

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 410**

51 Int. Cl.:

**A24F 47/00** (2006.01)

**A61M 15/06** (2006.01)

**A61M 11/04** (2006.01)

**A61M 15/00** (2006.01)

**A61M 16/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2011 PCT/EP2011/073791**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12085203**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11808641 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017 EP 2654469**

54 Título: **Sistema generador de aerosol que tiene medios para determinar la disminución de un sustrato líquido**

30 Prioridad:

**24.12.2010 EP 10252235**

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

**04.07.2017**

73 Titular/es:

**PHILIP MORRIS PRODUCTS S.A. (100.0%)  
Quai Jeanrenaud 3  
2000 Neuchâtel, CH**

72 Inventor/es:

**COCHAND, OLIVIER;  
THORENS, MICHEL;  
FLICK, JEAN-MARC y  
DEGOUMOIS, YVAN**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 621 410 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 generador de aerosol que tiene medios para determinar la disminución de un sustrato líquido

- 5 La presente invención se refiere a un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente. En particular, la presente invención se refiere a un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente en el cual el sustrato formador de aerosol es líquido y se contiene dentro de una porción de almacenamiento de líquido.
- 10 El documento WO 2009/132793 A1 describe un sistema para fumar calentado eléctricamente que tiene una porción de almacenamiento de líquido. La porción de almacenamiento de líquido incluye un sustrato formador de aerosol y se conecta a un vaporizador que comprende un calentador eléctrico que se energiza mediante un suministro de una batería. Durante el uso, el calentador eléctrico se activa mediante la succión por una boquilla de un usuario para encender el suministro de energía de la batería. El sustrato formador de aerosol calentado contenido en el
- 15 vaporizador se vaporizará. La succión por una boquilla del usuario provoca que el aire se aspire a lo largo de o a través del vaporizador generando de esta manera un aerosol que, como se conoce por los expertos en la técnica, es una suspensión de partículas sólidas o gotas líquidas en un gas, tal como aire. El aerosol generado se aspira hacia dentro de la boquilla y subsecuentemente hacia dentro de la boca de un usuario.
- 20 El documento WO 2007/078273 describe un utensilio para fumar electrónico incluyendo un vaporizador para vaporizar un líquido contenido dentro de un recipiente. El utensilio incluye un LED para indicar el nivel de líquido en el recipiente.
- 25 Los sistemas generadores de aerosol que se hacen funcionar eléctricamente de la técnica anterior, incluyendo el sistema para fumar referido anteriormente, tienen un número de ventajas, pero aún queda oportunidad de mejoras, particularmente con referencia al manejo del sustrato formador de aerosol almacenado en una porción de almacenamiento de líquido.
- 30 De conformidad con un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente para recibir un sustrato formador de aerosol, el sistema comprende: una porción de almacenamiento de líquido para almacenar el sustrato líquido formador de aerosol; un calentador eléctrico que comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol; y circuitos eléctricos configurados para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol en base a la relación entre la energía aplicada al elemento de calentamiento y el cambio de temperatura resultante del elemento de
- 35 calentamiento.
- Los circuitos eléctricos se configuran preferentemente para estimar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido en base a la disminución determinada.
- 40 La cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido puede ser una cantidad absoluta o a cantidad relativa, por ejemplo un valor porcentual, o puede ser una determinación de que hay más o menos de una cantidad umbral de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido.
- 45 Proporcionar circuitos eléctricos para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol suministrado al calentador es ventajoso por un número de razones. Por ejemplo, cuando la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía, puede suministrarse insuficiente sustrato líquido formador de aerosol al calentador eléctrico. Esto puede significar que el aerosol creado no tiene las propiedades deseadas, por ejemplo, el tamaño de partículas del aerosol o composición química. Esto puede resultar en una mala experiencia para el usuario. Además, si puede determinarse cuándo la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía, es posible informar al usuario. Entonces el usuario puede reemplazar o rellenar la porción de almacenamiento de líquido.
- 50
- La relación entre una temperatura del elemento de calentamiento y la energía aplicada al elemento de calentamiento puede ser, por ejemplo, una velocidad de cambio de temperatura del elemento de calentamiento para una energía aplicada dada, una temperatura absoluta del elemento de calentamiento en un momento dado en un ciclo de calentamiento para una energía aplicada dada, una integral de la temperatura sobre una porción de un ciclo de calentamiento para una energía aplicada dada o una energía aplicada al elemento de calentamiento para mantener una temperatura dada. En términos generales, mientras menos sustrato formador de aerosol se suministre al
- 55 calentador para la vaporización, más se elevará la temperatura del elemento de calentamiento para una energía aplicada dada. Para una energía dada, la evolución de la temperatura del elemento de calentamiento durante un ciclo de calentamiento, y cómo esa evolución cambia a lo largo de una pluralidad de ciclos de calentamiento, puede usarse para detectar si ha existido una disminución en la cantidad del sustrato formador de aerosol suministrado al calentador.
- 60
- 65 Para el sustrato líquido formador de aerosol, se eligen ciertas propiedades físicas, por ejemplo la presión de vapor o

viscosidad del sustrato, de manera que sean adecuados para su uso en el sistema generador de aerosol. El líquido comprende preferentemente un material que contiene tabaco que comprende compuestos volátiles con sabor a tabaco que se liberan del líquido después que se calienta. Adicional o alternativamente, el líquido puede comprender un material que no es de tabaco. El líquido puede incluir agua, etanol, u otros solventes, extractos de plantas, soluciones de nicotina, y saborizantes naturales o artificiales. Preferentemente, el líquido además comprende un formador de aerosol. Los ejemplos de formadores de aerosol adecuados son la glicerina y el propilenglicol.

Una ventaja de proporcionar una porción de almacenamiento de líquido es que el líquido en la porción de almacenamiento de líquido se protege del aire ambiente. En algunas modalidades, la luz ambiente tampoco puede entrar a la porción de almacenamiento de líquido, de manera que se evita el riesgo de la degradación de luz introducida del líquido. Además, puede mantenerse un alto nivel de higiene.

Preferentemente, la porción de almacenamiento de líquido se dispone para contener líquido para un número de bocanadas predeterminadas. Si la porción de almacenamiento de líquido no es rellenable y el líquido en la porción de almacenamiento de líquido se ha agotado, la porción de almacenamiento de líquido tiene que reemplazarse por el usuario. Durante tal reemplazo, tiene que evitarse la contaminación del usuario con líquido. Alternativamente, la porción de almacenamiento de líquido puede ser rellenable. En ese caso, el sistema generador de aerosol puede reemplazarse después de cierto número de rellenos de la porción de almacenamiento de líquido.

El calentador eléctrico puede comprender un único elemento de calentamiento. Alternativamente, el calentador eléctrico puede comprender más de un elemento de calentamiento, por ejemplo dos, o tres, o cuatro, o cinco, o seis o más elementos de calentamiento. El elemento de calentamiento o los elementos de calentamiento pueden disponerse apropiadamente para que calienten de manera más efectiva el sustrato líquido formador de aerosol.

