

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 906**

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/EP2011/073795**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO2012085207**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2011 E 11808642 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017 EP 2654470**

54 Título: **Sistema generador de aerosol que tiene medios para manejar el consumo de un sustrato líquido**

30 Prioridad:

**24.12.2010 EP 10252234**

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

**22.06.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FLICK, JEAN-MARC**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 618 906 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 manejar el consumo 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 2007/078273 describe un utensilio para fumar eléctrico. Un líquido se almacena en un recipiente que se comunica con un vaporizador calentador, energizado por una batería, mediante una serie de pequeñas aberturas. El calentador tiene forma de un calentador eléctrico enrollado en espiral montado en un soporte eléctricamente aislante. Durante el uso, el calentador se activa mediante la boca de un usuario para encender el suministro de energía de la batería. La succión por la boquilla por parte del usuario provoca que el aire se arrastre a  
15 través de los agujeros en el recipiente, sobre el vaporizador calentador, hacia dentro de la boquilla y subsecuentemente hacia dentro de la boca de un usuario.

El documento EP 2253233 A describe un sistema para fumar que se hace funcionar eléctricamente que comprende un calentador eléctrico para calentar un sustrato formador de aerosol y circuitos eléctricos configurados para monitorizar la activación del calentador para determinar cuándo debe terminar una experiencia de fumado.  
20

Los sistemas generadores de aerosol que se hacen funcionar eléctricamente de la técnica anterior, incluyendo los sistemas para fumar referidos anteriormente, tienen un número de ventajas, pero aún queda oportunidad de mejorar el diseño, particularmente con referencia al manejo del sustrato líquido formador de aerosol almacenado en el  
25 recipiente.

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  
30 comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol; y circuitos eléctricos configurados para monitorizar la activación del calentador eléctrico y estimar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido en base a la activación monitorizada.

35 El sistema generador de aerosol se dispone para vaporizar el sustrato formador de aerosol para formar el aerosol. Como se conoce por los expertos en la técnica, un aerosol es una suspensión de partículas sólidas o gotas de líquido en un gas, tal como aire.

La activación del calentador eléctrico puede monitorizarse de varias maneras, por ejemplo monitoreando la  
40 temperatura del elemento de calentamiento en el tiempo, la resistencia del elemento de calentamiento en el tiempo, o la energía aplicada al calentador en el tiempo, o una combinación de dos o más de estos parámetros.

Preferentemente, los circuitos eléctricos se configuran para estimar una cantidad consumida de sustrato líquido formador de aerosol, y para sustraer la cantidad consumida de una cantidad inicial conocida para proporcionar un estimado de sustrato líquido formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido.  
45

Preferentemente, los circuitos eléctricos se configuran para monitorizar la activación del calentador eléctrico monitoreando la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento en el tiempo para estimar una cantidad consumida de sustrato formador de aerosol. Preferentemente, los circuitos eléctricos se configuran para estimar una  
50 cantidad consumida de aerosol en base a una primera ecuación que relaciona la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento al consumo del sustrato formador de aerosol hasta un primer umbral de temperatura o resistencia y en base a una segunda ecuación que relaciona la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento al consumo del sustrato formador de aerosol por encima del primer umbral de temperatura o resistencia.  
55

Preferentemente la segunda ecuación es una ecuación lineal. Preferentemente, la segunda ecuación depende de la energía aplicada al elemento de calentamiento. La segunda ecuación representa preferentemente la difusión térmica a través del sustrato formador de aerosol y cualquier elemento que contenga el sustrato formador de aerosol.

60 Preferentemente, la primera ecuación es una ecuación no lineal. Preferentemente, la primera ecuación es independiente de la energía aplicada al elemento de calentamiento. La primera ecuación representa preferentemente la entalpía de vaporización del sustrato líquido formador de aerosol.

El valor del primer umbral depende de la composición del sustrato líquido formador de aerosol. Preferentemente, el  
65 primer umbral es el punto de ebullición del sustrato líquido formador de aerosol, y con más preferencia el punto de ebullición del sustrato líquido formador de aerosol a presión atmosférica.

La primera ecuación y segunda ecuación también dependen de la composición del sustrato líquido formador de aerosol, así como de las propiedades específicas del sistema, tales como las dimensiones y propiedades de los materiales, y la energía aplicada al calentador. Preferentemente, la primera y segunda ecuaciones se derivan y almacenan por lo tanto empíricamente en los circuitos eléctricos. Una pluralidad de diferentes ecuaciones puede almacenarse en los circuitos eléctricos para su uso con diferentes composiciones de sustrato líquido formador de aerosol y para su uso en niveles de energía diferentes.

Por supuesto, como alternativa a dos ecuaciones para modelar la relación entre la temperatura o resistencia y el consumo de sustrato, puede usarse una única ecuación más compleja, que se deriva por correlación con los datos empíricamente derivados para el consumo de sustrato. Alternativamente, pueden usarse tres o más ecuaciones si es apropiado. Pero los inventores han apreciado que para un cálculo exacto de consumo de sustrato líquido debe considerarse la evolución de la temperatura del elemento de calentamiento así como el comportamiento diferente de la evaporación por encima o por debajo del punto de ebullición del sustrato líquido. Es conveniente además proporcionar diferentes modelos para niveles de energía diferentes aplicados al calentador.

