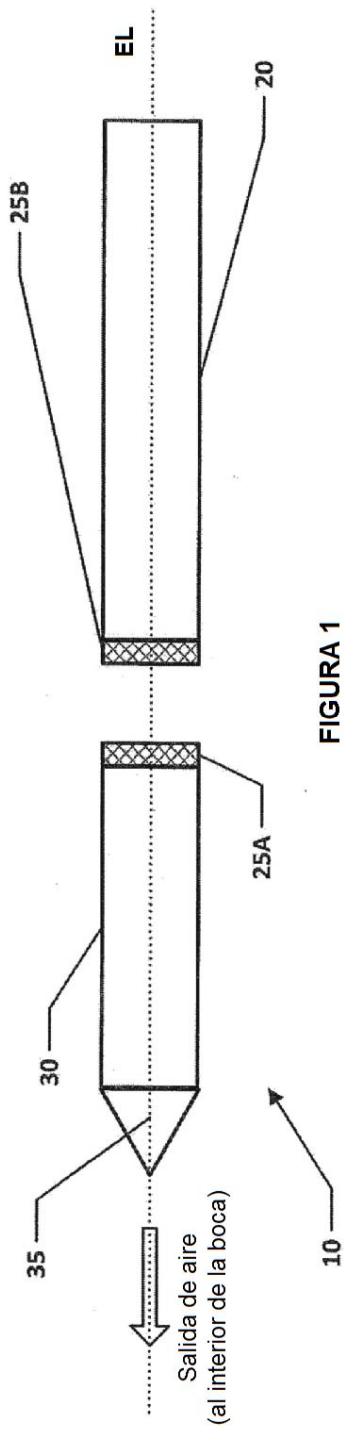


FIGURA 1

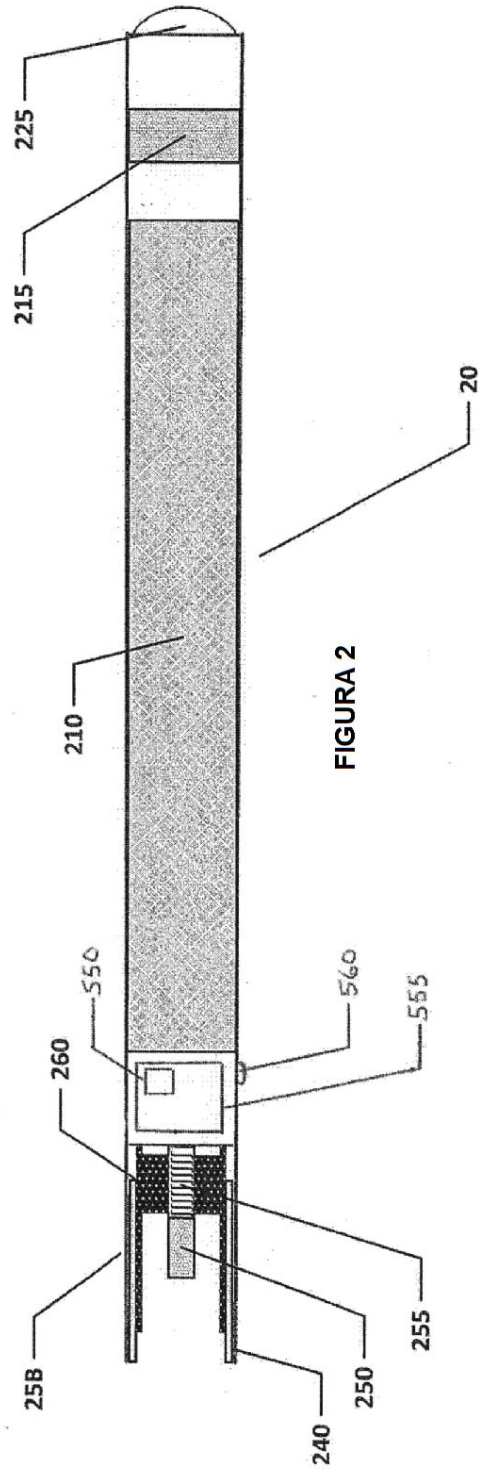


FIGURA 2

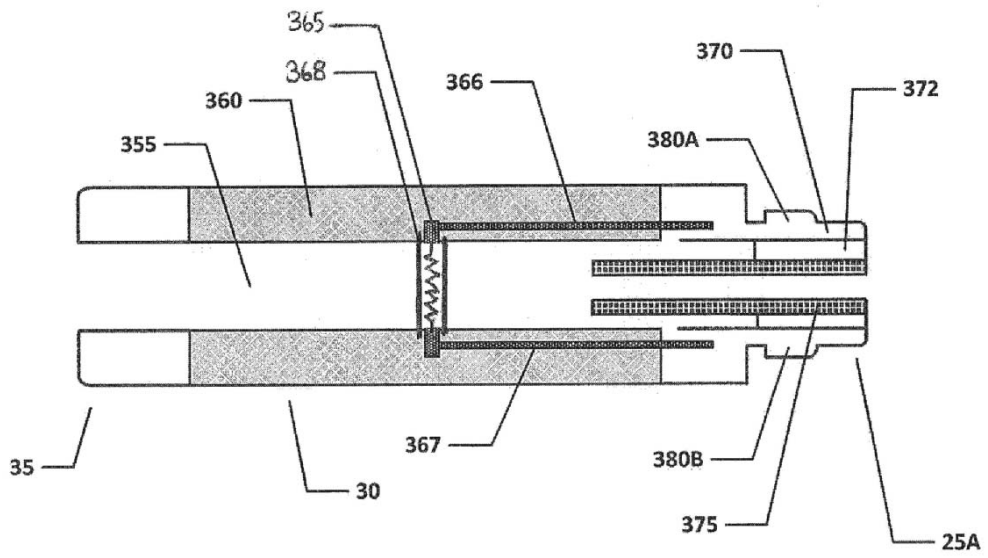


