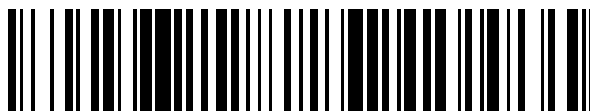


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 063**

51 Int. Cl.:

A24F 47/00 (2006.01)

A61M 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2012** **PCT/EP2012/071165**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2013** **WO13060781**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2012** **E 12791113 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018** **EP 2770859**

54 Título: **Sistema generador de aerosol con producción de aerosol mejorada**

30 Prioridad:

27.10.2011 EP 11250875

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

14.03.2019

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 2 704 063 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).

DESCRIPCION

Sistema generador de aerosol con producción de aerosol mejorada

La presente invención se refiere a un método para controlar la producción de aerosol. La presente invención se refiere además a un sistema generador de aerosol y más específicamente a un sistema generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente. La presente invención encuentra una aplicación particular como un método para controlar la producción de aerosol en un sistema generador de aerosol a través de al menos un elemento eléctrico de un sistema para fumar que se hace funcionar eléctricamente.

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 EP-A-2110033 describe un dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente en el que el calentador se controla para estar por debajo de una temperatura de operación máxima utilizando un control de retroalimentación basado en una resistencia medida del calentador.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método mejorado para controlar la cantidad de energía proporcionada al elemento de calentamiento eléctrico de tal sistema generador de aerosol calentado eléctricamente.

Una dificultad particular con un dispositivo generador de aerosol es la generación de un aerosol con propiedades constantes a pesar de variaciones en la velocidad de flujo a través del dispositivo. Por ejemplo, en un dispositivo en el que la velocidad de flujo de aire se genera por las inhalaciones del usuario, se pueden producir variaciones en la velocidad de flujo a través del dispositivo durante el transcurso de una sola inhalación por un usuario o de una inhalación a la siguiente.

Sería beneficioso generar un aerosol con el mismo tamaño y densidad de gotas, de manera constante, independientemente de las variaciones en la velocidad de flujo de aire de un gas, como aire, a través del dispositivo. De conformidad con un aspecto de la invención, se proporciona un método para controlar la producción de aerosol en un dispositivo generador de aerosol, el dispositivo que comprende:

un calentador que comprende al menos un elemento de calentamiento; y

una fuente de energía para proporcionar energía al elemento de calentamiento, que comprende las etapas de:

determinar la temperatura del elemento de calentamiento; y

ajustar la energía al elemento de calentamiento para mantener la temperatura del elemento de calentamiento dentro de un intervalo de temperatura deseado, en donde el intervalo de temperatura deseado se calcula dinámicamente basándose en una velocidad de flujo medida de gas a través del dispositivo.

Preferentemente, el dispositivo se configura para permitir que el flujo de aire se genere por la inhalación de un usuario. El dispositivo puede comprender además un sistema para fumar calentado eléctricamente.

Un aerosol es una suspensión de partículas sólidas o gotas líquidas en un gas, tal como aire. Cuando se produce un aerosol utilizando un elemento de calentamiento para vaporizar un sustrato, la velocidad de producción de aerosol y las propiedades del aerosol producido dependen de la temperatura del elemento de calentamiento. La temperatura del elemento de calentamiento se determina no solo por la energía suministrada al elemento de calentamiento sino también por factores ambientales. En particular, la velocidad de flujo de gases que pasa por un elemento de calentamiento tiene un efecto de enfriamiento significativo en el elemento de calentamiento.

Un ejemplo de un sistema en el que hay variaciones en la velocidad de flujo de aire es un sistema en el que el flujo de aire se genera por una inhalación del usuario, tal como un sistema para fumar que se hace funcionar eléctricamente. Las variaciones en la velocidad de flujo a través del dispositivo pueden producirse durante el transcurso de una sola inhalación por un usuario y de una inhalación a la siguiente. Diferentes usuarios tienen diferentes comportamientos de inhalación, y un único usuario puede tener diferentes comportamientos de inhalación en diferentes momentos. La diferencia en el comportamiento de inhalación podría ocurrir durante una sola inhalación, pero también de inhalación a inhalación. Por lo tanto, es conveniente tener un método de control que compense los diferentes comportamientos

de inhalación del usuario.

