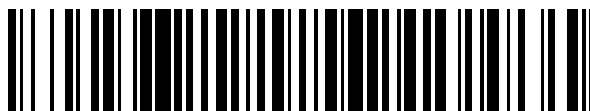


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 722 203**

51 Int. Cl.:

**A24F 47/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.12.2011 PCT/EP2011/071608**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO12072790**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.12.2011 E 11802867 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2645892**

54 Título: **Sistema generador de aerosol calentado eléctricamente que tiene un control del calentador mejorado**

30 Prioridad:

**03.12.2010 EP 10252049**

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

**08.08.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**THORENS, MICHEL;  
FLICK, JEAN-MARC;  
COCHAND, OLIVER YVES y  
DUBIEF, FLAVIEN**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 722 203 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 calentado eléctricamente que tiene un control del calentador mejorado

5 La presente invención se refiere a un método para controlar al menos un elemento de calentamiento eléctrico de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. La presente invención se refiere además a un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. La presente invención encuentra una aplicación particular como un método para controlar al menos un elemento de calentamiento eléctrico de un sistema para fumar calentado eléctricamente y como un sistema para fumar calentado eléctricamente.

10 El documento WO-A-2009/132793 describe un sistema para fumar calentado eléctricamente. Un líquido se almacena en una porción de almacenamiento de líquido, y una mecha capilar tiene un primer extremo que se extiende hacia la porción de almacenamiento de líquido para entrar en contacto con el líquido en esta, y un segundo extremo que se extiende fuera de la porción de almacenamiento de líquido. Un elemento de calentamiento calienta el segundo extremo de la mecha capilar. El elemento de calentamiento tiene forma de un elemento de calentamiento eléctrico enrollado en forma de espiral en conexión eléctrica con un suministro de energía, y que rodea el segundo extremo de la mecha capilar. Durante el uso, el elemento de calentamiento puede activarse por el usuario para encender el suministro de energía. La succión en una boquilla por el usuario provoca que el aire se aspire hacia el sistema para fumar calentado eléctricamente sobre la mecha capilar y el elemento de calentamiento y subsecuentemente hacia dentro de la boca del usuario.

El documento US2008/0092912 describe un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente que incluye un dispositivo de calentamiento que se activa en respuesta a un flujo de aire detectado.

25 Es un objetivo de la invención proporcionar un método mejorado para controlar el elemento de calentamiento eléctrico de tal sistema generador de aerosol calentado eléctricamente.

De conformidad con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para controlar al menos un elemento de calentamiento eléctrico de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente para calentar un sustrato formador de aerosol, el sistema tiene un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración del flujo de aire, el método comprende las etapas de: aumentar la energía de calentamiento para el menos de un elemento de calentamiento de cero a una energía p1 cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha aumentado a un primer umbral; mantener la energía de calentamiento en la energía p1 durante al menos parte de la duración del flujo de aire; y disminuir la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a cero cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha disminuido hasta un segundo umbral, en donde el primer umbral de velocidad de flujo de aire es menor que el segundo umbral de velocidad de flujo de aire.

40 El al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede disponerse para calentar un sustrato formador de aerosol para formar el aerosol. El sistema generador de aerosol calentado eléctricamente puede incluir el sustrato formador de aerosol o puede adaptarse para recibir el sustrato formador de 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. Controlando la energía de calentamiento suministrada al menos un elemento de calentamiento, se puede optimizar el uso de energía. La energía de calentamiento puede adaptarse al perfil de calada particular de manera que se puedan lograr las propiedades de aerosol deseadas, por ejemplo, concentración de aerosol o tamaño de partículas. Puede evitarse el sobrecalentamiento o el recalentamiento, especialmente hacia el inicio o el final de la calada. La disminución de energía hacia el final de la calada afecta al enfriamiento del elemento de calentamiento y por lo tanto la temperatura del elemento de calentamiento y sus alrededores. Esto, a su vez, afecta a la capacidad de condensación en el sistema, lo que puede afectar a la fuga de líquidos.

50 Preferentemente, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende un suministro de energía para suministrar energía a al menos un elemento de calentamiento eléctrico. Preferentemente, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende circuitos eléctricos para controlar el suministro de energía desde el suministro de energía hasta al menos un elemento de calentamiento eléctrico. Preferentemente, los circuitos eléctricos comprenden el sensor.

60 Preferentemente, los circuitos eléctricos se disponen para llevar a cabo las etapas del método del primer aspecto de la invención. Los circuitos eléctricos pueden cablearse directamente para llevar a cabo las etapas del método del primer aspecto de la invención. Con mayor preferencia, sin embargo, los circuitos eléctricos se programan para llevar a cabo las etapas del método del primer aspecto de la invención.

El sensor puede ser cualquier sensor que pueda detectar el flujo de aire indicativo de que el usuario toma una calada. El sensor puede ser un dispositivo electromecánico. Alternativamente, el sensor puede ser cualquiera de: un dispositivo mecánico, un dispositivo óptico, un dispositivo optomecánico y un sensor basado en sistemas micro electromecánicos (MEMS) y un sensor acústico.

Normalmente, la velocidad de flujo de aire (que también puede conocerse como la velocidad de flujo de calada), durante la duración del flujo de aire (que puede ser la misma que la duración de la calada), aumenta de cero al primer umbral a un máximo, y luego disminuye del máximo al segundo umbral y luego a cero. La velocidad de flujo de aire puede formar una distribución gaussiana o normal (también conocida como curva con forma de campana). Sin embargo, más normalmente, la velocidad de flujo de aire puede formar una distribución gaussiana no perfecta. La duración del flujo de aire puede definirse de varias formas. Por ejemplo, la duración del flujo de aire puede definirse como el período de tiempo durante el cual la velocidad de flujo de aire es diferente a cero. Alternativamente, la duración del flujo de aire puede definirse como el período de tiempo durante el cual la velocidad de flujo de aire es mayor que un nivel predefinido. Preferentemente, la energía p1 está predefinida. La energía p1 puede depender de una serie de factores que incluyen, pero no se limitan a la forma de elemento de calentamiento eléctrico, el tipo de sustrato formador de aerosol, la cantidad de aerosol que se desea formar y el tamaño de partículas necesario para el aerosol.

En un ejemplo, no de conformidad con la invención, el primer umbral de velocidad de flujo de aire es igual al segundo umbral de velocidad de flujo de aire. Este ejemplo es ventajoso porque el funcionamiento del método es relativamente simple.

De conformidad con la invención, el primer umbral de velocidad de flujo de aire es menor que el segundo umbral de velocidad de flujo de aire. Esto es ventajoso porque contribuye a evitar el sobrecalentamiento hacia el final de la calada que, a su vez, afecta a la formación de condensación. Debido a que el segundo umbral de velocidad de flujo de aire, en el que la energía de calentamiento disminuye, es mayor que el primer umbral de velocidad de flujo de aire, a la cual se aumenta la energía de calentamiento, la energía de calentamiento suministrada al menos un elemento de calentamiento se reduce antes en la calada. Esto evita el sobrecalentamiento hacia el extremo de la duración del flujo de aire.

La etapa de aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de cero a energía p1 puede comprender aumentar la energía de calentamiento de cero a energía p1 esencialmente al instante. Es decir, la energía puede incrementarse de cero a energía p1 durante un período de tiempo que es esencialmente igual a cero. En un gráfico de energía de calentamiento en el eje vertical frente al tiempo en el eje horizontal, esto se representaría por una línea vertical o esencialmente vertical, de la energía cero a la energía p1.

Alternativamente, la etapa de aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de cero a energía p1 puede comprender aumentar la energía de calentamiento de cero a energía p1 durante un período de tiempo que no sea igual a cero. Es decir, la energía puede incrementarse de cero a energía p1 gradualmente durante un periodo de tiempo seleccionado. Cuanto más tiempo sea el periodo de tiempo seleccionado, más gradual será el aumento de energía. En un gráfico de energía de calentamiento en el eje vertical frente al tiempo en el eje horizontal, esto se representaría por una pendiente con un gradiente positivo de energía cero a energía p1. El gradiente de la pendiente puede ser constante o no constante.

La etapa de disminuir la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a cero puede comprender reducir la energía de calentamiento de la energía p1 a cero esencialmente al instante. Es decir, la energía puede reducirse de la energía p1 a cero a lo largo de un periodo de tiempo que es esencialmente igual a cero. En un gráfico de energía de calentamiento en el eje vertical frente al tiempo en el eje horizontal, esto se representaría por una línea vertical o esencialmente vertical, de la energía p1 a la energía cero.