Es ventajoso proporcionar los circuitos eléctricos para determinar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido. 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. 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.

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 del líquido. Además, puede mantenerse un alto nivel de higiene. Si la porción de almacenamiento de líquido no es rellenable y el líquido en la porción de almacenamiento de líquido se ha agotado o ha disminuido hasta un umbral predeterminado, la porción de almacenamiento de líquido tiene que reemplazarse por el usuario. Durante tal reemplazo, tiene que evitarse la contaminación del usuario con el líquido. Alternativamente, la porción de almacenamiento de líquido puede ser rellenable. En ese caso, cuando la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral predeterminado, la porción de almacenamiento de líquido puede rellenarse. Preferentemente, la porción de almacenamiento de líquido se dispone para contener líquido para un número predeterminado de caladas o ciclos de calentamiento.

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.

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.

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.

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.

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.

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

5 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.

10 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 el uso normal, la mecha esté siempre húmeda en el área de calentamiento. Si la mecha está seca, puede haber un sobrecalentamiento. Proporcionar una mecha capilar puede por lo tanto ser ventajoso ya que permitirá una medida de este sobrecalentamiento, que a su vez puede permitir una determinación de cuando la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral predeterminado.

15 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.

20 En un caso, los circuitos eléctricos comprenden un sensor para detectar el flujo de aire indicador de que un usuario toma una calada. En ese caso, los circuitos eléctricos se dispone preferentemente para proporcionar un pulso de corriente eléctrica al calentador eléctrico a una potencia predeterminada cuando el sensor sensa que un usuario toma una calada. El período de tiempo del pulso de corriente eléctrica puede establecerse previamente, en dependencia de la cantidad de líquido que se desea vaporizar. El circuito eléctrico se programa preferentemente para este propósito. En esa modalidad, los circuitos eléctricos pueden disponerse para monitorizar el tiempo total de los periodos de tiempo de los pulsos de corriente eléctrica y a partir del tiempo total monitorizado, predecir cuándo la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido disminuirá hasta el umbral predeterminado.

30 El sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente puede comprender además un sensor de temperatura para medir la temperatura del al menos un elemento de calentamiento y los circuitos eléctricos se configuran para monitorizar la temperatura del al menos un elemento de calentamiento según lo sentido por el sensor de temperatura.

35 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.

40 En esa 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 de la resistencia conocida y determinando la corriente a través del al menos un elemento de calentamiento a partir de la tensión y la resistencia conocida medidas.

45 Alternativamente, los circuitos eléctricos pueden comprender un interruptor que se puede accionar manualmente para que un usuario inicie una calada. Los circuitos eléctricos se disponen para proporcionar un pulso de corriente eléctrica al calentador eléctrico cuando el usuario inicia una calada. Preferentemente, el período de tiempo del pulso de corriente eléctrica se establece previamente, en dependencia de la cantidad de líquido que se desea vaporizar. El circuito eléctrico se programa preferentemente para este propósito. En esta modalidad, los circuitos eléctricos pueden disponerse para monitorizar el tiempo total en el que el interruptor que funciona manualmente se activa y, a partir del tiempo total monitorizado, estimar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido.

50 Los circuitos eléctricos pueden comprender un sensor para detectar la presencia de una porción de almacenamiento de líquido. El sensor es preferentemente capaz de distinguir una porción de almacenamiento de líquido de otra porción de almacenamiento de líquido y por lo tanto determinar cuánto sustrato líquido formador de aerosol se contiene dentro de la porción de almacenamiento de líquido cuando está llena. El sensor puede además ser capaz de determinar la composición del líquido en la porción de almacenamiento de líquido en base a marcas codificadas en la porción de almacenamiento de líquido o la forma o tamaño de la porción de almacenamiento de líquido. Este, acoplado con la activación monitorizada, puede permitir que los circuitos eléctricos predigan la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido durante el uso.

65 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 ha disminuido hasta un umbral predeterminado, para desactivar el calentador eléctrico.

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.

5 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.

10 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 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.

15 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.

20 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 sustancialmente paralelos. El alojamiento puede comprender una armazón y una boquilla.

25 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.

30 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, polietereetercetona (PEEK) y polietileno. Preferentemente, el material es ligero y no frágil.

35 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.

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

45 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 monitorizar la activación del calentador eléctrico y estimar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido en base a la activación monitorizada.

50 Preferentemente, la etapa de monitorizar la activación del calentador eléctrico comprende monitorizar la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento en el tiempo para estimar una cantidad consumida de sustrato formador de aerosol. Preferentemente, el estimado de una cantidad consumida de aerosol se hace en base a una primera ecuación que relaciona la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento al consumo del sustrato formador de aerosol hasta un primer umbral de temperatura o resistencia y en base a una segunda ecuación que relaciona la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento al consumo del sustrato formador de aerosol por encima del primer umbral de temperatura o resistencia.

55 Preferentemente, la segunda ecuación es una ecuación lineal. La segunda ecuación representa preferentemente la difusión térmica a través del sustrato formador de aerosol o un elemento que aloja el sustrato formador de aerosol.