El intervalo de temperatura deseado del elemento de calentamiento puede consistir en una única temperatura deseada. Alternativamente, el intervalo de temperatura del elemento de calentamiento puede abarcar, por ejemplo, decenas de grados Celsius. El intervalo aceptable de temperaturas son aquellas temperaturas que permiten que se forme un aerosol con las propiedades deseadas. Si la temperatura es demasiado alta, puede haber sustancias químicas no deseables formadas en el aerosol, si la temperatura es demasiado baja el sustrato puede no estar suficientemente vaporizado y el tamaño de las gotas dentro del aerosol puede ser demasiado grande.

El intervalo de temperatura deseado puede depender de una composición del sustrato formador de aerosol. Los diferentes sustratos tendrán una entalpía diferente de la vaporización y sufrirán la degradación química a diferentes temperaturas. En consecuencia, el método puede comprender además la etapa de determinar una característica o identidad del sustrato formador de aerosol y calcular o seleccionar el intervalo de temperatura deseado según la característica o identidad. Por ejemplo, la etapa de determinar una característica del sustrato formador de aerosol puede comprender la lectura de una indicación de la identidad del sustrato formador de aerosol formado en, o sobre un alojamiento del sustrato formador de aerosol. Una vez determinada la identidad del sustrato, el intervalo de temperatura deseado puede seleccionarse de una base de datos de intervalos de temperatura para identidades particulares del sustrato formador de aerosol. La indicación de la identidad del sustrato formador de aerosol puede ser, por ejemplo: un código de barras u otra indicación de superficie; característica del alojamiento de sustrato, como forma o tamaño; o puede ser una resistencia característica o una respuesta eléctrica asociada a un alojamiento de sustrato.

En un sistema para fumar que se hace funcionar eléctricamente, por ejemplo, para los usuarios que toman inhalaciones largas pero lentas, puede ser conveniente tener una temperatura de elemento de calentamiento menor, produciendo aerosol a una velocidad más baja. Esto imita en cierta medida el comportamiento de un cigarrillo combustible de extremo encendido convencional. Sin embargo, la temperatura del elemento de calentamiento se mantiene por encima de un nivel de umbral inferior para asegurar que se forme un aerosol con propiedades convenientes. Este ajuste de la temperatura del calentador basado en la velocidad de flujo del gas a través del dispositivo puede utilizarse junto con intervalos de temperatura almacenados para composiciones específicas de sustrato. Por lo tanto, el ajuste de la temperatura basado en la velocidad de flujo puede realizarse dentro de un intervalo de temperatura establecido por la composición del sustrato.

Preferentemente, la etapa de ajuste de la energía se realiza solo después de que el elemento de calentamiento haya alcanzado una temperatura específica dentro de un intervalo de temperaturas deseado. Por ejemplo, la etapa de ajuste puede iniciarse solo después de que la temperatura del elemento de calentamiento haya alcanzado un punto medio del intervalo de temperatura predeterminado.

Adicional o alternativamente, la etapa de ajuste de la energía puede realizarse solamente después de transcurrido un tiempo específico tras la detección de un flujo de gas a través del dispositivo que excede una velocidad de flujo umbral predeterminado. Es conveniente calentar el elemento de calentamiento lo más rápido posible, teniendo un suministro de energía disponible. Esto se debe a que el aerosol con las propiedades deseadas se produce lo antes posible. Por lo tanto, se puede suministrar una energía máxima durante un tiempo específico tras la detección del inicio de la inhalación del usuario.

El método preferentemente incluye la etapa de corte o reducción de energía al elemento de calentamiento después de la etapa de ajustar la energía para mantener la temperatura del elemento de calentamiento. Esto puede hacerse basándose en un tiempo predeterminado después de la activación del elemento de calentamiento, una velocidad de flujo detectada o un parámetro calculado relacionado con la velocidad de flujo. Esto garantiza que la producción de aerosol se detenga cuando finalice la inhalación del usuario.