Alternativamente, la etapa de disminuir la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a cero puede comprender reducir la energía de calentamiento de la energía p1 a cero gradualmente. Es decir, la energía puede reducirse en un periodo de tiempo que no sea igual a cero. Es decir, la energía puede reducirse de la energía p1 a cero gradualmente durante un periodo de tiempo seleccionado. Cuanto más tiempo sea el periodo seleccionado, más gradual será la disminución de la energía. En un trazado de energía de calentamiento en el eje vertical frente al tiempo en el eje horizontal, esto se representaría por una pendiente con un gradiente negativo de la energía p1 a cero. El gradiente de la pendiente puede ser constante o no constante.

En una modalidad, el método comprende además, después de la etapa de aumentar la energía de calentamiento para el menos un elemento de calentamiento de cero a energía p1, la etapa de: aumentar la energía de calentamiento para el menos de un elemento de calentamiento de la energía p1 a la energía p2, mayor que la energía p1, y devolver la energía de calentamiento a la energía p1 antes de mantener la energía de calentamiento en la energía p1 durante al menos parte de la duración del flujo de aire.

Es decir, al comienzo de la duración del flujo de aire, la energía de calentamiento es p2, mayor que p1. Esto proporciona una explosión de energía eléctrica al inicio de la calada. Preferentemente, después de la explosión inicial de energía eléctrica, tener una energía máxima p2, la energía disminuye a la energía p1 y, durante el resto de la duración del flujo de aire, la energía de calentamiento se mantiene en la energía p1. Dicho sobrecalentamiento hacia el inicio de la duración del flujo de aire provoca la generación de aerosol comience más temprano. Esto puede proporcionar una mejor reactividad para el usuario. Esto también puede disminuir el tamaño de partículas de aerosol o la concentración de aerosol al inicio de la calada. Preferentemente, la energía p2 está predefinida. La energía p2

puede depender de una serie de factores que incluyen, pero no se limitan a la forma de elemento de calentamiento eléctrico, el tipo de sustrato formador de aerosol, la cantidad de aerosol que se desea formar y el tamaño de partículas necesario para el aerosol.

5 La etapa de mantener la energía de calentamiento en una energía p1 para al menos parte de la duración del flujo de aire puede comprender suministrar pulsos de corriente eléctrica al menos un elemento de calentamiento a una primera frecuencia f1 y un primer ciclo de trabajo. La primera frecuencia f1, el primer ciclo de trabajo, o tanto la primera frecuencia f1 como el primer ciclo de trabajo pueden seleccionarse adecuadamente para mantener la energía de calentamiento al nivel deseado. Los pulsos de corriente pueden tener cualquier corriente máxima adecuada.

15 La etapa de disminuir la energía de calentamiento de la energía p1 a cero gradualmente puede comprender suministrar pulsos de corriente eléctrica al menos un elemento de calentamiento a una segunda frecuencia f2 y un segundo ciclo de trabajo. La segunda frecuencia f2, el segundo ciclo de trabajo, o tanto la segunda frecuencia f2 como el segundo ciclo de trabajo pueden seleccionarse adecuadamente para disminuir la energía de calentamiento de forma adecuada. La segunda frecuencia f2 puede ser inferior a la primera frecuencia f1. Alternativamente, la primera frecuencia f1 y la segunda frecuencia f2 pueden ser iguales. El segundo ciclo de trabajo puede ser inferior al primer ciclo de trabajo. Alternativamente, el primer ciclo de trabajo y el segundo ciclo de trabajo pueden ser iguales.

20 La etapa de aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a la energía p2, mayor que la energía p1 puede comprender suministrar pulsos de corriente eléctrica al menos un elemento de calentamiento a una tercera frecuencia f3 y un tercer ciclo de trabajo. La tercera frecuencia f3, el tercer ciclo de trabajo, o tanto la tercera frecuencia f3 como el tercer ciclo de trabajo pueden seleccionarse adecuadamente para aumentar la energía de calentamiento a la energía p2. La tercera frecuencia f3 puede ser superior a la primera frecuencia f1 y la segunda frecuencia f2. La tercera frecuencia puede ser igual a una o ambas de la primera frecuencia f1 y la segunda frecuencia f2. El tercer ciclo de trabajo puede ser inferior al segundo ciclo de trabajo. El tercer ciclo de trabajo puede ser igual a uno o ambos del primer ciclo de trabajo y el segundo ciclo de trabajo.

30 De conformidad con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente para calentar un sustrato formador de aerosol, el sistema comprende: al menos un elemento de calentamiento eléctrico para calentar el sustrato formador de aerosol para formar el aerosol; un suministro de energía para suministrar energía al menos a un elemento de calentamiento eléctrico; y circuitos eléctricos para controlar el suministro de energía desde el suministro de energía al menos a un elemento de calentamiento eléctrico, los circuitos eléctricos incluyen un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración; en donde los circuitos eléctricos se disponen para aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de cero a una energía p1 cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha aumentado a un primer umbral; para mantener la energía de calentamiento en la energía p1 durante al menos parte de la duración del flujo de aire; y para disminuir la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a cero cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha disminuido hasta un segundo umbral, en donde el primer umbral es menor que el segundo umbral.

45 En una modalidad, el sustrato formador de aerosol es un sustrato líquido y el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende además una mecha capilar para transportar el sustrato líquido al menos a un elemento de calentamiento eléctrico. Como se discutirá más adelante, el elemento de calentamiento en combinación con una mecha capilar puede proporcionar una respuesta rápida y, por lo tanto, un control mejorado del perfil de calentamiento.

50 De conformidad con un tercer aspecto de la invención, se proporcionan circuitos eléctricos para un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente que comprende al menos un elemento de calentamiento eléctrico y un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración del flujo de aire, los circuitos eléctricos se disponen para realizar el método del primer aspecto de la invención.

55 Preferentemente, los circuitos eléctricos se programan para llevar a cabo el método del primer aspecto de la invención. Alternativamente, los circuitos eléctricos pueden cablearse directamente para llevar a cabo el método del primer aspecto de la invención.

60 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 que comprende al menos un elemento de calentamiento eléctrico, y un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración, provoca que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método del primer aspecto de la invención.

65 De conformidad con un quinto aspecto de la invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador para ejecutarse en circuitos eléctricos programables en un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, el sistema generador de aerosol comprende al menos un elemento de calentamiento eléctrico y un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una

duración, el medio de almacenamiento legible por ordenador tiene almacenado un programa informático de conformidad con el cuarto aspecto de la invención.

5 Al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede comprender un único elemento de calentamiento. Alternativamente, el al menos un elemento de calentamiento 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 a fin de calentar más efectivamente el sustrato formador de aerosol.

10 El al menos un elemento de calentamiento eléctrico comprende preferentemente 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  
15 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- e 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, 1999 Broadway Suite 4300, Denver Colorado. 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  
20 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, 1007 Market Street, Wilmington, Delaware 19898, Estados Unidos de América.

25 Alternativamente, al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede comprender un elemento de calentamiento infrarrojo, una fuente fotónica, o un elemento de calentamiento inductivo.

30 El al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede tomar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, el al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede tomar la forma de una lámina de calentamiento. Alternativamente, el al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede tomar la forma de una cubierta o  
35 sustrato que tiene diferentes porciones electroconductoras, o un tubo metálico eléctricamente resistivo. Si el sustrato formador de aerosol es un líquido proporcionado dentro de un recipiente, el recipiente puede incorporar un elemento de calentamiento desechable. Alternativamente, una o más agujas o varillas de calentamiento, que se extienden a través del centro del sustrato formador de aerosol, también pueden ser adecuadas. Alternativamente, al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede ser un calentador de disco (extremo) o una combinación de un  
40 calentador de disco con agujas o varillas de calentamiento. Alternativamente, el al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede comprender una lámina flexible de material dispuesta para rodear o rodear parcialmente el sustrato formador de aerosol. Otras alternativas incluyen un alambre o filamento de calentamiento, por ejemplo un alambre de Ni-Cr, platino, tungsteno o de aleación, o una placa de calentamiento. Opcionalmente, el elemento de calentamiento puede depositarse en o sobre un material portador rígido.

45 El 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 la etapa del tiempo al 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  
50 (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 adecuado 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.

55 El disipador de calor o el depósito de calor pueden disponerse de manera que estén en contacto directo con el sustrato 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.

60 El al menos un elemento de calentamiento puede calentar el sustrato formador de aerosol por medio de conducción. El elemento de calentamiento puede estar al menos parcialmente en contacto con el sustrato, o el portador en el cual se deposita el sustrato. Alternativamente, el calor desde el elemento de calentamiento puede conducirse hacia  
65 el sustrato por medio de un elemento conductor del calor.