60 Preferentemente, la primera ecuación es una ecuación no lineal. La primera ecuación representa preferentemente la entalpía de vaporización del sustrato líquido formador de aerosol.

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.

5 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.

10 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.

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.

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

20 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 de la masa total de partículas contra la energía aplicada para dos composiciones de sustrato líquido formador de aerosol diferentes en un dispositivo del tipo mostrado en la Figura 1;

25 la Figura 3 es un gráfico de la velocidad de evaporación contra la temperatura de una composición líquida hasta el punto de ebullición, junto con una curva correlacionada con los puntos graficados;

30 la Figura 4 es un gráfico que muestra la velocidad de evaporación de una composición líquida contra la temperatura en un dispositivo del tipo mostrado en la Figura 1, que muestra la velocidad de evaporación para dos niveles de energía diferentes;

35 la Figura 5 es un gráfico que muestra la evolución de la temperatura de un elemento de calentamiento durante una calada, con diferentes marcas mostradas para diferentes etapas en el consumo del sustrato líquido formador de aerosol;

la Figura 6 es un gráfico que muestra la velocidad de evaporación del líquido durante una calada y la temperatura correspondiente del elemento de calentamiento;

40 la Figura 7 es un gráfico que muestra la masa evaporada acumulativa para una calada;

la Figura 8 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

45 la Figura 9 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.

50 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 para fumar. El sistema para fumar 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.

65 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 caladas 111 sensa la calada 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.
- 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.
- 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 9. Es necesario enfatizar que el sistema no necesita ser un sistema para fumar y no se necesita 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.
- 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.
- Como se discutió anteriormente, de conformidad con la invención, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente incluye los circuitos eléctricos para determinar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido. Las modalidades de la invención se describirán ahora con referencia a las Figuras de la 2 a la 9. 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.
- La Figura 2 es un gráfico de la masa total de partículas (TPM) del aerosol generado en una calada del usuario en un dispositivo como se muestra en la Figura 1, para dos sustratos formadores de aerosol diferentes. El gráfico 200, con los puntos graficados dibujados como cuadros grandes, muestra los resultados para el Líquido 1 y el gráfico 210, con los puntos graficados mostrados como cuadros pequeños, muestra los resultados para el Líquido 2. Los gráficos muestran el efecto sobre la generación de aerosol de aumentar la energía al calentador. Puede verse que aumentando la energía al calentador aumenta ampliamente la generación de aerosol. A una energía muy alta la masa del aerosol se reduce, y esto puede explicarse por la masa evaporada restante en la fase gaseosa en lugar de la formación de gotas.
- La Figura 2 ilustra además que la masa de aerosol generado depende además de la composición del sustrato líquido formador de aerosol. Por ejemplo, las diferentes composiciones tendrán diferentes puntos de ebullición y diferentes viscosidades. Cualquier modelo para estimar de manera adecuada el consumo de sustrato líquido formador de aerosol puede por lo tanto representar la composición líquida y energía la aplicada al calentador.
- La generación de aerosol requiere el suministro de suficiente energía para que el líquido se vaporice. La energía requerida es llamada entalpía de vaporización. La cantidad de energía suministrada depende de la temperatura del elemento calentador o elementos calentadores: Mientras más alta es la temperatura más energía se suministra al líquido. Por lo tanto, hasta el punto de ebullición del líquido, hay una relación entre la temperatura de los elementos calentadores y la velocidad de evaporación. Esto es independiente de la energía suministrada al calentador. La Figura 3 es un gráfico que muestra la velocidad de evaporación de un sustrato líquido formador de aerosol contra la temperatura hasta su punto de ebullición. El datos experimentales se grafican como diamantes 220. Además se

muestra una curva 230, dibujada con puntos cuadrados, que se ajusta a los datos experimentales 220. La curva 230 tiene la forma  $m = Ae^{BT}$ , donde  $m$  es la velocidad de la masa evaporada,  $A$  y  $B$  son constantes de calibración y  $T$  es la temperatura del elemento de calentamiento. Las constantes  $A$  y  $B$  dependen de la composición líquida.

5 Una vez que la temperatura del elemento de calentamiento alcanza el punto de ebullición del líquido, la velocidad de evaporación ya no aumenta más de la misma manera. En este punto la energía adicional proveniente del elemento de calentamiento no aumenta la temperatura del líquido. Sin embargo, cuando la temperatura del elemento de calentamiento aumenta por encima del punto de ebullición, la difusión térmica a través del sustrato líquido y más particularmente a través de cualquier medio para contener el sustrato, en esta modalidad la mecha capilar, se  
10 convierte en un factor significativo. Cuando la temperatura del elemento de calentamiento se eleva, la velocidad de difusión térmica es mayor por lo que se vaporiza más sustrato líquido.