La etapa de ajustar la potencia puede comprender ajustar una frecuencia o una modulación de ancho de pulso de una señal de energía pulsada. Si la energía se suministra al elemento de calentamiento como una señal pulsada, ajustar la frecuencia de los pulsos o el ciclo de trabajo de los pulsos es una manera efectiva de mantener la temperatura del elemento de calentamiento con un intervalo deseado.

La etapa de determinar la temperatura del elemento de calentamiento puede comprender determinar una resistencia eléctrica del elemento de calentamiento. Esto proporciona una indicación práctica y precisa de la temperatura. Alternativamente, se puede utilizar un sensor de temperatura separado.

De conformidad con otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, el dispositivo que comprende: al menos un elemento de calentamiento para formar un aerosol a partir de un sustrato; un suministro de energía para suministrar energía al elemento de calentamiento; y circuitos eléctricos para controlar la energía que se suministra desde el suministro de energía hasta el al menos un elemento generador de aerosol, en donde los circuitos eléctricos se disponen para:

determinar la temperatura del elemento de calentamiento y ajustar la energía al elemento de calentamiento para

mantener la temperatura del elemento de calentamiento dentro de un intervalo de temperatura deseado, en donde el intervalo de temperatura deseado se calcula dinámicamente basándose en una velocidad de flujo medida de gas a través del dispositivo.

- 5 Preferentemente, el dispositivo se configura para permitir que el flujo de aire se genere por la inhalación de un usuario.

El intervalo de temperatura deseado puede consistir en una única temperatura deseada.

- 10 El dispositivo puede configurarse para recibir un sustrato formador de aerosol. El intervalo de temperatura deseado puede depender de una composición del sustrato formador de aerosol. Los diferentes sustratos tendrán diferentes temperaturas de vaporización y sufrirán la degradación química a diferentes temperaturas. En consecuencia, el dispositivo puede comprender además medios para determinar una característica o identidad del sustrato formador de aerosol y calcular o seleccionar el intervalo de temperatura deseado según la característica o identidad. Por ejemplo, el dispositivo puede comprender medios para leer una indicación de la identidad del sustrato formador de aerosol formado en o sobre un alojamiento del sustrato formador de aerosol, y el intervalo de temperatura deseado puede entonces seleccionarse de una base de datos de intervalos de temperatura basada en la identidad del sustrato formador de aerosol. La indicación de la identidad del sustrato formador de aerosol puede ser, por ejemplo, un código de barras u otra indicación superficial, una característica del alojamiento del sustrato, tal como forma o tamaño, o una resistencia característica o respuesta eléctrica asociada a un alojamiento del sustrato.

- 20 Los circuitos eléctricos pueden configurarse para determinar la temperatura del elemento de calentamiento basándose en una determinación de una resistencia eléctrica del elemento de calentamiento. Alternativamente, el dispositivo puede incluir un sensor de temperatura separado.

- 25 Los circuitos eléctricos pueden comprender un microcontrolador. El microcontrolador puede incluir un regulador PID para controlar la energía suministrada al elemento de calentamiento.

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

- 35 El calentador puede comprender un único elemento de calentamiento. Alternativamente, puede ser un calentador eléctrico que comprende un 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. Alternativamente, el calentador eléctrico puede comprender al menos un elemento de calentamiento para calentar el sustrato. El elemento de calentamiento o los elementos de calentamiento pueden disponerse apropiadamente a fin de calentar más eficazmente el sustrato formador de aerosol.

- 40 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 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- 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 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.

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

- 60 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 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, el al menos un elemento de calentamiento eléctrico puede ser un elemento de calentamiento de disco (extremo) o una combinación de un elemento de calentamiento 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.

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 el paso 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 (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.

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.

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 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 dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente durante el uso, el cual a su vez 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 dispositivo 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 dispositivo 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 elemento de calentamiento 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 dispositivo 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. Estas incluyen, por ejemplo, un punto de ebullición, presión de vapor, y tensión superficial características que lo hacen adecuado para su uso en el dispositivo generador de aerosol. 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 dispositivo 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 agotado, se reemplaza el dispositivo generador de aerosol. Alternativamente, la porción de almacenamiento de líquido puede ser rellenable. En ese caso, el dispositivo 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 dispositivo 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 la varilla puede extenderse a lo largo de la dirección longitudinal del dispositivo 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 basados en cerámica o en 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.