Alternativamente, el al menos un elemento de calentamiento puede transferir calor al aire ambiente entrante que se aspira a través del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente durante el uso, el cual en cambio calienta el sustrato formador de aerosol por convección. El aire ambiente puede calentarse antes de pasar a través del sustrato formador de aerosol. Alternativamente, si el sustrato formador de aerosol es un sustrato líquido, el aire ambiente puede aspirarse primero a través del sustrato y después calentarse.

El sustrato formador de aerosol puede ser un sustrato sólido formador de aerosol. El sustrato formador de aerosol comprende, preferentemente, un material que contiene tabaco que contiene compuestos volátiles con sabor a tabaco que se liberan del sustrato al calentarse. El sustrato formador de aerosol puede comprender un material que no es de tabaco. El sustrato formador de aerosol puede comprender material que contiene tabaco y material que no contiene tabaco. Preferentemente, el sustrato formador de aerosol comprende además un formador de aerosol. Los ejemplos de formadores de aerosol adecuados son la glicerina y el propilenglicol.

Alternativamente, el sustrato formador de aerosol puede ser un sustrato líquido formador de aerosol. En una modalidad, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende además una porción de almacenamiento de líquido. Preferentemente, el sustrato líquido formador de aerosol se almacena en la porción de almacenamiento de líquido. En una modalidad, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende además una mecha capilar en comunicación con la porción de almacenamiento de líquido. Es también posible para una mecha capilar para retener líquido que se proporcione sin una porción de almacenamiento de líquido. En esa modalidad, la mecha capilar puede precargarse con líquido.

Preferentemente, la mecha capilar se dispone para estar en contacto con el líquido en la porción de almacenamiento de líquido. En ese caso, durante el uso, el líquido se transfiere de la porción de almacenamiento de líquido hacia el al menos un elemento de calentamiento eléctrico mediante la 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 hacer contacto con el líquido de este y el al menos un elemento de calentamiento eléctrico se dispone para calentar el líquido en el segundo extremo. Cuando el elemento de calentamiento se activa, el líquido en el segundo extremo de la mecha capilar se vaporiza mediante el 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 elemento de calentamiento en combinación con una mecha capilar puede proporcionar una rápida respuesta, porque esa disposición puede proporcionar un área superficial grande de líquido al elemento de calentamiento. El control del elemento de calentamiento de conformidad con la invención puede depender, por lo tanto, de la estructura de la disposición de la mecha capilar.

El sustrato líquido puede absorberse en un material portador poroso, el cual puede hacerse de cualquier cuerpo o tapón absorbente adecuado, por ejemplo, un metal espumoso o material de plástico, polipropileno, terileno, fibras de nilón o cerámica. El sustrato líquido puede retenerse en el material portador poroso antes del uso del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente o alternativamente, el material de sustrato líquido puede liberarse en el material portador poroso durante, o inmediatamente antes del uso. Por ejemplo, el sustrato líquido puede proporcionarse en una capsula. La cubierta de la capsula preferentemente se funde al calentarse y libera el sustrato líquido hacia el material portador poroso. La cápsula puede contener opcionalmente un sólido en combinación con el líquido.

Si el sustrato formador de aerosol es un sustrato líquido, el líquido tiene propiedades físicas, por ejemplo, el punto de ebullición, adecuadas para su uso en el sistema generador de aerosol: si el punto de ebullición es muy alto, el al menos un elemento de calentamiento eléctrico no podrá vaporizar el líquido en la mecha capilar, pero, si el punto de ebullición es muy bajo, el líquido puede vaporizarse incluso sin que se active el al menos un elemento de calentamiento eléctrico. El control de al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede depender de las propiedades físicas del sustrato líquido. 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, solventes, etanol, extractos de plantas y sabores 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 puede mantenerse un alto nivel de higiene. Usar una mecha capilar que se extiende entre el líquido y el elemento de calentamiento eléctrico, permite que la estructura del sistema sea relativamente sencilla. El líquido 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 porción de almacenamiento de líquido es preferentemente un recipiente. La porción de almacenamiento de líquido puede no ser rellenable. Por lo tanto, cuando el líquido en la porción de almacenamiento de líquido se ha usado, se reemplaza el sistema generador de aerosol. 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. Preferentemente, la porción de almacenamiento de líquido se dispone para contener líquido para un número predeterminado de caladas.

La mecha capilar puede tener una estructura fibrosa o esponjosa. La mecha capilar comprende preferentemente 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 capilar forma una pluralidad de pequeños orificios o tubos, a través de los cuales el líquido puede transportarse al elemento de calentamiento eléctrico, mediante la acción capilar. La mecha capilar puede comprender cualquier material o combinación de materiales adecuados. Los ejemplos de materiales adecuados son materiales a base de cerámica o de grafito en forma de fibras o polvos sinterizados. La mecha capilar puede tener cualquier capilaridad y porosidad adecuadas a fin de usarse con diferentes propiedades físicas del líquido, tales como densidad, viscosidad, tensión superficial, y presión de vapor. Las propiedades capilares de la mecha, combinadas con las propiedades del líquido, garantizan que la mecha esté siempre húmeda en el área de calentamiento. Si la mecha se seca, puede haber un sobrecalentamiento, que puede conducir a una degradación térmica del líquido.

El sustrato formador de aerosol puede ser alternativamente cualquier otra clase de sustrato, por ejemplo, un sustrato gaseoso, o cualquier combinación de los distintos tipos de sustrato. Durante la operación, el sustrato puede contenerse completamente dentro del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. En ese caso, un usuario puede tomar una bocanada en una boquilla del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. Alternativamente, durante la operación, el sustrato puede parcialmente contenerse dentro del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. En ese caso, el sustrato puede formar parte de un artículo separado y el usuario puede inhalar directamente en el artículo separado.

Preferentemente el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente es un sistema para fumar calentado eléctricamente.

El sistema generador de aerosol calentado eléctricamente puede comprender una cámara formadora de aerosol en la cual el aerosol se forma a partir de un vapor supersaturado, cuyo aerosol se transporta después hacia la boca del usuario. Una entrada de aire, una salida de aire y la cámara se disponen preferentemente para definir una ruta de flujo de aire desde la entrada de aire a la salida de aire a través de la cámara formadora de aerosol, para transportar el aerosol a la salida de aire y hacia la boca de un usuario. La condensación puede formarse en las paredes de la cámara formadora de aerosol. La cantidad de condensación puede depender del perfil de calentamiento, particularmente hacia el final de la calada.

Preferentemente, el sistema generador de aerosol comprende un alojamiento. Preferentemente, el alojamiento se alarga. La estructura del alojamiento, incluyendo el área superficial disponible para que se forme la condensación, afectará las propiedades del aerosol y si existe fuga de líquido del sistema. El alojamiento puede comprender una cubierta y una boquilla. En ese caso, todos los componentes pueden contenerse tanto en la cubierta como en la boquilla. 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. El material del alojamiento puede afectar la cantidad de condensación que se forma en el alojamiento la cual, a su vez, afectará la fuga de líquido del sistema.

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.

Las características descritas con relación a un aspecto de la invención también pueden aplicarse a otro aspecto de la invención.

El método y sistema generador de aerosol calentado eléctricamente de conformidad con la presente invención, proporcionan un número de ventajas. El perfil de calentamiento puede adaptarse al perfil de la calada, proporcionando así una experiencia mejorada para el usuario. El perfil de calentamiento puede también producir propiedades de aerosol deseadas, por ejemplo, concentración de aerosol o tamaño de partículas de aerosol. El perfil de calentamiento también puede afectar a la formación de condensación de aerosol que, a su vez, puede afectar a la fuga de líquidos del sistema. El uso de energía puede optimizarse, para proporcionar un buen perfil de calentamiento, sin residuos de energía innecesarios.

La invención se describirá, además, a modo de ejemplo solamente, con referencia a las figuras adjuntas en las cuales:

La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente.

La Figura 2 muestra una primera modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente;

5 La Figura 3 muestra una segunda modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente;

La Figura 4 muestra una tercera modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente;

10 La Figura 5 muestra una cuarta modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente;

La Figura 6 muestra una quinta modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente; y

15 Las Figuras 7 y 8 muestran cómo la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente puede controlarse mediante una señal de pulsos de corriente.