FIGURA 3

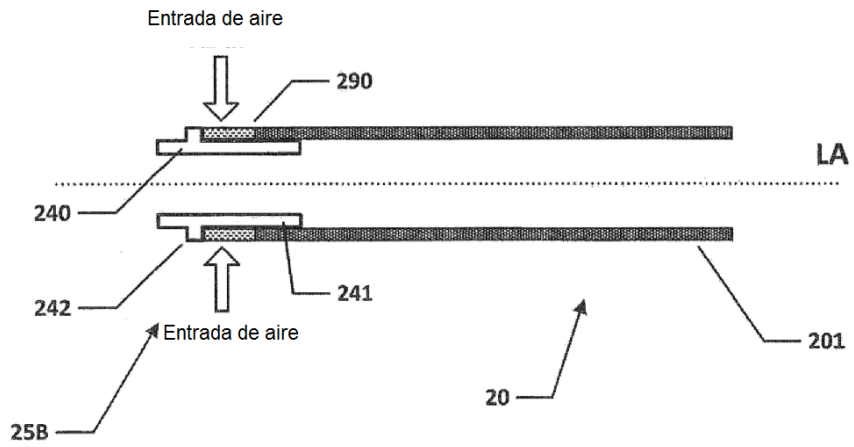


FIGURA 4

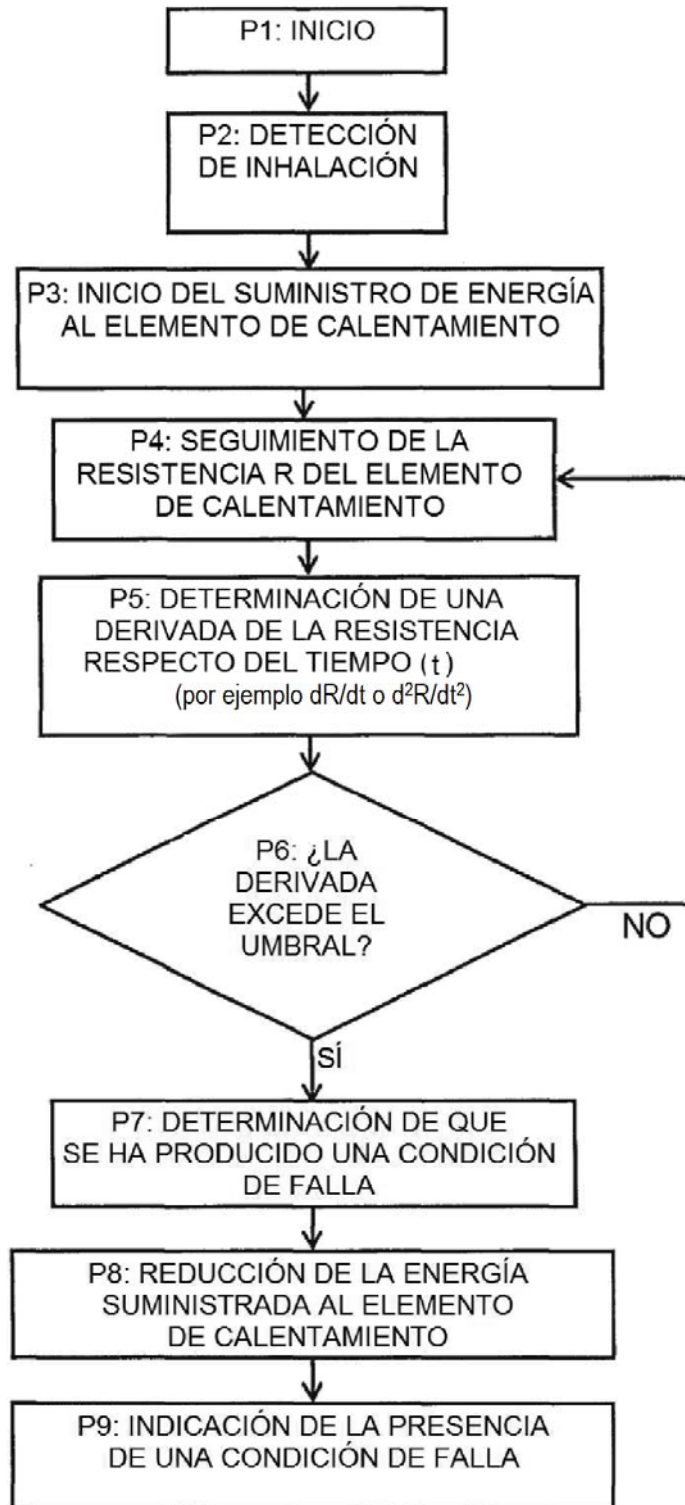


FIGURA 5