Al menos un elemento de calentamiento eléctrico preferentemente comprende un material eléctricamente resistivo. Los materiales eléctricamente resistivos adecuados incluyen pero no se limitan a: semiconductores tales como cerámicas dopadas, cerámicas eléctricamente "conductoras" (tales como, por ejemplo, disiliciuro de molibdeno), carbono, grafito, metales, aleaciones de metal y materiales compuestos fabricados de un material cerámico y un material metálico. Tales materiales compuestos pueden comprender cerámicas dopadas o no dopadas. Ejemplos de cerámicas dopadas adecuadas incluyen carburos de silicio dopado. Ejemplos de metales adecuados incluyen titanio, zirconio, tántalo y metales del grupo del platino. Los ejemplos de aleaciones de metal adecuadas incluyen acero inoxidable, constantán, aleaciones que contienen níquel, cobalto, cromo, aluminio- titanio- zirconio, hafnio, niobio, molibdeno, tántalo, tungsteno, estaño, galio, manganeso y hierro, y superaleaciones basadas en níquel, hierro, cobalto, acero inoxidable, Timetal®, aleaciones basadas en hierro-aluminio y aleaciones basadas en hierro-manganeso-aluminio. Timetal® es una marca registrada de Titanium Metals Corporation. En los materiales compuestos, el material eléctricamente resistivo puede opcionalmente incorporarse, encapsularse o recubrirse con un material aislante o viceversa, en dependencia de las cinéticas de transferencia de energía y las propiedades fisicoquímicas externas requeridas. El elemento de calentamiento puede comprender una lámina metálica grabada aislada entre dos capas de un material inerte. En ese caso, el material inerte puede comprender Kapton®, lámina de mica o todo poliimida. Kapton® es una marca registrada de E.I. du Pont de Nemours and Company.

Al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede tomar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede tomar la forma de una lámina de calentamiento. Alternativamente, al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede tomar la forma de una cubierta o sustrato que tiene diferentes porciones electroconductoras, o un tubo metálico eléctricamente resistivo. La porción de almacenamiento de líquido puede incorporar un elemento de calentamiento desechable. Alternativamente, una o más agujas o varillas de calentamiento, que se extienden a través del sustrato líquido formador de aerosol, también pueden ser adecuadas. Alternativamente, al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede comprender una lámina de material flexible. Otras alternativas incluyen un filamento o alambre de calentamiento, por ejemplo un alambre o placa de calentamiento de Ni-Cr (níquel-cromo), platino, tungsteno o de aleación. Opcionalmente, el elemento de calentamiento puede depositarse en o sobre un material portador rígido.

Al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede comprender un disipador de calor, o depósito de calor, que comprende un material capaz de absorber y almacenar calor y posteriormente liberar el calor con el paso del tiempo para calentar el sustrato formador de aerosol. El disipador de calor puede formarse de cualquier material adecuado, tal como un material metálico o cerámico adecuado. Preferentemente, el material tiene una alta capacidad térmica (material de almacenamiento sensible al calor), o es un material capaz de absorber y posteriormente liberar el calor por medio de un proceso reversible, tal como un cambio de fase a alta temperatura. Los materiales de almacenamiento sensibles al calor adecuados incluyen gel de sílice, alúmina, carbono, lana de vidrio, fibra de vidrio, minerales, un metal o aleación tal como aluminio, plata o plomo, y un material celulósico tal como papel. Otros materiales adecuados que liberan calor por medio de un cambio de fase reversible incluyen parafina, acetato de sodio, naftalina, cera, óxido de polietileno, un metal, una sal de metal, una mezcla de sales eutécticas o una aleación.

El disipador de calor o el depósito de calor pueden disponerse de manera que estén en contacto directo con el sustrato líquido formador de aerosol y puedan transferir el calor almacenado directamente al sustrato.

Alternativamente, el calor almacenado en el disipador de calor o el depósito de calor puede transferirse al sustrato formador de aerosol por medio de un conductor del calor, como un tubo metálico.

5 Al menos un elemento de calentamiento puede calentar el sustrato líquido formador de aerosol por medio de la conducción. El elemento de calentamiento puede estar al menos parcialmente en contacto con el sustrato. Alternativamente, el calor desde el elemento de calentamiento puede conducirse hacia el sustrato por medio de un elemento conductor del calor.

10 Alternativamente, al menos un elemento de calentamiento puede transferir calor al aire ambiente entrante que se aspira a través del sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente durante el uso, el cual a su vez calienta el sustrato formador de aerosol. El aire ambiente puede calentarse antes de pasar a través del sustrato formador de aerosol. Alternativamente, el aire ambiente puede aspirarse primero a través del sustrato líquido y después calentarse.

15 Preferentemente, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente comprende además una mecha capilar para transportar el sustrato líquido formador de aerosol desde la porción de almacenamiento de líquido al calentador eléctrico.

20 Preferentemente, la mecha capilar se dispone para estar en contacto con el líquido en la porción de almacenamiento de líquido. Preferentemente, la mecha capilar se extiende hacia la porción de almacenamiento de líquido. En ese caso, durante el uso, el líquido se transfiere desde la porción de almacenamiento de líquido hacia el calentador eléctrico por acción capilar en la mecha capilar. En una modalidad, la mecha capilar tiene un primer extremo y un segundo extremo, el primer extremo que se extiende hacia la porción de almacenamiento de líquido para entrar en contacto con el líquido de este y el calentador eléctrico que se dispone para calentar el líquido en el segundo extremo. Cuando el calentador se activa, el líquido en el segundo extremo de la mecha capilar se vaporiza mediante al menos un elemento de calentamiento del calentador para formar el vapor supersaturado. El vapor supersaturado se mezcla y se transporta en el flujo de aire. Durante el flujo, el vapor se condensa para formar el aerosol y el aerosol se transporta hacia la boca de un usuario. El sustrato líquido formador de aerosol tiene propiedades físicas, que incluyen la viscosidad y la tensión superficial, las cuales permiten que el líquido se transporte a través de la mecha capilar mediante acción capilar.

35 La mecha capilar puede tener una estructura fibrosa o esponjosa. La mecha capilar preferentemente comprende un conjunto de capilares. Por ejemplo, la mecha capilar puede comprender una pluralidad de fibras o hilos u otros tubos de calibre fino. Las fibras o hilos pueden generalmente alinearse en la dirección longitudinal del sistema generador de aerosol. Alternativamente, la mecha capilar puede comprender un material similar a la esponja o similar a la espuma conformado en forma de varilla. La forma de varilla puede extenderse a lo largo de la dirección longitudinal del sistema generador de aerosol. La estructura de la mecha forma una pluralidad de pequeños orificios o tubos, a través de los cuales el líquido puede transportarse mediante la acción capilar. La mecha capilar puede comprender cualquier material o combinación de materiales adecuados. Los ejemplos de los materiales adecuados son materiales capilares, por ejemplo, un material de esponja o espuma, materiales a base de cerámica o de grafito en forma de fibras o polvos sinterizados, material de metal espumado o plástico, un material fibroso, por ejemplo de fibras enrolladas o extrudidas, tales como acetato de celulosa, poliéster, o poliolefina unida, polietileno, fibras terileno o polipropileno, fibras de nilón o cerámica. La mecha capilar puede tener cualquier capilaridad y porosidad adecuadas a fin de usarse con diferentes propiedades físicas del líquido. El líquido tiene propiedades físicas, que incluyen pero no limitan a la viscosidad, tensión superficial, densidad, conductividad térmica, punto de ebullición y presión de vapor, que permita que el líquido se transporte a través del dispositivo capilar por acción capilar.

50 Preferentemente, el al menos un elemento de calentamiento tiene la forma de un alambre o filamento de calentamiento envolvente, y que soporta opcionalmente la mecha capilar. Las propiedades capilares de la mecha, combinadas con las propiedades del líquido, garantizan que, durante un uso normal cuando hay bastante sustrato formador de aerosol, la mecha está siempre húmeda en el área de calentamiento.