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 el funcionamiento, el sustrato puede contenerse completamente dentro del dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente. En ese caso, un usuario puede inhalar en una boquilla del dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente. Alternativamente, durante la operación, el sustrato puede contenerse parcialmente dentro del dispositivo 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.

El dispositivo puede incluir un sensor de flujo para detectar una velocidad de flujo de gas a través del dispositivo. El sensor puede ser cualquier sensor que pueda detectar el flujo de aire, como el flujo de aire indicativo de la inhalación de un usuario. 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 dispositivos micro electromecánicos (MEMS) y un sensor acústico. El sensor puede ser un sensor conductor térmico de flujo, un sensor de presión, un anemómetro y debe ser capaz de no sólo detectar un flujo de aire sino que debe ser capaz de medir el flujo de aire. Por lo tanto, el sensor debe ser capaz de suministrar una señal eléctrica analógica o información digital que es representativa de la amplitud del flujo de aire.

El dispositivo 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 de un 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.

Preferentemente, el dispositivo generador de aerosol comprende un alojamiento. Preferentemente, el alojamiento se

alarga. La estructura del alojamiento, incluyendo el área superficial disponible para formar la condensación, afectará las propiedades del aerosol y si existe fuga de líquido del dispositivo. 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, en cambio, afectará la fuga de líquido del dispositivo

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

El método y el dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente de conformidad con la presente invención proporcionan la ventaja de que la temperatura del elemento de calentamiento está controlada, proporcionando así una experiencia constante y deseable para el usuario, sin requerir ninguna acción adicional del usuario o del dispositivo.

De conformidad con otro 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 de los otros aspectos de la invención.

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

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

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 de acuerdo con una modalidad de la invención;

la Figura 2 ilustra un perfil de temperatura típico de un elemento de calentamiento y un perfil de velocidad de flujo típico en un sistema del tipo mostrado en la Figura 1;

la Figura 3 ilustra un método para ajustar la energía suministrada al elemento de calentamiento durante la calada ilustrada en la Figura 2;

la Figura 4 ilustra los circuitos eléctricos para controlar la temperatura de un elemento de calentamiento de acuerdo con la primera modalidad de la invención; y

la Figura 5 ilustra una técnica para determinar la temperatura de un elemento de calentamiento eléctrico midiendo la resistencia eléctrica.

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 extremo de boquilla 103 y un extremo del cuerpo 105. En el extremo del cuerpo, se proporciona un suministro de energía eléctrica en forma de una batería 107, 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 elemento de calentamiento se muestra sólo esquemáticamente en la Figura 1. Un extremo de la mecha capilar 117 se extiende en el cartucho 113 y el otro extremo de la mecha capilar 117 se rodea por el elemento de calentamiento 119. El elemento de calentamiento 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.

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 elemento de calentamiento 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 elemento de calentamiento 119. La batería 107 suministra energía al elemento de calentamiento 119 para calentar el extremo de la mecha 117 rodeada por el elemento de calentamiento. El líquido en ese extremo de la mecha 117 se vaporiza por el elemento de calentamiento 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.

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.

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.

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.

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, en cambio, controla el perfil de temperatura el cual afecta la cantidad y la densidad del aerosol producido. El término "perfil de temperatura" se refiere a una representación gráfica de la temperatura del elemento de calentamiento (u otra medida similar, por ejemplo, el calor generado por el elemento de calentamiento) durante el tiempo que dura una calada, como se muestra en la Figura 2. 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. Nuevamente, esto controla el perfil de temperatura el cual afecta la cantidad y la densidad del aerosol generado.

La línea 200 en la Figura 2 es un gráfico de la velocidad de flujo de aire a través del sistema durante el transcurso de una calada del usuario. La calada dura unos 2 segundos y la velocidad de flujo aumenta de cero a una velocidad de flujo máxima a aproximadamente 1 segundo, antes de regresar a cero. Este es un perfil de calada típico, pero debe estar claro que puede haber una gran variación de una calada a otra y de un usuario a otro tanto en la velocidad de flujo máxima como en la evolución de la velocidad de flujo durante una calada.