20 La Figura 1 muestra un ejemplo de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. En la Figura 1, el sistema es un sistema para fumar que tiene una porción de almacenamiento de líquido. El sistema para fumar 100 de la Figura 1 comprende un alojamiento 101 que tiene un primer extremo que es el extremo de boquilla 103 y un segundo extremo que es el extremo del cuerpo 105. En el extremo del cuerpo, se proporciona un suministro de energía eléctrica en forma de una batería 107 y circuitos eléctricos en forma de hardware 109 y un sistema de detección de caladas 111. 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 que comprende al menos un elemento de calentamiento. Debe notarse que el calentador se muestra sólo esquemáticamente 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 mediante las conexiones 121. El alojamiento 101 incluye además una entrada de aire 123, una salida de aire 125 en el extremo de boquilla, y una cámara formadora de aerosol 127.

35 Durante el uso, el funcionamiento es el siguiente. El líquido 115 se transfiere o transporta por acción capilar desde el cartucho 113 del extremo de la mecha 117 la cual se extiende hacia el cartucho al otro extremo de la mecha 117 la cual se rodea por el calentador 119. Cuando un usuario aspira en el dispositivo en la salida de aire 125, el aire ambiental 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 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 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.

45 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 elemento de calentamiento. La mecha y elemento de calentamiento deben adecuarse de manera que la cantidad de aerosol requerida pueda transportarse al usuario.

50 En la modalidad mostrada en la Figura 1, el hardware 109 y el sistema de detección de caladas 111 son preferentemente programables. El hardware 109 y el sistema de detección de caladas 111 pueden usarse para manejar la operación del dispositivo. 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 calentado eléctricamente el cual puede usarse con la presente invención. Sin embargo, muchos otros ejemplos pueden usarse con la invención. El sistema generador de aerosol calentado eléctricamente simplemente necesita incluir o recibir un sustrato formador de aerosol el cual puede calentarse por al menos un elemento de calentamiento eléctrico, energizado por un suministro de energía bajo el control de circuitos eléctricos. Por ejemplo, el sistema no necesita ser un sistema para fumar. Por ejemplo, el sustrato formador de aerosol puede ser un sustrato sólido, en lugar de un sustrato líquido. Alternativamente, el sustrato formador de aerosol puede ser otra forma de sustrato tal como un sustrato gaseoso. El elemento de calentamiento puede tomar cualquier forma adecuada. La forma y el tamaño total del alojamiento puede alterarse y el alojamiento puede comprender un alojamiento y una boquilla separables. Otras variaciones son, por supuesto, posibles.

65



Como ya se mencionó, preferentemente, los circuitos eléctricos, que comprenden el hardware 109 y el sistema de detección de caladas 111, se programan para controlar el suministro de energía al elemento de calentamiento. Esto, a su vez, afecta el perfil de calentamiento el cual afectará las propiedades del aerosol producido. El término “perfil de calentamiento” se refiere a una representación gráfica de la energía suministrada al elemento de calentamiento (u otra medida similar, por ejemplo, el calor generado por el elemento de calentamiento) durante el tiempo que dura una calada. Alternativamente, el hardware 109 y el sistema de detección de caladas 111 pueden cablearse directamente para controlar el suministro de energía al elemento de calentamiento. De nuevo, esto afectará al perfil de calentamiento que afectará al tamaño de las partículas en el aerosol. Varios métodos para controlar la energía suministrada al elemento de calentamiento se ilustran en las Figuras 2 a 7.

La Figura 2 muestra una primera modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente; de conformidad con la invención.

La Figura 2 es un gráfico que muestra la velocidad de flujo de aire 201 y la energía de calentamiento 203 en el eje vertical, y el tiempo 205 en el eje horizontal. La velocidad de flujo de aire 201 se muestra mediante una línea sólida y la energía de calentamiento 203 se muestra por una línea de puntos. La velocidad de flujo de aire se mide en volumen por unidad de tiempo, normalmente centímetros cúbicos por segundo. La velocidad de flujo de aire se detecta mediante un sistema de detección de caladas, como el sistema de detección de caladas 111 en la Figura 1. La energía de calentamiento, medida en Watts, es la energía suministrada al elemento de calentamiento desde el suministro de energía, bajo control de los circuitos eléctricos como el hardware 109 en la Figura 1. La Figura 2 muestra una sola calada tomada por un usuario en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, tal como el que se muestra en la Figura 1.

Como puede verse en la Figura 2, en esta modalidad, la velocidad de flujo de aire para la calada se ilustra tomando la forma de una distribución normal o gaussiana. La velocidad de flujo de aire comienza a cero, aumenta gradualmente hasta un máximo de  $201_{m\acute{a}x.}$ , luego se reduce a cero. Sin embargo, la velocidad del flujo de aire normalmente no tendrá una distribución gaussiana exacta. Sin embargo, en todos los casos, la velocidad de flujo de aire a través de una calada aumentará de cero a un máximo, la disminución del máximo a cero. El área bajo la curva de velocidad de flujo de aire es el volumen total de aire para esa calada.

Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 201 ha aumentado a un umbral 201a, en el tiempo 205a, los circuitos eléctricos controlan la energía para encender el elemento de calentamiento y aumentar la energía de calentamiento 203 directamente de cero a energía 203a. Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 201 ha disminuido al umbral 201a, en el tiempo 205b, los circuitos eléctricos controlan la energía para apagar el elemento de calentamiento y disminuir la energía de calentamiento 203 directamente de la energía 203a a cero. Entre el tiempo 205a y el tiempo 205b, mientras el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire sigue siendo mayor que el umbral 201a, la energía de calentamiento al elemento de calentamiento se mantiene en la energía 203a. Por lo tanto, el período de calentamiento es el tiempo 205b – 205a.

En la modalidad de la Figura 2, el umbral de velocidad de flujo de aire para conmutar el elemento de calentamiento es el mismo que el umbral de velocidad de flujo de aire para apagar el elemento de calentamiento. La ventaja de la Figura 2 es la simplicidad del diseño. Sin embargo, con esta disposición existe el riesgo de sobrecalentamiento hacia el final de la calada. Esto se muestra en la Figura 2 en el área circular 207.

La Figura 3 muestra una segunda modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, de conformidad con la invención. El acuerdo de la Figura 3 puede, en algunas circunstancias, proporcionar una mejora sobre la disposición mostrada en la Figura 2.

La Figura 3 es un gráfico que muestra la velocidad de flujo de aire 301 y la energía de calentamiento 303 en el eje vertical, y el tiempo 305 en el eje horizontal. La velocidad de flujo de aire 301 se muestra mediante una línea sólida y la energía de calentamiento 303 se muestra por una línea de puntos. De nuevo, la velocidad de flujo de aire se mide en volumen por unidad de tiempo, normalmente centímetros cúbicos por segundo. La velocidad de flujo de aire se detecta mediante un sistema de detección de caladas, como el sistema de detección de caladas 111 en la Figura 1. La energía de calentamiento, medida en Watts, es la energía suministrada al elemento de calentamiento desde el suministro de energía, bajo control de los circuitos eléctricos como el hardware 109 en la Figura 1. La Figura 3 muestra una sola calada tomada por un usuario en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, tal como el que se muestra en la Figura 1.

Como en la Figura 2, la velocidad de flujo de aire para la calada se ilustra como tomar la forma de una distribución gaussiana, aunque esto no es necesario. De hecho, en la mayoría de los casos, la curva de la velocidad de flujo de aire no formará una distribución gaussiana exacta. La velocidad de flujo de aire comienza a cero, aumenta gradualmente hasta un máximo de  $301_{m\acute{a}x.}$ , luego se reduce a cero. El área bajo la curva de velocidad de flujo de aire es el volumen total de aire para esa calada.

Quando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 301 ha aumentado a un umbral 301a, en el tiempo 305a, los circuitos eléctricos controlan la energía para encender el elemento de calentamiento y aumentar la energía de calentamiento 303 directamente de cero a energía 303a. Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 301 ha disminuido al umbral 301b, en el tiempo 305b, los circuitos eléctricos controlan la energía para apagar el elemento de calentamiento y disminuir la energía de calentamiento 303 directamente de la energía 303a a cero. Entre el tiempo 305a y el tiempo 305b, la energía de calentamiento al elemento de calentamiento se mantiene en la energía 303a. Por lo tanto, el período de calentamiento es el tiempo 305b – 305a.

En la modalidad de la Figura 3, el umbral de velocidad de flujo de aire 301b para apagar el elemento de calentamiento es mayor que el umbral de velocidad de flujo de aire 301a para encender el elemento de calentamiento. Esto significa que el elemento de calentamiento se apaga antes en la calada que en la disposición de la Figura 2. Esto evita un posible sobrecalentamiento hacia el final de la calada. Se hace notar que el área reducida del área circular 307 en la Figura 3 comparada con el área circular 207 en la Figura 2. El apagado del elemento de calentamiento más temprano en la calada significa que hay un flujo de aire mayor a medida que el elemento de calentamiento se enfría. Esto puede impedir que se forme demasiada condensación en la superficie interna del alojamiento. Esto puede, a su vez, reducir la posibilidad de fugas de líquidos.