La Figura 4 es un gráfico de dos curvas de velocidad de evaporación diferentes como una función de la temperatura usando un sistema de mecha como se muestra en la Figura 1. Las dos curvas 240 y 250 corresponden a dos  
15 cantidades diferentes de energía suministrada al elemento de calentamiento durante una calada. En ambas curvas 240 y 250, la primera porción por debajo el punto de ebullición del líquido corresponde a la curva 230 mostrado en la Figura 3. Las dos curvas divergen por encima del punto de ebullición. La curva 240, corresponde a una energía inferior a la de la curva 250. Ambas curvas muestran un aumento lineal en la velocidad de evaporación con la temperatura, pero la velocidad de aumento depende claramente de la energía. La porción de las curvas 240 y 250  
20 por encima del punto de ebullición del sustrato líquido tienen la forma  $m = CT + D$ , donde  $m$  es la velocidad de evaporación,  $C$  y  $D$  son constantes de calibración y  $T$  es la temperatura. Las constantes  $C$  y  $D$  dependen de la composición líquida, la energía aplicada al calentador así como de las propiedades físicas del dispositivo, tal como la composición y las dimensiones de la mecha y la configuración del calentador.

25 Las curvas de la Figura 4 proporcionan un modelo que puede usarse para calcular la velocidad de evaporación del sustrato líquido si la temperatura del elemento de calentamiento y la energía aplicada al elemento de calentamiento se conocen. Para cada diseño de sistema generador de aerosol las constantes  $A$ ,  $B$ ,  $C$  y  $D$  necesitan derivarse empíricamente y las constantes  $C$  y  $D$  deben derivarse para niveles de energía diferentes a los que el sistema puede funcionar.  
30

La temperatura del elemento de calentamiento cambia durante el curso de cada calada y cambia cuando se reduce la cantidad de líquido en la porción de almacenamiento de líquido. La Figura 5 es un gráfico que muestra cinco  
35 perfiles de temperatura promedio durante una calada. 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 501 es la media de un primer conjunto de caladas, cada calada tiene una duración de la calda de 2 segundos. De manera similar, la curva 503 es la media de un segundo conjunto de caladas, la curva 505 es la media de un tercer conjunto de caladas, la curva 507 es la media de un cuarto conjunto de caladas y la curva 509 es la media sobre el quinto conjunto de caladas. En cada curva, las barras verticales (por ejemplo lo mostrado en 511) indican la desviación estándar alrededor de la media para las caladas. Por lo tanto, se muestra la evolución de la temperatura medida durante la vida de la porción de  
40 almacenamiento de líquido. Este comportamiento se observó y confirmó para todas las formulaciones líquidas vaporizadas y para todos los niveles de energía usados.

Como puede observarse en Figura 5, la respuesta a la temperatura del elemento de calentamiento es razonablemente estable sobre las curvas 501, 503 y 205. Es decir, la desviación estándar alrededor de la media  
45 para los primeros tres conjuntos de caladas es razonablemente pequeña. El modelo ilustrado en la Figura 4 es más exacto durante este periodo cuando la respuesta a la temperatura es estable. Durante este periodo siempre hay suficiente sustrato formador de aerosol que se suministra al calentador a través de la mecha. Una vez que la mecha comienza a secarse se observa un comportamiento diferente.

50 La Figura 6 es una ilustración del perfil de temperatura de un elemento de calentamiento durante una calada (promediado sobre un conjunto de caladas), mostrado como la curva 600 junto con la velocidad de evaporación correspondiente calculada usando el modelo mostrado y descrito con referencia a la Figura 4, mostrado como la curva 610.

55 La masa total de sustrato líquido formador de aerosol evaporada durante una calada puede calcularse integrando bajo la curva velocidad de evaporación 610. La integral puede llevarse a cabo mediante los circuitos eléctricos usando el método del trapecio por ejemplo. El resultado de la integral se muestra en la Figura 7. La Figura 7 muestra nuevamente el perfil de temperatura 600 de un elemento de calentamiento durante una calada y muestra además la masa evaporada acumulativa sobre la calada como la curva 700.  
60

La cantidad total de sustrato líquido formador de aerosol consumido puede calcularse sumando los totales calculados para cada calada. Esta masa total consumida puede restarse de una masa inicial conocida de líquido en la porción de almacenamiento de líquido para proporcionar un estimado de la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol restante. La cantidad restante puede indicarse al usuario como una cantidad significativa, tal como un  
65 número estimado de caladas restantes o como un valor porcentual.

Determinar la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido es ventajoso ya 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.

Los circuitos eléctricos pueden incluir un sensor que es capaz de detectar la presencia de una porción de almacenamiento de líquido y, además, de determinar las características de la porción de almacenamiento de líquido incluyendo, por ejemplo, cuánto sustrato líquido formador de aerosol se contiene dentro de la porción de almacenamiento de líquido y la composición del sustrato líquido formador de aerosol. Como se describe en la solicitud internacional pendiente del solicitante PCT/IB2009/007969, esto se puede basar en la información de identificación proporcionada por la porción de almacenamiento de líquido. Esta información, junto con la información derivada de la acción de monitorizar la activación del calentador, permite que los circuitos eléctricos predigan la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido. Alternativamente, los circuitos eléctricos no necesitan incluir un sensor. Por ejemplo, la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en cada porción de almacenamiento de líquido puede ser simplemente de solo un tipo y establecida en una cantidad estándar.

Son posibles un número de variaciones de la invención. Por ejemplo, el sistema generador de aerosol no necesita incluir 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.

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 pueden 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 como se describió. 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.