La línea 210 en la Figura es la temperatura del elemento de calentamiento durante la calada del usuario. El perfil de temperatura 210 se divide en tres etapas: una etapa inicial 215, durante la cual se aplica energía máxima al elemento de calentamiento para elevar rápidamente su temperatura; una etapa regulada 215, durante la cual la temperatura del elemento de calentamiento es constante (o al menos dentro de una banda de temperatura aceptable) y una etapa final de la calada 220, durante la cual se corta o reduce la energía al calentador.

La Figura 3 ilustra la energía aplicada al elemento de calentamiento durante la calada del usuario mostrada en la Figura 2. La energía se suministra al elemento de calentamiento en la forma de una señal pulsada 300. Para regular la temperatura del elemento de calentamiento, la señal pulsada se modula. Como se muestra en la Figura 3, la energía promedio que se aplica al elemento de calentamiento puede variarse al cambiar la frecuencia (o "PFM" - modulación por frecuencia de pulsos) de las modulaciones de la señal de la energía en el ciclo de trabajo fijo para mantener constante la temperatura del elemento de calentamiento.

La otra manera de alterar la energía aplicada es PWM (modulación por ancho de pulsos), la cual consiste en variar el ciclo de trabajo a una frecuencia constante. El ciclo de trabajo es la relación del tiempo en que la energía se enciende con el tiempo en que la energía se apaga. En otras palabras, la relación del ancho de los pulsos de tensión con el tiempo entre los pulsos de tensión. Un ciclo de trabajo bajo del 5 % proporcionará mucha menos energía que un ciclo de trabajo del 95 %.

Como se muestra en la Figura 3, durante la etapa inicial 215, los pulsos de energía 300 se administran a alta frecuencia para alcanzar rápidamente la temperatura deseada. Cuando se alcanza la temperatura deseada, comienza la etapa regulada 220. Hay un pequeño máximo local a medida que comienza la etapa regulada. Esto se debe a la naturaleza del esquema de control PID utilizado para regular la temperatura. Hay un pequeño retardo entre detectar que se ha alcanzado la temperatura deseada y la modulación de la señal de energía, lo que da lugar al máximo local.

La temperatura deseada se calcula dinámicamente en dependencia de la velocidad de flujo de gas que pasa por el elemento de calentamiento. Para las velocidades de flujo más bajas es deseable tener una temperatura más baja. Por ejemplo, la temperatura deseada puede establecerse en función de la velocidad de flujo medida en un tiempo fijo después de la activación del elemento de calentamiento, puede basarse en una velocidad de flujo media calculada sobre ciclos de calentamiento previos, o puede basarse en una velocidad de flujo acumulada durante un período fijo después de la activación del elemento de calentamiento.

En la etapa regulada 220 los pulsos de energía se entregan al elemento de calentamiento con frecuencia suficiente para mantener la temperatura deseada. Esto significa que los pulsos se administran a una frecuencia menor que durante la etapa inicial. Sin embargo, a medida que la velocidad de flujo de aire sigue aumentando hacia su máximo efecto, también aumenta el efecto de enfriamiento del aire. Esto significa que la frecuencia de los pulsos de energía aumenta hasta alcanzar la velocidad máxima de flujo, antes de volver a reducirla a medida que disminuye la velocidad de flujo.

En la etapa final de la calada 220 la energía se corta por completo. Se toma la decisión de cortar energía antes del final de la calada para garantizar que todo el aerosol generado se purgue del sistema por la última porción de la calada. La temperatura disminuye durante este período, al igual que la producción de aerosol. El punto en el que se corta o reduce la energía, comenzando la etapa final de la calada, puede basarse, por ejemplo, en un tiempo sencillo desde la activación, en una velocidad de flujo detectada o en un cálculo más sofisticado que tiene en cuenta el perfil de calada.

La Figura 4 ilustra los circuitos de control usados para proporcionar la regulación de temperatura descrita de acuerdo con una modalidad de la invención. El sistema tiene dos partes: un cartucho consumible 113 que contiene el sustrato líquido 115, una mecha capilar 117 y un calentador 119; y una parte del dispositivo que contiene, una batería y circuitos eléctricos 109, como se describe con referencia a la Figura 1. En la Figura 3 solo se ilustran los elementos del circuito eléctrico.