La Figura 4 muestra una tercera modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, de conformidad con la invención, que es similar a la modalidad mostrada en la Figura 3. La disposición de la Figura 4 puede además, en algunas circunstancias, proporcionar una mejora sobre la disposición mostrada en la Figura 2.

La Figura 4 es un gráfico que muestra la velocidad de flujo de aire 401 y la energía de calentamiento 403 en el eje vertical, y el tiempo 405 en el eje horizontal. La velocidad de flujo de aire 401 se muestra mediante una línea sólida y la energía de calentamiento 403 se muestra por una línea de puntos. De nuevo, la velocidad de flujo de aire se mide en volumen por unidad de tiempo, normalmente centímetros cúbicos por segundo. La velocidad de flujo de aire se detecta mediante un sistema de detección de caladas, como el sistema de detección de caladas 111 en la Figura 1. La energía de calentamiento, medida en Watts, es la energía suministrada al elemento de calentamiento desde el suministro de energía, bajo control de los circuitos eléctricos como el hardware 109 en la Figura 1. La Figura 4 muestra una sola calada tomada por un usuario en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, tal como el que se muestra en la Figura 1.

Como en las Figuras 2 y 3, la velocidad de flujo de aire para la calada toma forma de una distribución gaussiana, aunque esto no es necesario. La velocidad de flujo de aire comienza a cero, aumenta gradualmente hasta un máximo de  $401_{m\acute{a}x.}$ , luego se reduce a cero. El área bajo la curva de velocidad de flujo de aire es el volumen total de aire para esa calada.

Quando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 401 ha aumentado a un umbral 401a, en el tiempo 405a, los circuitos eléctricos controlan la energía para encender el elemento de calentamiento y aumentar la energía de calentamiento 403 directamente de cero a energía 403a. Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 401 ha disminuido al umbral 401b, en el tiempo 405b, los circuitos eléctricos controlan la energía para apagar el elemento de calentamiento y disminuir la energía de calentamiento 403 directamente de la energía 403a a cero. La diferencia entre las Figuras 3 y 4 es que, en la Figura 4, el umbral 401b para apagar el elemento de calentamiento está relacionado con la velocidad máxima de flujo de aire  $401_{m\acute{a}x.}$ . En este caso, el umbral de velocidad de flujo de aire 401b es  $\frac{1}{2}$  de la velocidad máxima de flujo de aire  $401_{m\acute{a}x.}$ , aunque el umbral de velocidad de flujo de aire 401b podría tener cualquier relación adecuada con la velocidad máxima de flujo de aire  $401_{m\acute{a}x.}$ . La relación puede depender de la forma de la curva de velocidad de flujo de aire. Entre el tiempo 405a y el tiempo 405b, la energía de calentamiento al elemento de calentamiento se mantiene en la energía 403a. Por lo tanto, el período de calentamiento es el tiempo 405b – 405a.

En la modalidad de la Figura 4, debido a que el umbral de velocidad de flujo de aire para apagar el elemento de calentamiento está relacionado con la velocidad máxima de flujo de aire, el umbral de velocidad de flujo de aire para apagar el elemento de calentamiento puede ser más apropiado para el perfil de calada. Al establecer la relación entre el umbral y la velocidad máxima de flujo de aire de forma adecuada, el calor puede mantenerse durante un período de calentamiento adecuado, mientras que evita el sobrecalentamiento hacia el final de la calada. Se hace notar el área reducida del área circular 407 en la Figura 4 comparada con el área circular 207 en la Figura 2, e incluso con el área circular 307 en la Figura 3. El apagado del elemento de calentamiento más temprano en la calada significa que hay un flujo de aire mayor a medida que el elemento de calentamiento se enfría. Esto puede impedir que se forme demasiada condensación en la superficie interna del alojamiento. Esto puede, a su vez, reducir la posibilidad de fugas de líquidos.

La Figura 5 muestra una cuarta modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, de conformidad con la invención, que es similar a las modalidades mostradas en las Figuras 3 y 4. La disposición de la Figura 5 puede además, en algunas circunstancias, proporcionar una mejora sobre la disposición mostrada en la Figura 2.

La Figura 5 es un gráfico que muestra la velocidad de flujo de aire 501 y la energía de calentamiento 503 en el eje vertical, y el tiempo 505 en el eje horizontal. La velocidad de flujo de aire 501 se muestra mediante una línea sólida y la energía de calentamiento 503 se muestra por una línea de puntos. De nuevo, la velocidad de flujo de aire se mide en volumen por unidad de tiempo, normalmente centímetros cúbicos por segundo. La velocidad de flujo de aire se detecta mediante un sistema de detección de caladas, como el sistema de detección de caladas 111 en la Figura 1. La energía de calentamiento, medida en Watts, es la energía suministrada al elemento de calentamiento desde el suministro de energía, bajo control de los circuitos eléctricos como el hardware 109 en la Figura 1. La Figura 5 muestra una sola calada tomada por un usuario en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, tal como el que se muestra en la Figura 1.

Como en las Figuras 2, 3 y 4, la velocidad de flujo de aire para la calada se ilustra como tomar la forma de una distribución gaussiana o normal. Sin embargo, esto no es necesario. La velocidad de flujo de aire comienza a cero, aumenta gradualmente hasta un máximo de  $501_{\text{máx}}$ , luego se reduce a cero. El área bajo la curva de velocidad de flujo de aire es el volumen total de aire para esa calada.

Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 501 ha aumentado a un umbral 501a, en el tiempo 505a, los circuitos eléctricos controlan la energía para encender el elemento de calentamiento y aumentar la energía de calentamiento 501 directamente de cero a energía 503a. Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 501 ha disminuido hasta un umbral 501b, en el tiempo 505b, los circuitos eléctricos controlan la energía para comenzar a disminuir desde la energía 503a. A diferencia de las Figuras 2, 3 y 4, los circuitos eléctricos disminuyen la energía de calentamiento al elemento de calentamiento gradualmente, comenzando en el momento 505b, alcanzando finalmente la energía cero a tiempo 505c. Por lo tanto, entre el tiempo 505a y el tiempo 505b, la energía de calentamiento al elemento de calentamiento se mantiene en la energía 503a. En el momento 505b, la energía de calentamiento al elemento de calentamiento disminuye gradualmente con el tiempo hasta que, en el momento 505c, la energía de calentamiento suministrada al elemento de calentamiento es cero. Por lo tanto, el periodo de calentamiento total es el tiempo 505c – 505a, con la energía decreciente entre el tiempo 505b y 505c. La energía de calentamiento puede reducirse a una velocidad constante como se muestra en la línea recta de la Figura 5. Alternativamente, la energía de calentamiento puede reducirse a una velocidad no constante. Como ya se discutió, puede ser ventajoso apagar el elemento de calentamiento antes en la calada para reducir el tiempo en el que el elemento de calentamiento se calienta, pero el flujo de aire se reduce. Por lo tanto, la pendiente de la disminución de la energía de calentamiento puede adaptarse para que coincida con la pendiente del perfil de flujo de aire lo más cerca posible, minimizando así el sobrecalentamiento. La energía de calentamiento puede reducirse a una velocidad constante y la pendiente puede aproximarse a la curva del perfil de flujo de aire. Alternativamente, la energía de calentamiento puede reducirse a una velocidad no constante y la velocidad de disminución puede coincidir lo más cerca posible de la curva del perfil de flujo de aire. Estos enfoques pueden reducir la cantidad de condensación que se forma y esto puede reducir la fuga de líquidos.

En la modalidad de la Figura 5, debido a que la energía suministrada al elemento de calentamiento se reduce gradualmente, en lugar de reducirse a cero inmediatamente, el perfil de calentamiento puede ser más apropiado para el perfil de flujo de aire, mientras que reduce el uso de energía. La disminución de energía puede disponerse para seguir o coincidir con la pendiente del perfil de flujo de aire a medida que disminuye, proporcionando así un perfil de calentamiento muy adecuado para la calada.

La Figura 6 muestra una quinta modalidad de un método para controlar la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente de conformidad con la invención.