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 8 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 8, cuando la temperatura  $T$  del elemento de calentamiento aumenta, también lo hace la resistencia  $R$ . Dentro de un intervalo seleccionado (entre las temperaturas  $T_1$  y  $T_2$  y las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  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 8 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 9 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 9, el calentador 901 se conecta a una batería 903 que proporciona una tensión  $V_2$ . La resistencia del calentador que se mide a una temperatura particular es  $R_{\text{calentador}}$ . Se inserta un resistor adicional, con resistencia conocida  $R_{905}$ , en serie con el calentador 901, y conectado a la tensión  $V_1$ . La tensión  $V_1$  tiene un valor intermedio entre tierra y tensión  $V_2$ . Para que el microprocesador 907 mida la resistencia  $R_{\text{calentador}}$  del calentador 901, pueden determinarse tanto la corriente a través del calentador 901 y la tensión a través del calentador 901. Entonces, puede usarse la siguiente fórmula bien conocida para determinar la resistencia:

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

En la Figura 9, la tensión a través de calentador es  $V_2 - V_1$  y la corriente a través del calentador es  $I$ . Por lo tanto:

$$R_{\text{calentador}} = \frac{V_2 - V_1}{I} \tag{2}$$

El resistor adicional 905, cuya resistencia  $r$  se conoce, se usa para determinar la corriente  $I$ , usando nuevamente (1) anterior. La corriente a través del resistor 905 es  $I$  y la tensión a través del resistor 905 es  $V1$ . Por tanto:

$$I = \frac{V1}{r} \quad (3)$$

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

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

Por lo tanto, el microprocesador 907 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,  $R_{\text{calentador}}$ .

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

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

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  $T_0$ .

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

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.

En 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.

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. 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.

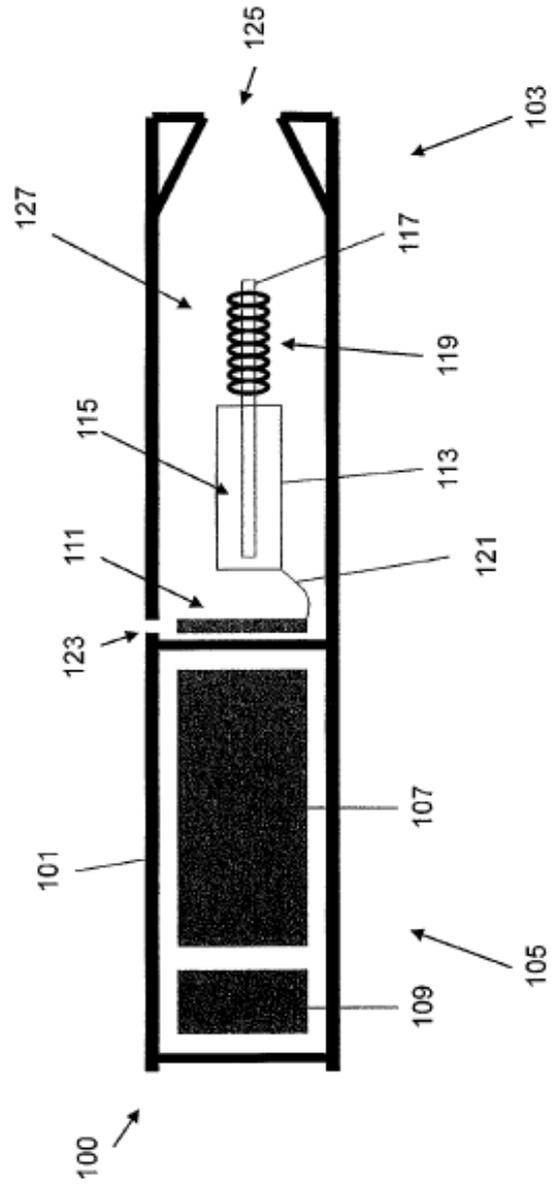
Por lo tanto, de conformidad con la invención, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente incluye los circuitos eléctricos para determinar cuándo la cantidad de sustrato líquido formador de aerosol en la porción de almacenamiento de líquido ha disminuido hasta un umbral predeterminado. Las características descritas con relación a una modalidad pueden también aplicarse a otra modalidad.