55 La mecha capilar y el calentador, y opcionalmente, la porción de almacenamiento de líquido, pueden retirarse del sistema generador de aerosol como un componente único.

60 En una primera modalidad, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente comprende además un sensor de temperatura para medir la temperatura del al menos un elemento de calentamiento y los circuitos eléctricos se disponen para monitorizar la temperatura del al menos un elemento de calentamiento sensada por el sensor de temperatura y para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador en base a la temperatura del al menos un elemento de calentamiento sensada por el sensor de temperatura.

65 Si la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol ha disminuido, por ejemplo, si la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía, puede suministrarse insuficiente sustrato líquido formador de aerosol al calentador. Esto puede resultar en el aumento de la temperatura del elemento de calentamiento. Por lo tanto, la temperatura del elemento de calentamiento, sensada por el sensor de temperatura, puede permitir que los circuitos

eléctricos determinen que la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral predeterminado y puede ser capaz además de proporcionar una indicación de una cantidad absoluta de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido.

5 En otra modalidad, los circuitos eléctricos se disponen para medir la resistencia eléctrica del al menos un elemento de calentamiento, para determinar la temperatura del elemento de calentamiento a partir de la resistencia eléctrica medida.

10 Si la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol ha disminuido, por ejemplo, si la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía, puede suministrarse insuficiente sustrato líquido formador de aerosol al calentador. Esto puede resultar en el aumento de la temperatura del elemento de calentamiento. Si el al menos un elemento de calentamiento tiene características adecuadas del coeficiente de temperatura de resistencia, medir la resistencia eléctrica del al menos un elemento de calentamiento permitirá que la temperatura del elemento de calentamiento se determine. Por lo tanto, la temperatura del elemento de calentamiento, determinada por los  
15 circuitos eléctricos a partir de la resistencia eléctrica medida, puede permitir que los circuitos eléctricos determinen una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido.

20 Un ventaja de esta modalidad es que no es necesario incluir un sensor de temperatura, que usa un espacio importante en el sistema generador de aerosol y puede además ser costoso. Es importante enfatizar que la resistencia eléctrica, en esta modalidad, se usa tanto como un 'accionador' (elemento de calentamiento) y como un 'sensor' (medición de temperatura).

25 En esta modalidad, los circuitos eléctricos pueden disponerse para medir la resistencia eléctrica del al menos un elemento de calentamiento midiendo la corriente a través del al menos un elemento de calentamiento y la tensión a través del al menos un elemento de calentamiento y determinar la resistencia eléctrica del al menos un elemento de calentamiento a partir de la corriente y tensión medidas. En ese caso, los circuitos eléctricos pueden comprender un resistor, que tiene una resistencia conocida, en serie con el al menos un elemento de calentamiento y los circuitos eléctricos pueden disponerse para medir la corriente a través del al menos un elemento de calentamiento midiendo la tensión a través del resistor de resistencia conocida y determinando la corriente a través del al menos un  
30 elemento de calentamiento a partir de la tensión y la resistencia conocida medidas.

35 Los circuitos eléctricos pueden disponerse para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador monitorizando un aumento de la temperatura sensada o determinada durante ciclos de calentamiento sucesivos cuando el sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido se consume.

40 Los circuitos eléctricos pueden disponerse para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador monitorizando la velocidad de aumento de la temperatura sensada o determinada al inicio de un ciclo de calentamiento, durante los ciclos de calentamiento sucesivos cuando el sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido se consume.

45 Los circuitos eléctricos pueden disponerse para determinar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido monitorizando un aumento en el valor de una integral en el tiempo de la temperatura sensada o determinada durante una porción de cada ciclo de calentamiento, durante ciclos de calentamiento sucesivos cuando el sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido se consume.

50 En otra modalidad, los circuitos eléctricos se disponen para limitar la temperatura del elemento de calentamiento hasta una temperatura máxima, y se disponen para determinar la disminución del sustrato formador de aerosol calentado por el calentador monitorizando una cantidad de energía aplicada al elemento de calentamiento para mantener la temperatura máxima.

55 En esta modalidad, los circuitos eléctricos pueden disponerse para proporcionar energía al elemento de calentamiento en una señal de ancho de pulso modulado, y en donde los circuitos eléctricos se disponen para monitorizar una cantidad o energía aplicada al elemento de calentamiento monitorizando el ciclo de trabajo de la señal de ancho de pulso modulado.

60 Los circuitos eléctricos pueden disponerse para calibrar otros sistemas para determinar una cantidad de sustrato formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido en base a la cantidad determinada.

65 Además de permitir la estimación de una cantidad de sustrato formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido, el mismo principio de monitorizar la evolución temperatura del elemento de calentamiento durante cada ciclo de calentamiento puede usarse para proteger al usuario de un sobrecalentamiento y mal funcionamiento si, por ejemplo, la viscosidad del sustrato líquido formador de aerosol ha cambiado debido a condiciones externas extremas de manera que no se suministre más en una cantidad suficiente, al elemento de calentamiento.

En una modalidad preferida, los circuitos eléctricos se disponen, cuando la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido se estima que ha disminuido hasta un umbral predeterminado, para desactivar el calentador eléctrico.

5 Esto es ventajoso porque el usuario puede entonces no usar más el sistema generador de aerosol cuando hay insuficiente sustrato líquido formador de aerosol. Esto evitará la creación de un aerosol que no tiene las propiedades deseadas. Esto evitará una mala experiencia para el usuario.

10 Los circuitos eléctricos pueden disponerse para desactivar el calentador eléctrico haciendo explotar un fusible eléctrico entre el calentador eléctrico y un suministro de energía eléctrica. Los circuitos eléctricos pueden disponerse para desactivar el calentador eléctrico apagando un interruptor entre el calentador eléctrico y un suministro de energía eléctrica. Los métodos alternativos para desactivar el calentador eléctrico serán evidentes para un experto.

15 En una modalidad preferida, los circuitos eléctricos se disponen, cuando la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido se estima que ha disminuido hasta un umbral predeterminado, para indicar esto a un usuario. Esto es ventajoso debido a que la indicación permite que el usuario rellene o reemplace la porción de almacenamiento de líquido.

20 El sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente puede comprender una pantalla para el usuario. En ese caso, la indicación puede comprender una indicación en la pantalla para el usuario. Alternativamente, la indicación puede comprender una indicación audible, o cualquier otro tipo adecuado de indicación para un usuario.

25 El sistema generador de aerosol puede comprender además un suministro de energía eléctrica. Preferentemente, el sistema generador de aerosol comprende un alojamiento. Preferentemente, el alojamiento se alarga. Si la generación de aerosol incluye una mecha capilar, el eje longitudinal de la mecha capilar y el eje longitudinal del alojamiento pueden ser esencialmente paralelos. El alojamiento puede comprender una armazón y una boquilla. En ese caso, todos los componentes pueden contenerse tanto en la armazón como en la boquilla. En una modalidad, el alojamiento incluye un inserto que puede retirarse que comprende la porción de almacenamiento de líquido, la mecha capilar y el calentador. En esa modalidad, esas partes del sistema generador de aerosol pueden eliminarse del alojamiento como un componente único. Esto puede ser útil para rellenar o reemplazar la porción de almacenamiento de líquido, por ejemplo.

35 El alojamiento puede comprender cualquier material o combinación de materiales adecuados. Los ejemplos de materiales adecuados incluyen metales, aleaciones, plásticos o materiales compuestos que contienen uno o más de esos materiales, o termoplásticos que son adecuados para aplicaciones alimenticias o farmacéuticas, por ejemplo polipropileno, polieterecetona (PEEK) y polietileno. Preferentemente, el material es ligero y no frágil.