La Figura 6 es un gráfico que muestra la velocidad de flujo de aire 601 y la energía de calentamiento 603 en el eje vertical, y el tiempo 605 en el eje horizontal. La velocidad de flujo de aire 601 se muestra mediante una línea sólida y la energía de calentamiento 603 se muestra por una línea de puntos. De nuevo, la velocidad de flujo de aire se mide en volumen por unidad de tiempo, normalmente centímetros cúbicos por segundo. La velocidad de flujo de aire se detecta mediante un sistema de detección de caladas, como el sistema de detección de caladas 111 en la Figura 1. La energía de calentamiento, medida en Watts, es la energía suministrada al elemento de calentamiento desde el suministro de energía, bajo control de los circuitos eléctricos como el hardware 109 en la Figura 1. La Figura 6 muestra una sola calada tomada por un usuario en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, tal como el que se muestra en la Figura 1.

Como en las Figuras 2, 3, 4 y 5, la velocidad de flujo de aire para la calada se ilustra como tomar la forma de una distribución gaussiana o normal. Sin embargo, esto no es necesario. La velocidad de flujo de aire comienza a cero, aumenta gradualmente hasta un máximo de  $601_{\text{máx}}$ , luego se reduce a cero. El área bajo la curva de velocidad de flujo de aire es el volumen total de aire para esa calada.

Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 601 ha aumentado a un umbral 601a, en el momento 605a, los circuitos eléctricos controlan la energía para encender el elemento de calentamiento y aumentar la energía de calentamiento 603. En la disposición de la Figura 6, la energía de calentamiento aumenta al inicio de la calada, en el tiempo 605a, a una energía 603a. A continuación, en el momento posterior 605b, la energía de calentamiento ha disminuido hasta la energía 603b con un valor menor que la energía 603a. El período

- del temporizador entre el tiempo 605a y el tiempo 605b dependerá de la estructura del elemento de calentamiento y de lo rápido que el elemento de calentamiento se caliente en respuesta a la entrada de energía. A continuación, la energía de calentamiento se mantiene en el nivel de energía 603b. Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire 601 ha disminuido al umbral 601a, en el tiempo 605c, los circuitos eléctricos controlan la energía para apagar el elemento de calentamiento y disminuir la energía de calentamiento de la energía 603b a cero. Por lo tanto, el período de calentamiento es el tiempo 605c – 605a, con la energía inicial entre los tiempos 605a y 605b siendo 603a y la energía posterior para la mayoría de la duración del flujo de aire, entre el tiempo 605b y el tiempo 605c siendo 603b, inferior a 603a.
- Por lo tanto, en la modalidad de la Figura 6, hay sobrecalentamiento al principio de la calada. Esto inicia la generación de aerosol antes, lo que puede dar una mejor sensibilidad, es decir, un tiempo más corto hasta la primera calada, para el usuario. Esto también puede evitar que partículas de aerosol muy grandes o un aerosol muy concentrado se genere al inicio de la calada.
- Varias modalidades se han descrito con referencia a las Figuras 2 a la 6. Un experto apreciará, sin embargo, que cualquiera de las características de estas modalidades puede combinarse. Por ejemplo, la disposición del umbral mostrada en la Figura 2 puede combinarse con la disminución gradual de energía mostrada en la Figura 5 y, adicional o alternativamente, el exceso de calor al inicio de una calada mostrada en la Figura 6. De manera similar, la disposición de dos umbrales de cualquiera de las Figuras 3 o 4 puede combinarse con la disminución de energía lenta mostrada en la Figura 5 y, adicional o alternativamente, el exceso de calor al inicio de una calada mostrada en la Figura 6.
- El perfil de calentamiento particular puede depender del perfil de calada para un usuario en particular. Los circuitos eléctricos que controlan el suministro de energía al elemento de calentamiento pueden programarse. Los circuitos eléctricos pueden programarse por el usuario para que un usuario pueda seleccionar un perfil de calentamiento deseado según las características de aerosol preferidas. Los circuitos eléctricos pueden ser inteligentes y pueden adaptar automáticamente el perfil de calentamiento al perfil de flujo de aire particular, por ejemplo, en una base calada por calada.
- La Figura 7 muestra cómo la energía de calentamiento a un elemento de calentamiento de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente puede controlarse mediante una señal de corriente pulsada.
- La Figura 7 es un gráfico que muestra la energía de calentamiento 703 y la intensidad de corriente 707 en el eje vertical, y el tiempo 705 en el eje horizontal. En la Figura 7, la energía de calentamiento 703 se muestra mediante una línea de puntos y la intensidad de corriente 707 se muestra con una línea sólida. La energía de calentamiento, medida en Watts, es la energía suministrada al elemento de calentamiento desde el suministro de energía, bajo control de los circuitos eléctricos como el hardware 109 en la Figura 1. La intensidad de corriente es la corriente, medida en amperes, que fluye a través del elemento de calentamiento, bajo control de los circuitos eléctricos como el hardware 109 en la Figura 1. La Figura 7 muestra una sola calada tomada por un usuario en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, tal como el que se muestra en la Figura 1. Se hace notar que, en la Figura 7, no obstante, no muestra la velocidad del flujo de aire.
- El perfil de calentamiento mostrado en la Figura 7 incluye el sobrecalentamiento al inicio de la calada, como el que se muestra en la Figura 6. Esto es entre los tiempos 705a y 705b. También incluye la energía gradual del final de la calada, como la mostrada en la Figura 5. Esto es entre 705c y 705d. Entre los tiempos 705b y 705c, la energía se mantiene a un nivel sustancialmente constante. Sin embargo, el control mostrado en la Figura 7 puede usarse para proporcionar cualquier perfil de calentamiento adecuado.
- En la Figura 7, cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire (no se muestra) ha aumentado hasta un primer umbral, en el tiempo 705a, los circuitos eléctricos controlan la energía para encender el elemento de calentamiento y aumentar la energía de calentamiento 703. La energía de calentamiento 703 aumenta a la energía 703a. El circuito eléctrico consigue esto proporcionando una señal de corriente pulsada a través del elemento de calentamiento. En la Figura 7, cada pulso tiene una corriente máxima 707a y la frecuencia de los pulsos de corriente entre el tiempo 705a y 705b es 709a.
- En el momento 705b, los circuitos eléctricos controlan la energía para reducir la energía de calentamiento a la energía 703b y desde el mismo, la energía de calentamiento se mantiene en la energía 703b. El circuito eléctrico consigue esto proporcionando una señal de corriente pulsada a través del elemento de calentamiento. En la Figura 7, cada pulso tiene una corriente máxima 707a y la frecuencia de los pulsos de corriente entre el tiempo 705b y 705c es 709b, una frecuencia menor que la frecuencia 709a.
- Cuando el sistema de detección de caladas detecta que la velocidad de flujo de aire (no se muestra) ha disminuido hasta un segundo umbral (que puede ser igual o mayor que el primer umbral), en el tiempo 705b, los circuitos eléctricos controlan la energía para disminuir gradualmente la energía de calentamiento 703. La energía de calentamiento 703 disminuye gradualmente de la energía 703b en el tiempo 705c a cero en el tiempo 705d. El circuito eléctrico consigue esto proporcionando una señal de corriente pulsada a través del elemento de

calentamiento. En la Figura 7, cada pulso tiene una corriente máxima 707a y la frecuencia de los pulsos de corriente entre el tiempo 705c y 705d es 709c, una frecuencia menor que 709a y 709b.

5 Por lo tanto, los circuitos eléctricos controlan la energía proporcionada al elemento de calentamiento desde el suministro de energía proporcionando una señal de corriente pulsada a través del elemento de calentamiento. La Figura 8 muestra además cómo la energía de calentamiento al elemento de calentamiento puede controlarse mediante la señal de corriente pulsada. La Figura 8 es un gráfico que muestra la intensidad de corriente 707 en el eje vertical y el tiempo 705 en el eje horizontal. La Figura 8 muestra dos pulsos de corriente con más detalle.

10 En la Figura 8, el tiempo durante el cual se encuentra la señal de corriente es  $a$ . El tiempo durante el cual la señal de corriente está desactivada es  $b$ . El período de la señal de corriente pulsada es  $T$  que es igual a  $1/f$ , donde  $f$  es la frecuencia de la señal de corriente pulsada. El ciclo de trabajo (en %) de la señal de corriente pulsada es igual a  $a/b \times 100$ .

15 La energía proporcionada al elemento de calentamiento puede controlarse aumentando o disminuyendo la frecuencia en un ciclo de trabajo fijo. En ese caso, la relación de  $a:b$  permanece constante, pero los valores reales de  $a$  y  $b$  varían. Por ejemplo,  $a$  y  $b$  se puede mantener igual entre sí (ciclo de trabajo = 50 %) con  $(a+b)$ , y por lo tanto, la frecuencia, variable.