La energía eléctrica se suministra al elemento de calentamiento 119 desde la conexión de la batería 405, a través de la resistencia de medición R1 y el transistor T1. La modulación de frecuencia de la señal de energía PWM se controla por el microcontrolador 420 y se suministra mediante su salida analógica 425 al transistor T1 que actúa como un interruptor simple.

La regulación se basa en un regulador PID que es parte del software integrado en el microcontrolador 420. La temperatura (o una indicación de la temperatura) del elemento de calentamiento se determina por la medición de la resistencia eléctrica del elemento de calentamiento.

La entrada analógica 430 en el microcontrolador 420 se usa para recolectar la tensión a través del resistor R1 y proporciona la imagen de la corriente eléctrica que fluye hacia el elemento de calentamiento. La tensión de la batería V+ y la tensión a través de R1 se usan para calcular la variación de resistencia del elemento de calentamiento y o su temperatura, como se describió con referencia a la Figura 5.

La resistencia R3 en la parte consumible se utiliza para identificar la composición del sustrato. Las resistencias R3 y R2 son un divisor de tensión simple desde el cual el microcontrolador recoge el nivel de tensión 420 a través de su entrada analógica 435 mediante el transistor T2. La tensión convertida será proporcional a la resistencia R3. Una tabla de búsqueda de valores de resistencia para R3 y los intervalos de temperatura o intervalos de resistencia correspondientes para el elemento de calentamiento se localiza en una memoria de dirección en el microcontrolador y se usa para establecer el regulador PID y el nivel de temperatura en el que funcionará el elemento de calentamiento.

La Figura 5 es un diagrama de un circuito eléctrico esquemático que muestra cómo puede medirse la resistencia del elemento de calentamiento en el sistema del tipo mostrado en la Figura 4. En la Figura 5, el calentador 501 se conecta a una batería 503 que proporciona una tensión V2. La resistencia del calentador que se mide a una temperatura particular es $R_{\text{calentador}}$. Se inserta un resistor adicional, con resistencia conocida 505, que corresponde a R1 en la Figura 4, en serie con el calentador 501, conectado a la tensión V1, intermedio entre tierra y la tensión V2. Para que el microprocesador 507 mida la resistencia $R_{\text{calentador}}$ del calentador 501, pueden determinarse tanto la corriente a través del calentador 501 y la tensión a través del calentador 501. Entonces, puede usarse la siguiente fórmula bien conocida para determinar la resistencia:

$$V = IR \quad (1)$$

En la Figura 5, la tensión a través de calentador es $V_2 - V_1$ y la corriente a través del calentador es I . Por lo tanto:

$$R_{\text{calentador}} = \frac{V_2 - V_1}{I} \quad (2)$$

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

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

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

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

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

$$T = \frac{R_{calentador}}{AR_0} + T_0 - \frac{1}{A} \quad (5)$$

donde A 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 .