40 Preferentemente, el sistema generador de aerosol es portátil. El sistema generador de aerosol puede ser un sistema para fumar y puede tener un tamaño comparable a un tabaco o cigarrillo convencional. El sistema para fumar puede tener una longitud total entre aproximadamente 30 mm y aproximadamente 150 mm. El sistema para fumar puede tener un diámetro externo entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 30 mm.

45 Preferentemente el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente es un sistema para fumar calentado eléctricamente.

50 De conformidad con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método que comprende: proporcionar un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente que comprende una porción de almacenamiento de líquido para almacenar el sustrato líquido formador de aerosol y un calentador eléctrico que comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol; y determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador en base a una relación entre una energía aplicada al elemento de calentamiento y un cambio de temperatura resultante del elemento de calentamiento.

55 La cantidad de sustrato líquido formador de aerosol puede ser una cantidad absoluta o una cantidad relativa, por ejemplo un valor porcentual, o puede ser una determinación de que hay más o menos de una cantidad umbral de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido.

60 De conformidad con un tercer aspecto de la invención, se proporcionan circuitos eléctricos para un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, los circuitos eléctricos que se disponen para llevar a cabo el método del segundo aspecto de la invención.

65 De conformidad con un cuarto aspecto de la invención, se proporciona un programa informático que, cuando se ejecuta en circuitos eléctricos programables para un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, provoca que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método del segundo aspecto de la invención.

De conformidad con un quinto aspecto de la invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenado un programa informático de conformidad con el cuarto aspecto de la invención.

- 5 Las características descritas en relación con el sistema generador de aerosol de la invención pueden aplicarse además al método de la invención. Y, las características descritas en relación con el método de la invención pueden aplicarse además al sistema generador de aerosol de la invención.

10 La invención se describirá ahora adicionalmente, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente que tiene una porción de almacenamiento de líquido;

la Figura 2 es un gráfico que muestra cinco medianas de perfiles de temperatura del elemento de calentamiento durante múltiples caladas de un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente;

15 la Figura 3 es un gráfico que muestra la velocidad de aumento de temperatura del elemento de calentamiento sobre toda la vida de una porción de almacenamiento de líquido, calculada en tres periodos de tiempo diferente;

la Figura 4 es un gráfico que muestra, en el eje y, la resistencia del elemento de calentamiento y, en el eje x, la temperatura del elemento de calentamiento de un calentador eléctrico de un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente; y

20 la Figura 5 es un diagrama de circuito esquemático, que permite que se mida la resistencia del elemento de calentamiento, de conformidad con una modalidad de la invención.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente que tiene una porción de almacenamiento de líquido. En la Figura 1, el sistema es un sistema de fumado. El sistema de fumado 100 de la Figura 1 comprende un alojamiento 101 que tiene un extremo de boquilla 103 y un extremo del cuerpo 105. En el extremo del cuerpo, se proporciona un suministro de energía eléctrica en la forma de una batería 107 y circuitos eléctricos 109. También se proporciona un sistema de detección de caladas 111 en cooperación con los circuitos eléctricos 109. En el extremo de la boquilla, se proporciona una porción de almacenamiento de líquido en forma de cartucho 113 que contiene líquido 115, una mecha capilar 117 y un calentador 119. Debe notarse que el calentador se muestra sólo esquemáticamente en la Figura 1. En la modalidad ilustrativa mostrada en la Figura 1, un extremo de la mecha capilar 117 se extiende hacia el cartucho 113 y el otro extremo de la mecha capilar 117 se rodea por el calentador 119. El calentador se conecta a los circuitos eléctricos por medio de conexiones 121, las cuales pueden pasar a lo largo de las afueras del cartucho 113 (no se muestra en la Figura 1). El alojamiento 101 también incluye una entrada de aire 123, una salida de aire 125 en el extremo de la boquilla, y una cámara formadora de aerosol 127.

40 Durante el uso, el funcionamiento es el siguiente. El líquido 115 se transporta por acción capilar desde el cartucho 113 del extremo de la mecha 117 la cual se extiende dentro del cartucho hacia el otro extremo de la mecha la cual se rodea por el calentador 119. Cuando un usuario aspira por el sistema generador de aerosol en la salida de aire 125, el aire ambiente se aspira a través de la entrada de aire 123. En el arreglo mostrado en la Figura 1, el sistema de detección de bocanada 111 sensa la bocanada y activa el calentador 119. La batería 107 suministra energía eléctrica al calentador 119 para calentar el extremo de la mecha 117 rodeada por el calentador. El líquido en ese extremo de la mecha 117 se vaporiza por el calentador 119 para crear un vapor supersaturado. Al mismo tiempo, el líquido que se vaporiza se reemplaza por un líquido adicional que se mueve a lo largo de la mecha 117 por acción capilar. (A esto a veces se hace referencia como "acción de bombeo"). El vapor supersaturado creado se mezcla con y se transporta en el flujo de aire desde la entrada de aire 123. En la cámara formadora de aerosol 127, el vapor se condensa para formar un aerosol inhalable, el cual se transporta hacia la salida 125 y hacia dentro de la boca del usuario.

50 En la modalidad mostrada en la Figura 1, los circuitos eléctricos 109 y el sistema de detección de caladas 111 son preferentemente programables. Los circuitos eléctricos 109 y el sistema de detección de caladas 111 pueden usarse para administrar el funcionamiento del sistema generador de aerosol. Esto ayuda con el control del tamaño de la partícula en el aerosol.

55 La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la presente invención. Sin embargo, muchos otros ejemplos son posibles. Además, se hace notar que la Figura 1 es de naturaleza esquemática. En particular, los componentes mostrados no están a escala tanto individualmente o relacionados entre sí. El sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente necesita incluir o recibir un sustrato líquido formador de aerosol contenido en una porción de almacenamiento de líquido. El sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente requiere cierto tipo de calentador eléctrico que tiene al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol. Finalmente, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente requiere los circuitos eléctricos para determinar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido. Esto se describirá a continuación con referencia a las Figuras de la 2 a la 5. Por ejemplo, el sistema no necesita ser un sistema para fumar. No es necesario proporcionar un sistema de detección de caladas. En cambio, el sistema pudiera funcionar por activación manual, por ejemplo al hacer funcionar un interruptor por parte del usuario cuando

se toma una calada. Por ejemplo, pudiera alterarse toda la forma y el tamaño del alojamiento. Además, el sistema puede no incluir una mecha capilar. En ese caso, el sistema puede incluir otro mecanismo para suministrar un líquido para la vaporización.

5 Sin embargo, en una modalidad preferida, el sistema sí incluye una mecha capilar para llevar el líquido desde la porción de almacenamiento de líquido a al menos un elemento de calentamiento. La mecha capilar puede fabricarse de una variedad de materiales porosos o materiales capilares y preferentemente tiene una capilaridad predefinida, conocida. Los ejemplos incluyen materiales basados en cerámica o en grafito en forma de fibras o polvos sinterizados. Las mechas de diferentes porosidades pueden usarse para acomodar propiedades físicas líquidas diferentes tales como densidad, viscosidad, tensión superficial y presión de vapor. La mecha debe adecuarse de manera que la cantidad de líquido requerida pueda suministrarse al calentador. Preferentemente, el calentador comprende al menos un alambre o filamento de calentamiento que se extiende alrededor de la mecha capilar.