**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; un calentador eléctrico (119) que comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar un sustrato líquido formador de aerosol; y circuitos eléctricos (109) configurados para monitorizar la activación del calentador eléctrico caracterizados porque los circuitos eléctricos se configuran además para estimar una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido en base a la activación monitorizada.  
 10
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 consumida de sustrato líquido formador de aerosol (115), y para sustraer la cantidad consumida de una cantidad inicial conocida para proporcionar un estimado de sustrato líquido formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido.  
 15
3. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 1 o 2, en donde los circuitos eléctricos (109) se configuran para monitorizar la activación del calentador eléctrico (119) monitorizando la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento en el tiempo para estimar una cantidad consumida de sustrato formador de aerosol.  
 20
4. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 3, en donde los circuitos eléctricos (109) se configuran para estimar una cantidad consumida de aerosol en base a una primera ecuación que relaciona la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento al consumo del sustrato formador de aerosol hasta un primer umbral de temperatura o resistencia y en base a una segunda ecuación que relaciona la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento al consumo del sustrato formador de aerosol por encima del primer umbral de temperatura o resistencia.  
 25
5. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 4, en donde la segunda ecuación depende de la energía aplicada al elemento de calentamiento.  
 30
6. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 4 o 5, en donde la primera ecuación es independiente de la energía aplicada al elemento de calentamiento.  
 35
7. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 4, 5 o 6, en donde, el primer umbral es el punto de ebullición del sustrato líquido formador de aerosol.
8. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación de la 4 a la 7, en donde la primera y segunda ecuaciones se almacenan en los circuitos eléctricos (109).  
 40
9. Un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 8, en donde una pluralidad de primera y segunda ecuaciones diferentes se almacenan en los circuitos eléctricos (109) para su uso con diferentes composiciones de sustrato líquido formador de aerosol y para su uso en niveles de energía diferentes.  
 45
10. 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  
 50
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 al calentador eléctrico.  
 55
12. Un método que comprende:  
 proporcionar un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente (100) que comprende una porción de almacenamiento de líquido (113) para almacenar el sustrato líquido formador de aerosol (115) y un calentador eléctrico (119) que comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol; y monitorizar la activación del calentador eléctrico, caracterizado por la estimación de una cantidad de sustrato líquido formador de aerosol restante en la porción de almacenamiento de líquido en base a la activación monitorizada.  
 60  
 65

- 5
13. Circuitos eléctricos para un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente comprende una porción de almacenamiento de líquido (113) para almacenar el sustrato líquido formador de aerosol (115) y un calentador eléctrico (119) que comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol, los circuitos eléctricos se disponen para llevar a cabo el método de la reivindicación 12.
- 10
14. Un programa informático que, cuando se ejecuta en los circuitos eléctricos programables para un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, el sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente comprende una porción de almacenamiento de líquido (113) para almacenar el sustrato líquido formador de aerosol (115) y un calentador eléctrico (119) comprende al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato líquido formador de aerosol, provoca que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método de la reivindicación 12.
- 15
15. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenado un programa informático de conformidad con la reivindicación 14.