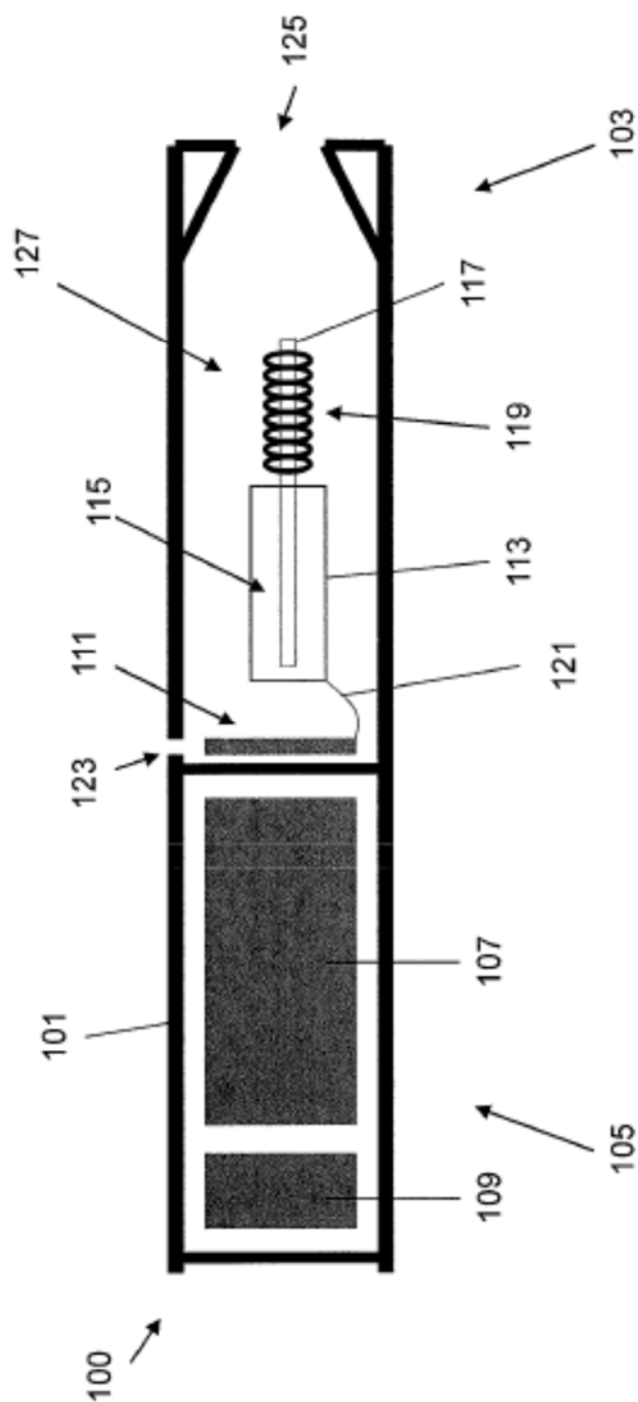
Una ventaja de esta modalidad es que no se requiere un sensor de temperatura, que puede ser voluminoso y caro. Además, el valor de resistencia puede usarse directamente por el regulador PID en lugar de la temperatura. Si el valor de resistencia se mantiene dentro de un intervalo deseado, entonces también lo estará la temperatura del elemento de calentamiento. En consecuencia, la temperatura real del elemento de calentamiento no necesita calcularse. Sin embargo, es posible usar un sensor de temperatura separado y conectarlo al microcontrolador para proporcionar la información necesaria sobre la temperatura.

Aunque la modalidad descrita comprende una parte consumible y una parte del dispositivo, la invención es aplicable a otras construcciones del dispositivo generador de aerosol. También debe estar claro que no es necesario medir directamente la temperatura o resistencia del elemento de calentamiento. Por ejemplo, la temperatura del elemento de calentamiento puede calcularse basándose en otros parámetros medidos, como una velocidad de flujo a través del sistema, o puede calcularse a partir de una medición de la temperatura del aire en un punto dentro del sistema.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar la producción de aerosol en un dispositivo para fumar calentado eléctricamente, el dispositivo que comprende:
5 un calentador que comprende al menos un elemento de calentamiento (119); y una fuente de energía (107) para proporcionar energía al elemento de calentamiento, que comprende las etapas de:
10 determinar la temperatura del elemento de calentamiento (119); y ajustar la energía al elemento de calentamiento para mantener la temperatura del elemento de calentamiento dentro de un intervalo de temperatura deseado, en donde el intervalo de temperatura deseado se calcula dinámicamente basándose en una velocidad de flujo medida de gas a través del dispositivo.
2. Un método de conformidad con la reivindicación 1, en donde el intervalo de temperatura deseado depende de una composición de un sustrato formador de aerosol (115) recibido en el dispositivo.
- 15 3. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la etapa de ajuste de la energía se realiza solamente cuando el elemento de calentamiento (119) ha alcanzado una temperatura específica dentro del intervalo de temperatura deseado.
- 20 4. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la etapa de ajuste de la energía se lleva a cabo solo después de transcurrido un tiempo específico después de la detección de un flujo de gas a través del dispositivo que supera una velocidad de flujo de umbral predeterminado.
- 25 5. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, que comprende además la etapa de corte o reducción de energía al elemento de calentamiento basado en un parámetro calculado relacionado con la velocidad de flujo después de la etapa de ajuste.
6. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior en donde la etapa de ajuste de la energía al elemento de calentamiento comprende ajustar una frecuencia o una modulación de ancho de pulso de una señal de energía pulsada.
- 30 7. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde el intervalo de temperatura deseado consiste en una única temperatura deseada.
- 35 8. Un dispositivo para fumar calentado eléctricamente, el dispositivo que comprende: al menos un elemento de calentamiento (119) para formar un aerosol a partir de un sustrato (115); un suministro de energía (107) para suministrar energía al elemento de calentamiento; y circuitos eléctricos (109) para controlar la energía que se suministra desde el suministro de energía hasta el al menos un elemento de calentamiento (119), en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para:
40 determinar la temperatura del elemento de calentamiento y ajustar la energía al elemento de calentamiento para mantener la temperatura del elemento de calentamiento dentro de un intervalo de temperatura deseado, en donde el intervalo de temperatura deseado se calcula dinámicamente basándose en una velocidad de flujo medida de gas a través del dispositivo.
- 45 9. Un dispositivo de conformidad con la reivindicación 8, en donde el dispositivo se configura para permitir un flujo de gas que pasa por el sustrato y comprende un sensor de flujo (111) para la detección del flujo de gas que pasa por el sustrato, en donde los circuitos eléctricos (109) se disponen para controlar el suministro de energía al elemento de calentamiento (119) basado en una salida del sensor de flujo.
- 50 10. Un programa informático que, cuando se ejecuta en los circuitos eléctricos programables (109) para un dispositivo para fumar calentado eléctricamente, el dispositivo comprende: al menos un elemento de calentamiento (119) para formar un aerosol de un sustrato; y un suministro de energía (107) para suministrar energía al elemento de calentamiento; hace que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método de conformidad con cualquier reivindicación de la 1 a la 7.
- 55 11. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenado un programa informático de conformidad con la reivindicación 10.