15 Un número de modalidades de la invención se describirán ahora con referencia a las Figuras de la 2 a la 5. Las modalidades se basan en el ejemplo mostrado en la Figura 1, aunque se aplican a otras modalidades de los sistemas generadores de aerosol que se hacen funcionar eléctricamente.

20 Como se discutió anteriormente, el sistema generador de aerosol de la invención incluye los circuitos eléctricos para determinar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido. Esto ventajoso debido a que, cuando la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía, puede suministrarse insuficiente sustrato líquido formador de aerosol al calentador. Esto puede significar que el aerosol creado e inhalado por el usuario no tenga las propiedades deseadas, por ejemplo, el tamaño de partículas del aerosol. Esto puede resultar en una mala experiencia para el usuario. Además, es ventajoso proporcionar un mecanismo mediante el cual el usuario puede ser informado de que la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía. Entonces el usuario puede reemplazar o rellenar la porción de almacenamiento de líquido. Si se proporciona una mecha capilar, esto significará que la mecha capilar se secará. La temperatura del elemento de calentamiento aumentará. Este aumento de temperatura del elemento de calentamiento se utiliza en la primera y segunda modalidades de la invención.

30 La Figura 2 es un gráfico que muestra cinco medianas de perfiles de temperatura que se miden durante múltiples caladas de un sistema generador de aerosol. La temperatura,  $T$  del elemento de calentamiento se muestra en el eje  $y$ , y el tiempo de la calada  $t$  se muestra en el eje  $x$ . La curva 201 es la mediana de un primer conjunto de caladas, cada calada tiene una duración de la calada de 2 segundos. De manera similar, la curva 203 es la mediana de un segundo conjunto de caladas, la curva 205 es la mediana de un tercer conjunto de caladas, la curva 207 es la mediana de un cuarto conjunto de caladas y la curva 208 es la mediana sobre el quinto conjunto de caladas. En cada curva, las barras verticales (por ejemplo lo mostrado en 209) indican la desviación estándar alrededor de la mediana para las temperaturas. Por lo tanto, se muestra la evolución de la temperatura medida durante la vida de la porción de almacenamiento de líquido. Este comportamiento se observó y confirmó para todas las formulaciones líquidas vaporizadas y para todos los niveles de energía usados.

40 Como puede observarse en Figura 2, la respuesta a la temperatura del elemento de calentamiento es razonablemente estable sobre las curvas 201, 203 y 205. Es decir, la desviación estándar alrededor de la mediana para los primeros tres conjuntos de caladas es razonablemente pequeña. Sobre la curva 207, se notan dos efectos. Primeramente, la desviación estándar alrededor de la mediana para el tercer conjunto de caladas es mayor. En segundo lugar, la temperatura del elemento de calentamiento durante cada calada ha aumentado significativamente. Estos dos efectos indican que la porción de almacenamiento de líquido se está vaciando.

50 Sobre la curva 208, la desviación estándar alrededor de la mediana para el quinto conjunto de caladas es menor una vez más. Es decir, el intervalo de temperatura durante las caladas es razonablemente estable. Sin embargo, la temperatura del elemento de calentamiento durante cada calada ha aumentado aun más. Esto indica que la porción de almacenamiento de líquido está esencialmente vacía.

55 La temperatura aumenta en la curva 207, en comparación con la curva 205, es particularmente evidente después de aproximadamente 0,4 segundos de la calada (mostrado por la línea de puntos 211). Detectar que la cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral puede por lo tanto hacerse exactamente en base al nivel de temperatura del elemento de calentamiento después de 0,4 s de la duración de la calada.

60 Los datos empíricos para diseños particulares del sustrato formador de aerosol y para el diseño del sistema particular pueden almacenarse en una memoria en los circuitos eléctricos. Estos datos empíricos pueden relacionar la temperatura del elemento de calentamiento en un punto particular en una calada o ciclo de calentamiento que opera a una energía dada con la cantidad de líquido restante en la porción de almacenamiento de líquido. Los datos empíricos pueden entonces usarse para determinar cuánto líquido resta y puede usarse para proveer a un usuario con una indicación cuando se estima que es menos que un número predeterminado de caladas restantes.

65



Por lo tanto, la Figura 2 demuestra que hay un claro aumento de temperatura del elemento de calentamiento cuando la porción de almacenamiento de líquido se vacía. Esto es particularmente evidente después de los primeros 0,4 segundos de una calada. Este aumento de temperatura puede utilizarse para determinar cuándo la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía.

Puede verse además en la Figura 2 que la pendiente del perfil de temperatura entre 0 segundos y 0,2 segundos aumenta cuando la porción de almacenamiento de líquido se vacía. Por lo tanto, una medición de la velocidad de aumento de temperatura durante un tiempo inicial de una calada durante la vida de la porción de almacenamiento de líquido puede proporcionar un medio adicional o alternativo para detectar una cantidad de líquido restante en la porción de almacenamiento de líquido. Esta medición puede, de hecho, ser una medición más conveniente que la de la Figura 2, debido a que la medición puede tomarse durante un periodo de tiempo más corto es decir 0,2 segundos en lugar de 2 segundos. Esto puede proporcionar una percepción más rápida del cambio del nivel de temperatura y puede ayudar a reducir el riesgo de propiedades pobres del aerosol.

La Figura 3 es un gráfico que muestra la velocidad de aumento de temperatura calculada para intervalos de tiempo diferentes durante el consumo del sustrato formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido, usando una energía constante. Los puntos graficados se calcularon usando la fórmula:

$$a = \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{T_1 - T_0}{t_1 - t_0}$$

La marca 301 muestra la velocidad de aumento de la pendiente con  $t_1 = 2$  ms y  $t_2 = 50$  ms desde el inicio de cada calada, la marca 302 muestra el coeficiente de la pendiente con  $t_1 = 20$  ms y  $t_2 = 100$  ms desde el inicio de cada calada, y la marca 303 muestra coeficiente de la pendiente con  $t_1 = 20$  ms y  $t_2 = 200$  ms desde el inicio de cada calada. Puede verse que el coeficiente de la pendiente durante una calada es bastante constante desde la calada número cero, cuando la porción de almacenamiento de líquido está llena hasta aproximadamente la calada número 'X1', para las tres marcas. Entre la calada número 'X1' y la calada número 'X2' hay un aumento en el coeficiente de la pendiente cuando el número de la calada aumenta. Puede verse que este aumento en el coeficiente de la pendiente es aproximadamente lineal con el número de calada para las tres marcas. El aumento de la velocidad de la elevación de la temperatura para una energía aplicada dada es un resultado de la disminución del sustrato formador de aerosol en la cercanía del calentador como resultado del vaciado de la porción de almacenamiento de líquido. En este ejemplo, esto conduce a que se seque la mecha. De la calada número X2 hacia adelante el coeficiente de la pendiente es constante nuevamente. Esto corresponde a una porción de almacenamiento de líquido vacía y una mecha seca. No hay sustrato formador de aerosol que vaporizar y por lo tanto la energía suministrada al elemento de calentamiento se dirige toda simplemente al calentamiento. Este comportamiento se observó y se confirmó para todas las formulaciones líquidas usadas y para todos los niveles de energía.

El comportamiento lineal de la velocidad de aumento de temperatura en la región de "vaciado" entre las caladas X1 y X2 puede aprovecharse para proporcionar una medición de la cantidad de sustrato formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido. También puede usarse para calibrar cualquier otra técnica usada para medir o estimar el sustrato formador de aerosol restante. Puede verse en la Figura 3 que la curva 301, correspondiente a la velocidad de aumento de temperatura entre 2 y 50 ms desde el inicio de cada calada, proporciona el mayor cambio entre las caladas X1 y X2 y por lo que puede usarse para proporcionar la mayor resolución de la cantidad de sustrato formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido. Esto permite además que el cálculo del sustrato formador de aerosol restante se haga muy rápido después del inicio de cada calada.