20 Alternativamente, la energía proporcionada al elemento de calentamiento puede controlarse variando el ciclo de trabajo a una frecuencia fija. En ese caso, la relación de  $a:b$  cambia, con  $(a+b)$  y, por tanto, la frecuencia, que queda fija.

25 Alternativamente, tanto el ciclo de trabajo como la frecuencia pueden variar, aunque puede ser más complicado implementar. La Figura 7, aunque es de naturaleza esquemática, muestra tanto el ciclo de trabajo como la frecuencia variable. Con referencia a la Figura 7, entre el tiempo 705a y el tiempo 705b, la frecuencia es 709a. Se puede ver que el ciclo de trabajo es del 95 %. Entre el tiempo 705b y el tiempo 705c, la frecuencia es 709b, que es inferior a la frecuencia 709a. Además, se puede ver que el ciclo de trabajo es del 50 %. Entre 705c y 705d, la frecuencia es 709c, inferior a las frecuencias 709a y 709b. También se puede ver que el ciclo de trabajo es del 33 %.

30 Por lo tanto, las Figuras 7 y 8 muestran que cualquier perfil de calentamiento particular puede establecerse por los circuitos eléctricos, proporcionando señales de corriente pulsada a través del elemento de calentamiento. La frecuencia o ciclo de trabajo o tanto la frecuencia como el ciclo de trabajo de los pulsos serán adecuados para la energía de calentamiento necesaria durante un período de tiempo concreto y si se requiere que la energía de calentamiento permanezca constante, aumente o disminuya.

35 El método y sistema generador de aerosol calentado eléctricamente de conformidad con la presente invención, proporcionan un número de ventajas. El perfil de calentamiento puede adaptarse al perfil de la calada, proporcionando así una experiencia mejorada para el usuario. El perfil de calentamiento también puede producir propiedades de aerosol deseadas. El perfil de calentamiento también puede afectar a la formación de aerosol condensado que, a su vez, puede afectar a la fuga de líquidos. El uso de energía puede optimizarse, para proporcionar un buen perfil de calentamiento, sin residuos de energía innecesarios.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar al menos un elemento de calentamiento eléctrico (119) de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente (100) para calentar un sustrato formador de aerosol (115), el sistema tiene un sensor (111) para la detección de flujo de aire indicativo de una calada que tiene una duración de flujo de aire, el método comprende las etapas de:  
 5 aumentar la energía de calentamiento para al menos un elemento de calentamiento (119) de cero a una energía p1 cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha aumentado hasta un primer umbral; mantener la energía de calentamiento en la energía p1 durante al menos parte de la duración del flujo de aire;  
 10 y  
 disminuir la energía de calentamiento para al menos un elemento de calentamiento (119) de la energía p1 a cero cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha disminuido hasta un segundo umbral, caracterizado porque el primer umbral de velocidad de flujo de aire es menor que el segundo umbral de velocidad de flujo de aire.  
 15
2. Un método de conformidad con la reivindicación 1, en donde la etapa de aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento (119) de cero a energía p1 comprende  
 20 aumentar la energía de calentamiento de cero a energía p1 esencialmente al instante.
3. Un método de conformidad con las reivindicaciones 1 o 2, en donde la etapa de disminuir la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento (119) de la energía p1 a cero comprende  
 25 reducir la energía de calentamiento de la energía p1 a cero esencialmente al instante.
4. Un método de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la etapa de disminuir la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento (119) de la energía p1 a cero  
 30 comprende reducir la energía de calentamiento de la energía p1 a cero gradualmente.
5. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, que comprende además, después de la etapa de aumentar la energía de calentamiento para al menos un elemento de calentamiento (119) de cero a  
 35 energía p1, la etapa de:  
 aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a la energía p2, mayor que la energía p1, y devolver la energía de calentamiento a la energía p1 antes de la etapa de mantener la energía de calentamiento en la energía p1 durante al menos parte de la duración del flujo de  
 40 aire.
6. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la etapa de mantener la energía de calentamiento a una energía p1 para al menos parte de la duración del flujo de aire comprende suministrar  
 45 pulsos de corriente eléctrica al menos un elemento de calentamiento a una primera frecuencia f1 y un primer ciclo de trabajo.
7. Un método de conformidad con la reivindicación 4, en donde la etapa de disminuir la energía de calentamiento de la energía p1 a cero comprende suministrar gradualmente pulsos de corriente eléctrica al  
 50 menos un elemento de calentamiento a una segunda frecuencia f2 y un segundo ciclo de trabajo.
8. Un método de conformidad con la reivindicación 5, en donde la etapa de aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a la energía p2, mayor que la  
 55 energía p1 comprende suministrar pulsos de corriente eléctrica al menos un elemento de calentamiento a una tercera frecuencia f3 y un tercer ciclo de trabajo.
9. Un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente (100) para calentar un sustrato formador de aerosol (115), el sistema comprende:  
 60 al menos un elemento de calentamiento eléctrico (119) para calentar el sustrato formador de aerosol para formar un aerosol;  
 un suministro de energía (107) para suministrar energía al menos a un elemento de calentamiento eléctrico (119); y  
 65 circuitos eléctricos (109) para controlar el suministro de energía desde el suministro de energía hasta al menos un elemento de calentamiento eléctrico, los circuitos eléctricos incluyen un sensor (111) para la detección de flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración del flujo de  
 60 aire;  
 en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para aumentar la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de cero a una energía p1 cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha aumentado a un primer umbral; para mantener la energía de calentamiento en la energía p1 durante al menos parte de la duración del flujo de aire; y para disminuir la energía de calentamiento para el al menos un elemento de calentamiento de la energía p1 a cero cuando el sensor detecta que la velocidad de flujo de aire ha disminuido hasta un segundo umbral, caracterizado porque el primer umbral es menor que el segundo umbral.

- 5
10. Un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente de conformidad con la reivindicación 9, en donde el sustrato formador de aerosol (115) es un sustrato líquido y que comprende además una mecha capilar (117) para transportar el sustrato líquido a al menos un elemento de calentamiento eléctrico (119).
- 10
11. Circuitos eléctricos (109) para un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente que comprende al menos un elemento de calentamiento eléctrico y un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración del flujo de aire, los circuitos eléctricos se disponen para realizar el método de cualquier reivindicación de la 1 a la 8.
- 15
12. Un programa informático que, cuando se ejecuta en los circuitos eléctricos programables en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente que comprende al menos un elemento de calentamiento eléctrico y un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración del flujo de aire, provoca que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método de cualquier reivindicación de la 1 a la 8.
- 20
13. Un medio de almacenamiento legible por ordenador para ejecutarse en los circuitos eléctricos programables en un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, el sistema generador de aerosol que comprende al menos un elemento de calentamiento eléctrico y un sensor para detectar el flujo de aire indicativo de que un usuario toma una calada que tiene una duración del flujo de aire, el medio de almacenamiento legible por ordenador que se almacena en el mismo en un programa informático de conformidad con la reivindicación 12.