Figura 1



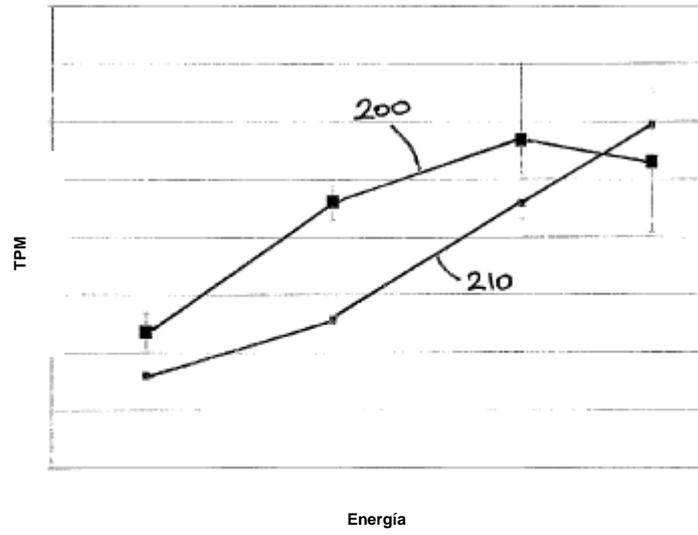


Figura 2

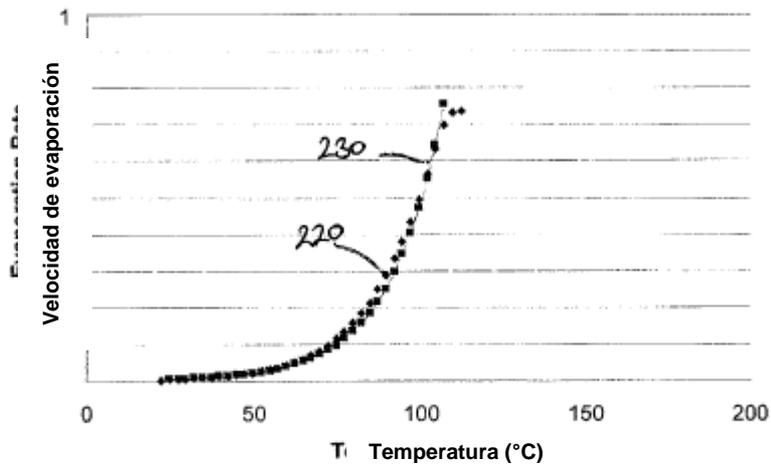


Figura 3

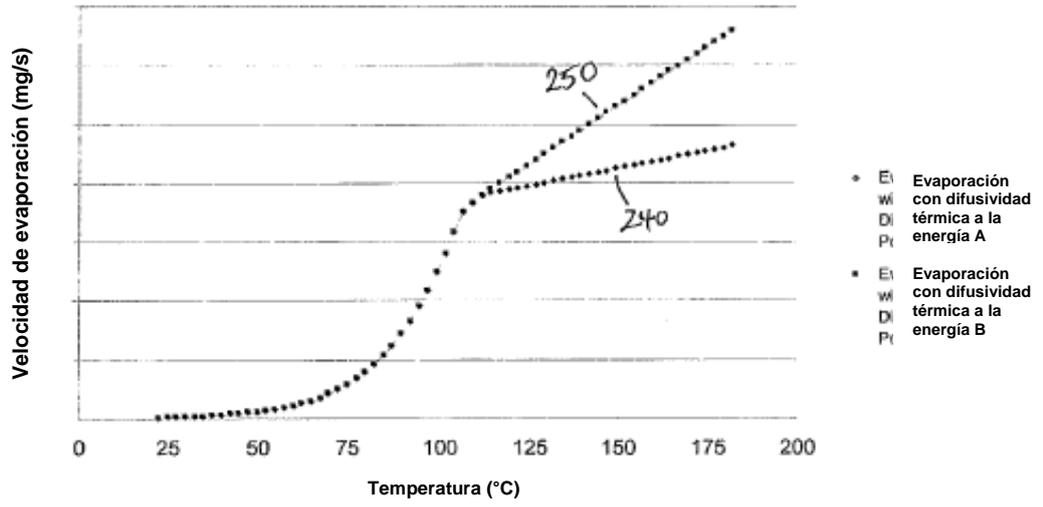


Figura 4

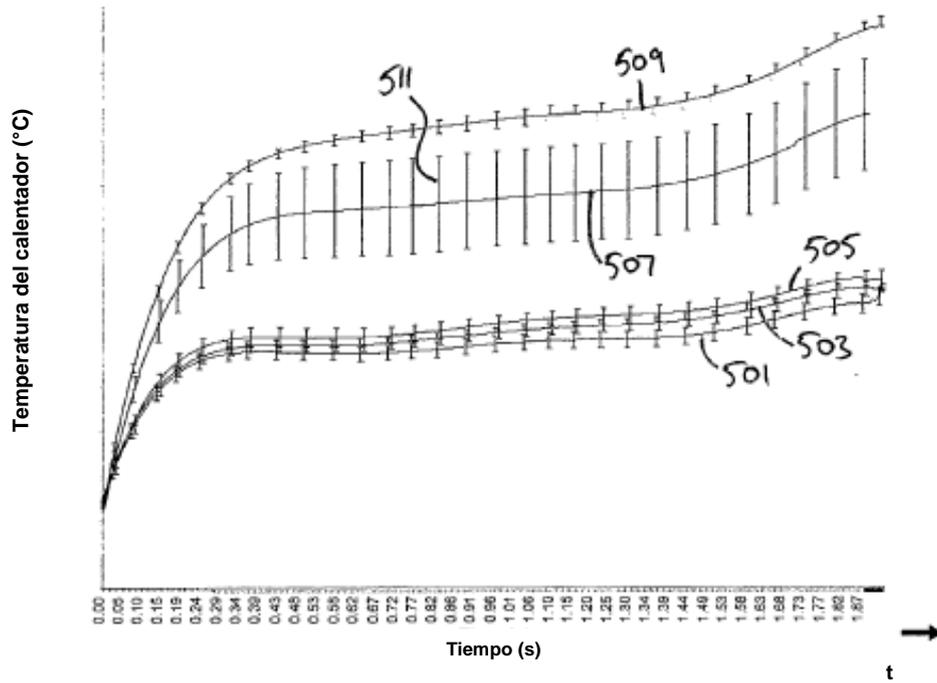