Debe quedar claro que el inicio de la región de vaciado y la velocidad de elevación de la temperatura en la región de vaciado depende de la composición del sustrato formador de aerosol y las propiedades físicas del sistema, tal como las dimensiones del sistema. El uso de un diseño diferente del dispositivo o un sustrato diferente alterará el comportamiento del dispositivo en la región de vaciado. Se puede establecer un umbral para decidir que la porción de almacenamiento está "vacía" que sea apropiado al diseño del sistema y al sustrato que se usa.

Una alternativa a la medición de la pendiente mostrada en la Figura 3 es integrar bajo las curvas de la Figura 2. Esto puede hacerse durante el mismo intervalo de tiempo de entre 0 segundos y 0,2 segundos de cada calada. Esta también puede ser una medición más conveniente que la de la Figura 2, debido a que la medición se tomaría durante solo 0,2 segundos y puede proporcionar, por lo tanto, una percepción más rápida del cambio del nivel de temperatura.

Por lo tanto, las Figuras 2 y 3 muestran que una medición del elemento de calentamiento temperatura, o la velocidad de cambio de temperatura, o una integral de la temperatura en el tiempo, pueden proporcionar todas una medición lo suficientemente exacta de cuándo la cantidad de porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral.

De conformidad con la primera modalidad de la invención, la cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido se determina midiendo la temperatura cerca del elemento de calentamiento. Como se discutió anteriormente, si la temperatura medida aumenta de calada a calada, esto puede indicar que la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía.

De conformidad con la primera modalidad de la invención, un sensor de temperatura se proporciona en el sistema generador de aerosol cerca del elemento de calentamiento. Los circuitos eléctricos puede monitorizar la temperatura medida por el sensor de temperatura y pueden determinar por lo tanto una cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido. La ventaja de esta modalidad es que no se requiere cálculo o derivación, ya que el sensor de temperatura mide directamente la temperatura cerca del elemento de calentamiento.

Una vez que se ha determinado cuándo la cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral, puede tomarse un número de acciones que se describirán a continuación.

De conformidad con la segunda modalidad de la invención, la cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido se determina midiendo la resistencia del elemento de calentamiento eléctrico. Si el elemento de calentamiento tiene un coeficiente de temperatura adecuado de las características de la resistencia (por ejemplo, ver ecuación (5) más adelante), entonces la resistencia puede proporcionar una medida de la temperatura del elemento de calentamiento eléctrico.

La Figura 4 es un gráfico que muestra la resistencia, R del elemento de calentamiento del calentador eléctrico en el eje y, contra la temperatura, T del elemento de calentamiento en el eje x. Como puede verse en la Figura 4, cuando la temperatura T del elemento de calentamiento aumenta, también lo hace la resistencia R. Dentro de un intervalo seleccionado (entre las temperaturas T1 y T2 y las resistencias R1 y R2 en la Figura 4), la temperatura T y la resistencia R pueden ser proporcionales entre sí.

Como se discutió anteriormente en relación con la primera modalidad de la invención, si la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía, se suministrará insuficiente sustrato líquido formador de aerosol al calentador. Esto significará que cualquier mecha capilar se secará, y la temperatura del elemento de calentamiento aumentará. La Figura 4 muestra que tal aumento de temperatura puede determinarse midiendo la resistencia del elemento de calentamiento ya que, cuando la temperatura aumenta, la resistencia medida aumentará también.

La Figura 5 es un diagrama esquemático de circuitos eléctricos que muestra cómo puede medirse la resistencia del elemento de calentamiento de conformidad con la segunda modalidad de la invención. En la Figura 5, el calentador 501 se conecta a una batería 503 que proporciona una tensión V2. La resistencia del calentador que se mide a una temperatura particular es  $R_{calentador}$ . Se inserta un resistor adicional, con resistencia conocida  $r$ , en serie con el calentador 501, conectado a la tensión V1, intermedio entre tierra y la tensión V2. Para que el microprocesador 507 mida la resistencia  $R_{calentador}$  del calentador 501, pueden determinarse tanto la corriente a través del calentador 501 y la tensión a través del calentador 501. Entonces, puede usarse la siguiente fórmula bien conocida para determinar la resistencia:

$$V = IR \tag{1}$$

En la Figura 5, la tensión a través de calentador es  $V2-V1$  y la corriente a través del calentador es  $I$ . Por lo tanto:

$$R_{calentador} = \frac{V2 - V1}{I} \tag{2}$$

El resistor adicional 505, cuya resistencia  $r$  se conoce, se usa para determinar la corriente  $I$ , usando nuevamente (1) anterior. La corriente a través del resistor 505 es  $I$  y la tensión a través del resistor 505 es  $V1$ . Por tanto:

$$I = \frac{V1}{r} \tag{3}$$

Por tanto, al combinar (2) y (3) da:

$$R_{calentador} = \frac{(V2 - V1)}{V1} r \tag{4}$$

Por lo tanto, el microprocesador 507 puede medir  $V2$  y  $V1$ , con el sistema generador de aerosol que se usa y, conociendo el valor de  $r$ , puede determinar la resistencia del calentador a una temperatura particular,  $R_{calentador}$ .

Monitorizando la  $R_{calentador}$  durante la vida de la porción de almacenamiento de líquido, puede determinarse un aumento en  $R_{calentador}$ . Por lo tanto, puede detectarse un aumento en la resistencia, que puede indicar un aumento de temperatura debido a que la mecha capilar se seca.

5 Entonces, la fórmula siguiente puede usarse para determinar la temperatura  $T$  a partir de la resistencia medida  $R_{calentador}$  una temperatura  $T$ :

$$T = \frac{R_{calentador}}{\alpha R_0} + T_0 - \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

10 donde  $\alpha$  es el coeficiente de resistividad térmica del material del elemento de calentamiento y  $R_0$  es la resistencia del elemento de calentamiento una temperatura ambiente  $T_0$ . Por lo tanto, puede detectarse un aumento en la temperatura, que corresponde a la porción de almacenamiento de líquido que está vacía o casi vacía.

Una ventaja de esta modalidad es que no se requiere un sensor de temperatura, que puede ser voluminoso y caro.

15 Por lo tanto, puede derivarse una medida de la temperatura del elemento de calentamiento. Esto puede usarse para determinar cuándo la cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral y para estimar una cantidad absoluta de sustrato formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido.

20 En una tercera modalidad de la invención, el sistema generador de aerosol puede configurarse para mantener o controlar la temperatura del elemento de calentamiento durante una calada, o puede configurarse para limitar la temperatura del elemento de calentamiento hasta una temperatura máxima para evitar una degradación química no deseada. En esta modalidad, en lugar de usar la temperatura como un indicador de disminución del nivel de líquido, la energía requerida para mantener una temperatura predeterminada puede usarse para calcular una cantidad de sustrato formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido. Por ejemplo, si se usa una mecha capilar, cuando la mecha se seca, se requerirá menos energía para mantener la temperatura predeterminada.

30 La energía puede proporcionarse al calentador como una forma de onda de ancho de pulso modulado (PWM) con una amplitud predeterminada. El ciclo de trabajo de la forma de onda de la energía, es decir la relación del periodo de tiempo que se suministra la energía al periodo de tiempo que no se suministra la energía, puede entonces usarse como un parámetro para calcular una cantidad de sustrato formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido. Nuevamente, los datos empíricos que relacionan la energía con la cantidad de sustrato formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido pueden almacenarse en una memoria dentro de los circuitos eléctricos.