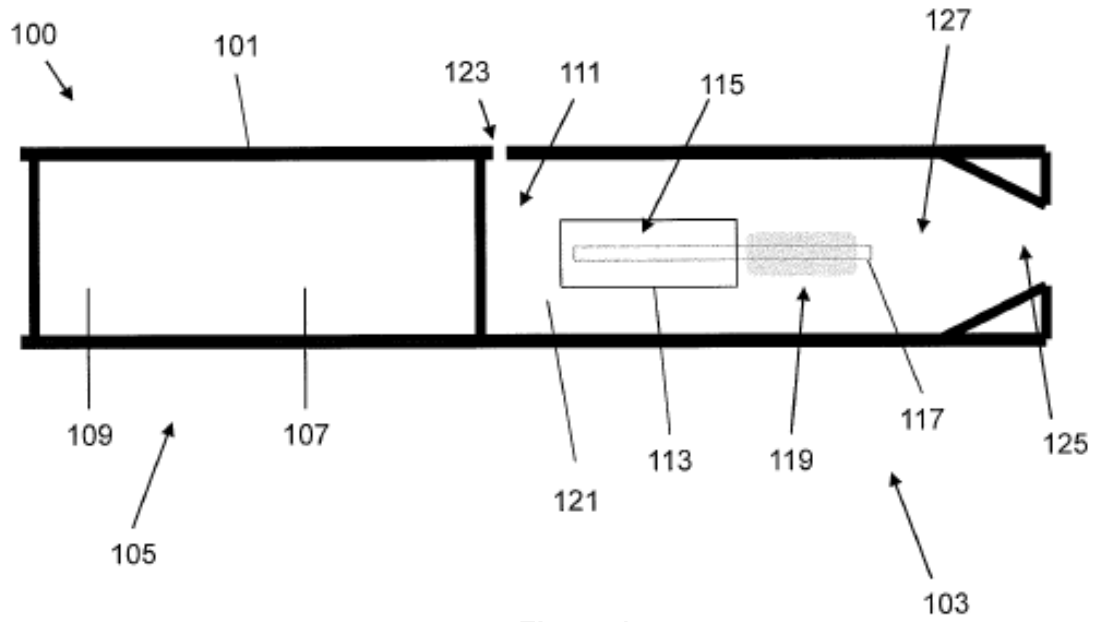


Figura 1



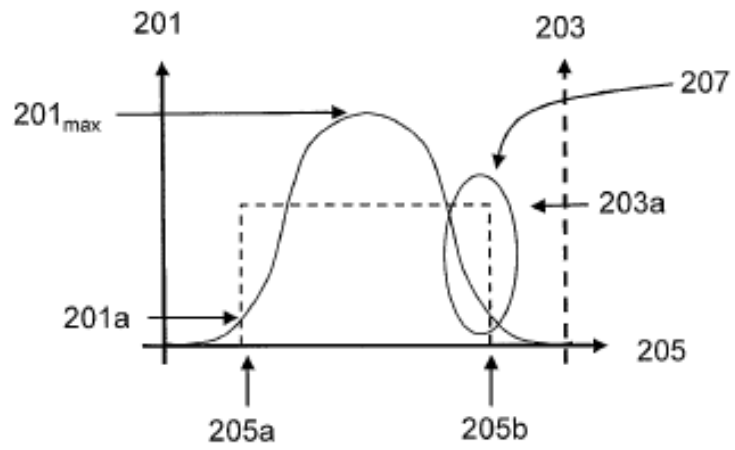


Figura 2

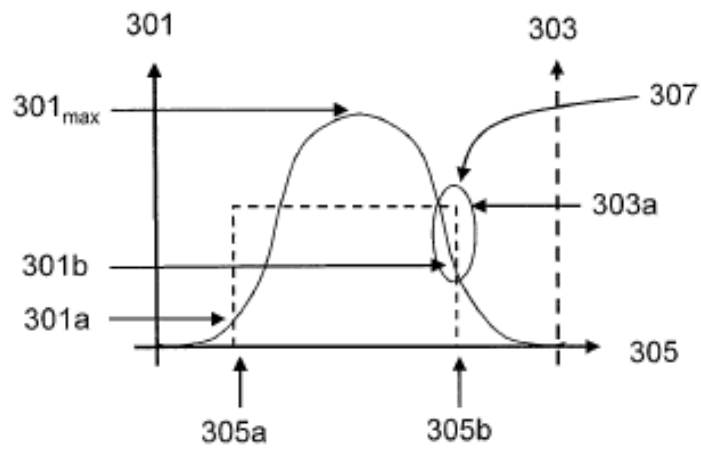


Figura 3

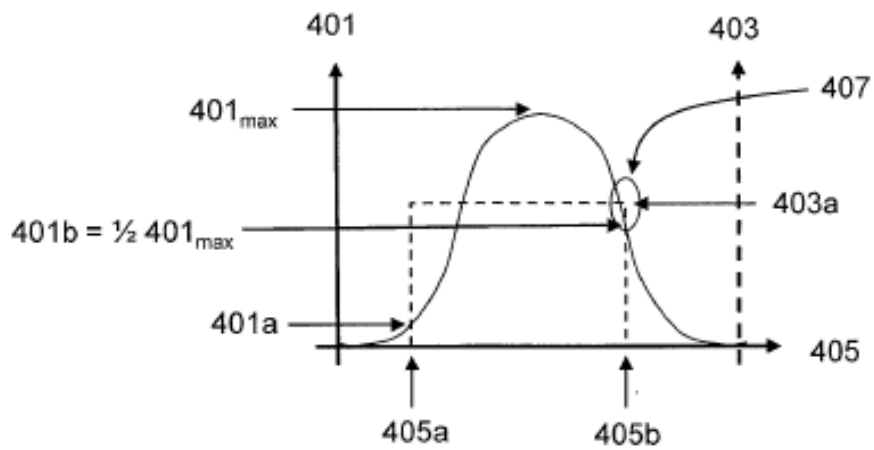


Figura 4

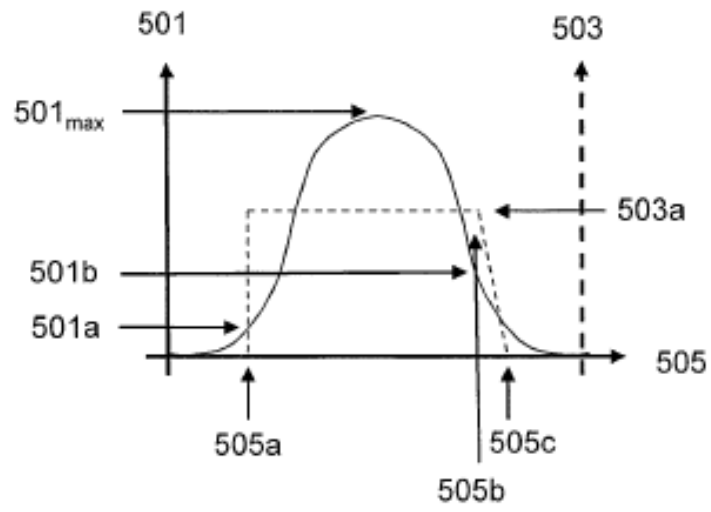


Figura 5

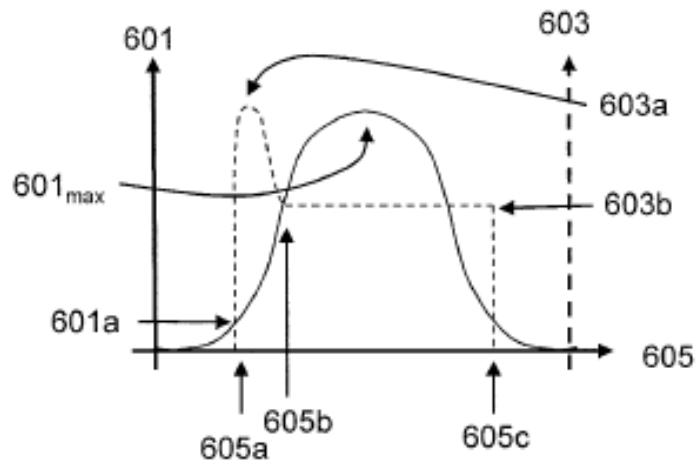


Figura 6

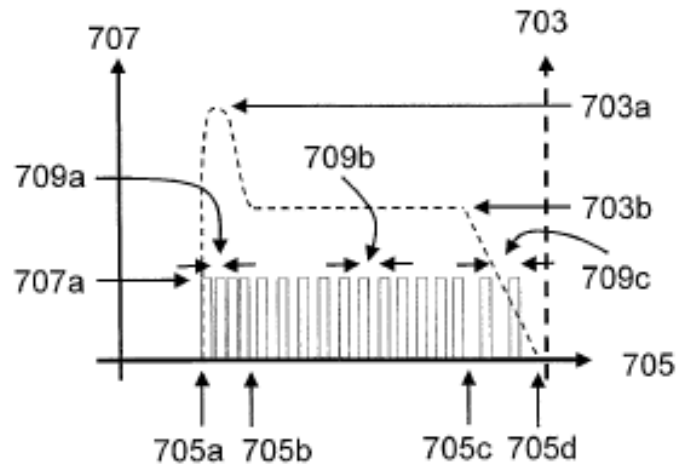


Figura 7

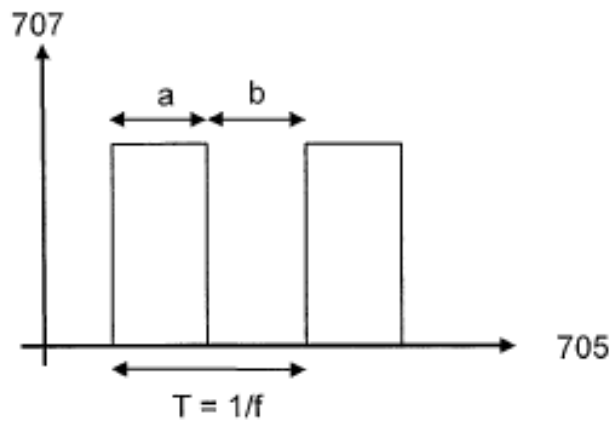


Figura 8