Figura 5

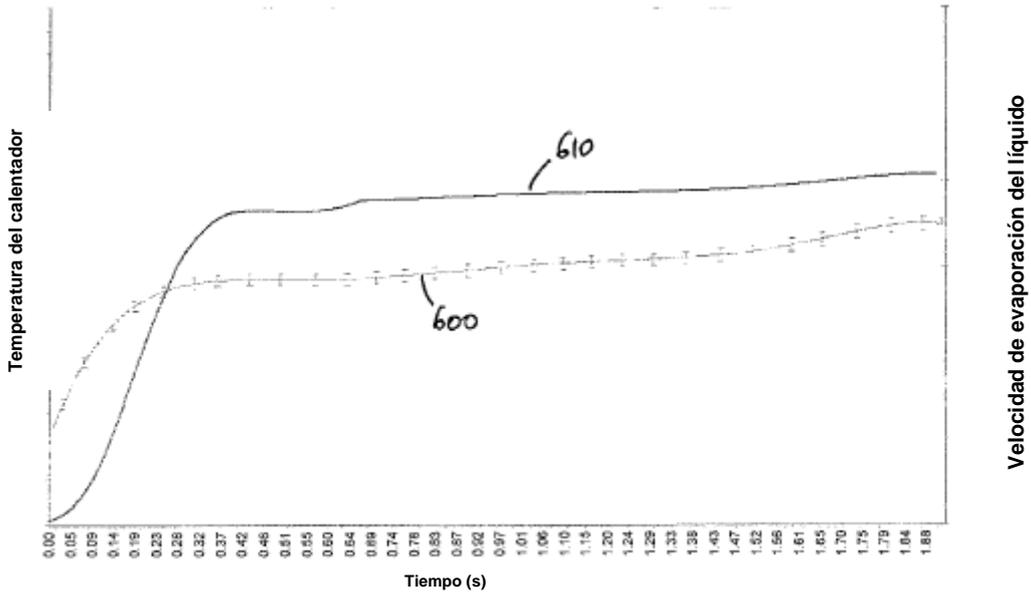


Figura 6

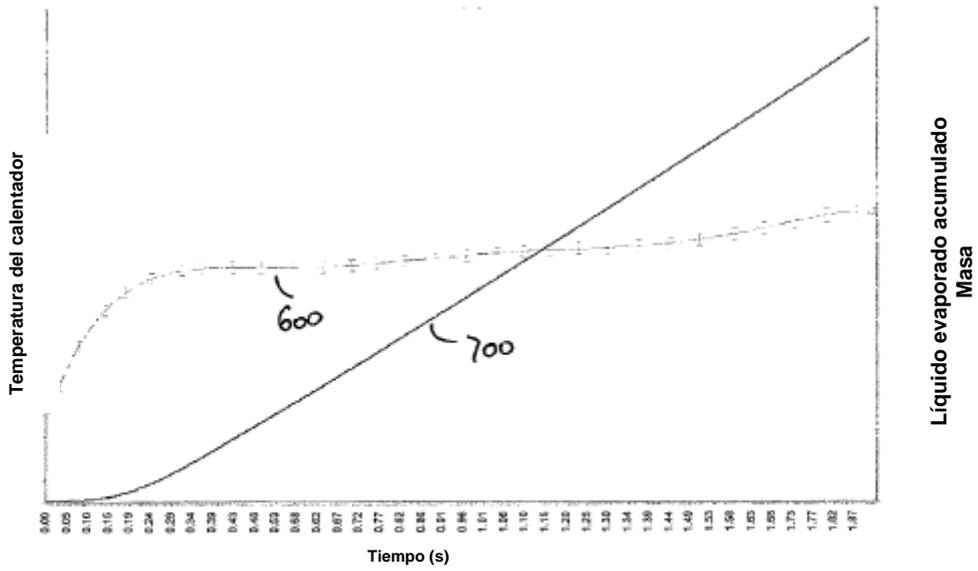
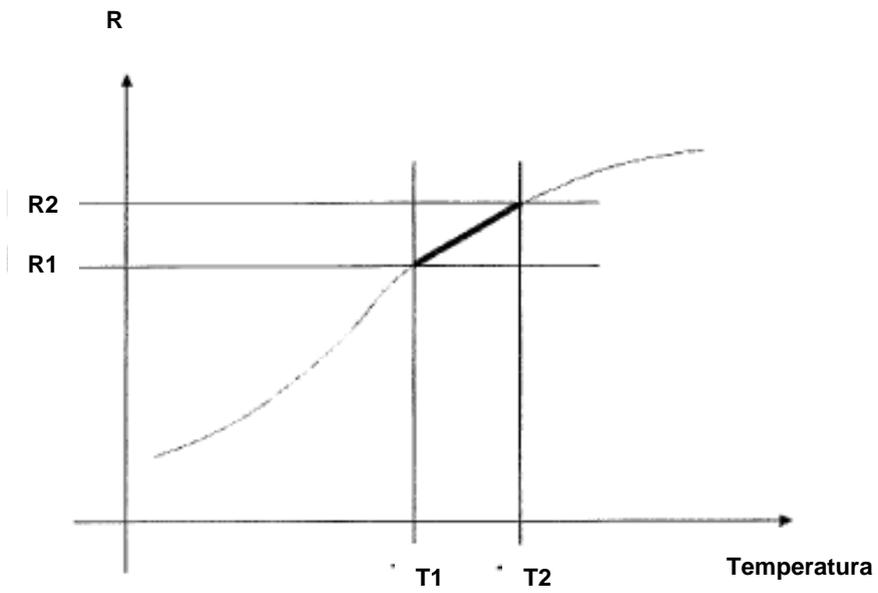
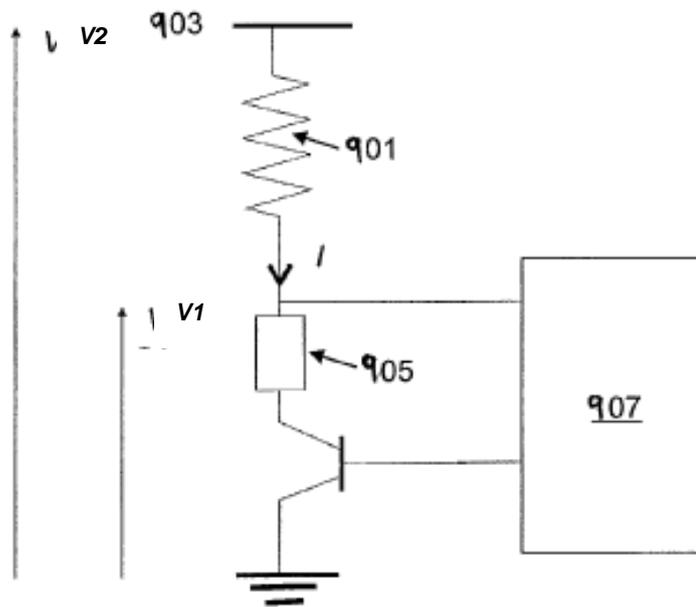


Figura 7



F Figura 8



F Figura 9