35 En todas las modalidades descritas anteriormente, una vez que se ha determinado cuándo la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral, pueden tomarse una o más acciones. El calentador eléctrico puede desactivarse. Por ejemplo, puede dispararse un sistema para declarar la porción de almacenamiento de líquido inservible. Por ejemplo, los circuitos eléctricos, al determinar que la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral, pueden hacer explotar un fusible eléctrico entre el al menos un elemento de calentamiento del calentador eléctrico y un suministro de energía eléctrica. El fusible eléctrico puede proporcionarse como parte de un componente retirable que incluye la porción de almacenamiento de líquido. Alternativamente, los circuitos eléctricos, al determinar que la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido, ha disminuido hasta un umbral, pueden apagar un interruptor entre el al menos un elemento de calentamiento del calentador eléctrico y un suministro de energía eléctrica. Los métodos alternativos para desactivar el calentador eléctrico son, por supuesto posibles. Una ventaja de desactivar el calentador eléctrico es que es luego imposible usar el sistema generador de aerosol. Esto hace imposible para un usuario inhalar un aerosol que no tiene las propiedades deseadas.

50 Una vez que se ha determinado cuándo la cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral, se le puede advertir al usuario. Por ejemplo, los circuitos eléctricos, al determinar que la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido, ha disminuido hasta un umbral, pueden indicar esto a un usuario. Por ejemplo, si el sistema generador de aerosol incluye una pantalla para el usuario, puede indicarse al usuario, mediante la pantalla para el usuario, que la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía y puede proporcionarse un estimado del número de caladas restantes. Alternativa o adicionalmente, un sonido audible puede indicar al usuario que la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía. Los métodos alternativos para indicar al usuario que la porción de almacenamiento de líquido está vacía o casi vacía son, por supuesto posibles. Una ventaja de alertar al usuario es que el usuario es entonces capaz de reemplazar o rellenar la porción de almacenamiento de líquido.

Por lo tanto, de conformidad con la invención, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente incluye los circuitos eléctricos para determinar cuándo la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la

porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral predeterminado. Se han descrito varios métodos para determinar que la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral predeterminado, con referencia a las Figuras de la 2 a la 5. Las características descritas con relación a una modalidad pueden también aplicarse a otra modalidad.

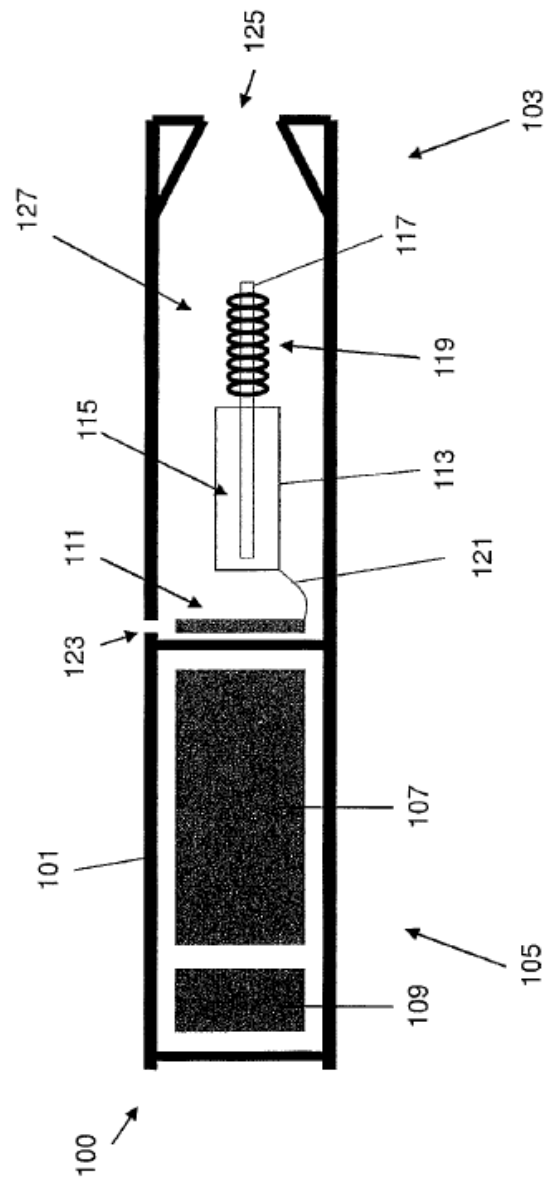
5

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente (100) para recibir un sustrato formador de aerosol (115), el sistema comprende:
  - 5 una porción de almacenamiento de líquido (113) para almacenar un sustrato líquido formador de aerosol; y
  - un calentador eléctrico (119) que comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar un sustrato líquido formador de aerosol; caracterizado porque
  - 10 los circuitos eléctricos (109) se configuran para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol en base a una relación entre una energía aplicada al elemento de calentamiento y un cambio de temperatura resultante del elemento de calentamiento.
2. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 1, en donde los circuitos eléctricos (109) se configuran para estimar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido (113) en base a la disminución determinada.
3. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 1 o 2, que comprende además un sensor de temperatura para medir la temperatura del al menos un elemento de calentamiento (119) y en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para monitorizar la temperatura del al menos un elemento de calentamiento sensada por el sensor de temperatura y para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador en base a la temperatura sensada por el sensor de temperatura.
4. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para aplicar una energía predeterminada al elemento de calentamiento (119).
5. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para medir la resistencia eléctrica del al menos un elemento de calentamiento (119), para determinar la temperatura del elemento de calentamiento a partir de la resistencia eléctrica medida.
6. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 5, en donde los circuitos eléctricos (109) pueden disponerse para medir la resistencia eléctrica del al menos un elemento de calentamiento (119) midiendo la corriente a través del al menos un elemento de calentamiento y la tensión a través del al menos un elemento de calentamiento y determinar la resistencia eléctrica del al menos un elemento de calentamiento a partir de la corriente y tensión medidas.
7. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador (119) monitorizando un aumento de la temperatura sensada o determinada durante ciclos de calentamiento sucesivos cuando se consume el sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido (113).
8. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador (119) monitorizando la velocidad de aumento de la temperatura sensada o determinada durante una porción de cada ciclo de calentamiento, durante ciclos de calentamiento sucesivos cuando se consume el sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido (113).
9. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador (119) monitorizando un aumento en el valor de una integral en el tiempo de la temperatura sensada o determinada durante una porción de cada ciclo de calentamiento, durante ciclos de calentamiento sucesivos cuando se consume el sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido (113).
10. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 1, en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para limitar la temperatura del elemento de calentamiento (119) hasta una temperatura máxima, y se disponen para determinar la disminución del sustrato formador de aerosol calentado por el calentador monitorizando una cantidad de energía aplicada al elemento de calentamiento para mantener la temperatura máxima.

11. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación anterior, comprende además una mecha capilar para (117) transportar el sustrato líquido formador de aerosol desde la porción de almacenamiento de líquido (113) al calentador eléctrico (119).
- 5 12. Un método que comprende:  
proporcionar un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente que comprende una porción de almacenamiento de líquido (113) para almacenar el sustrato líquido formador de aerosol y un calentador eléctrico (119) que comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol; caracterizado porque  
10 determinar la disminución del sustrato líquido formador de aerosol calentado por el calentador en base a una relación entre una energía aplicada al elemento de calentamiento y un cambio de temperatura resultante del elemento de calentamiento.
13. Circuitos eléctricos (109) para un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, los circuitos eléctricos se disponen para llevar a cabo el método de la reivindicación 12.
- 15 14. Un programa informático que, cuando se ejecuta sobre circuitos eléctricos programables (109) por un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, provoca que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método de la reivindicación 12.
- 20 15. Un medio de almacenamiento legible por computadora que tiene almacenado un programa de computadora de conformidad con la reivindicación 14.

Figure 1



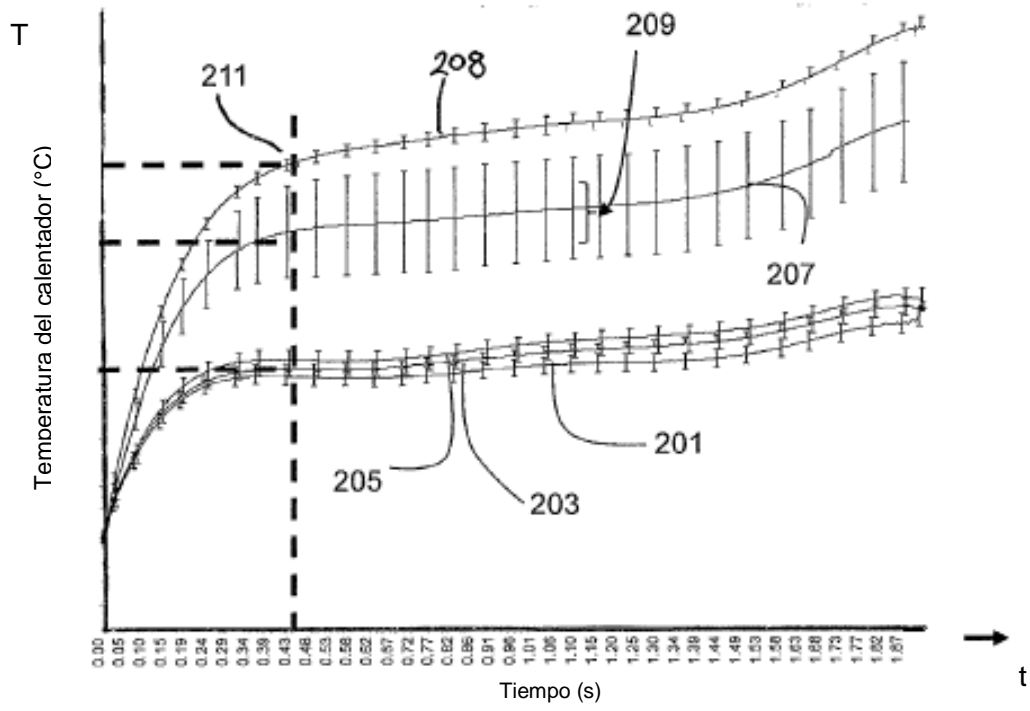


Figura 2

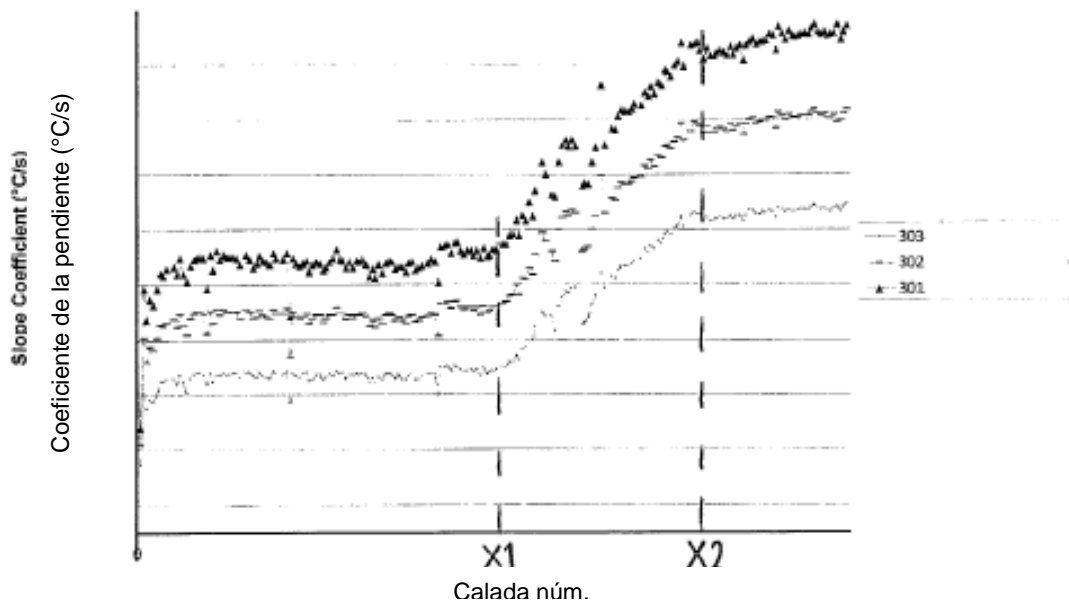


Figura 3



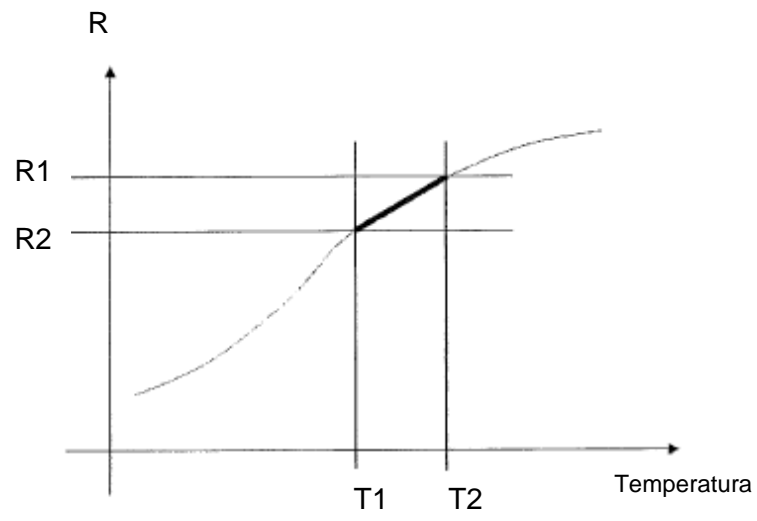


Figura 4

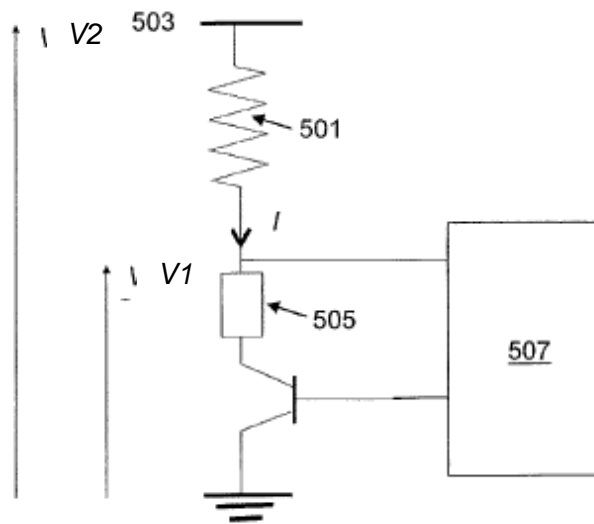


Figura 5