Figura 1



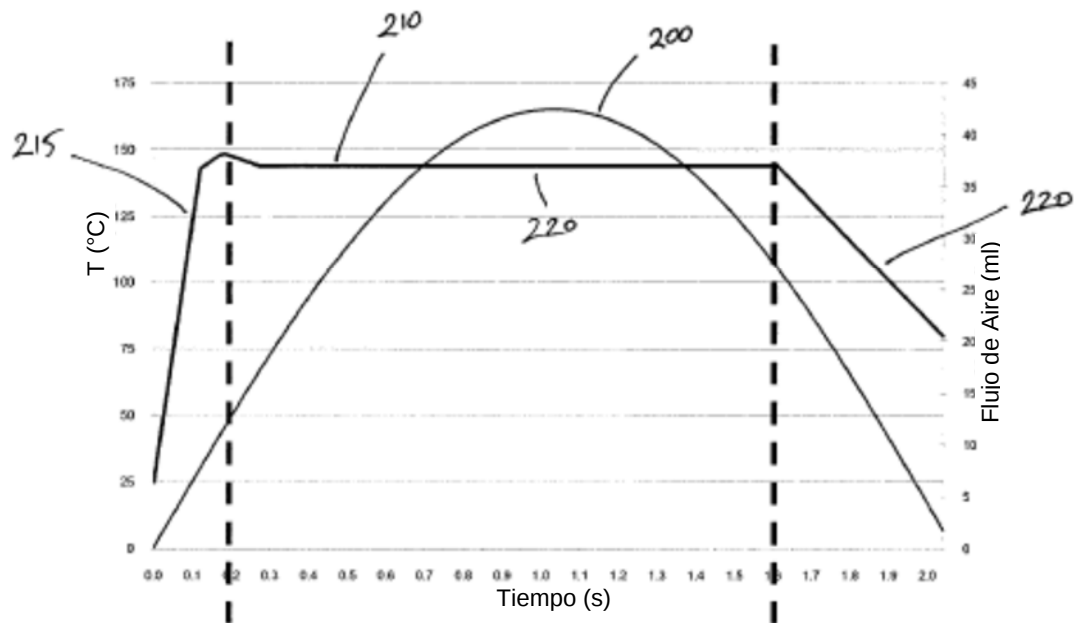


Figura 2

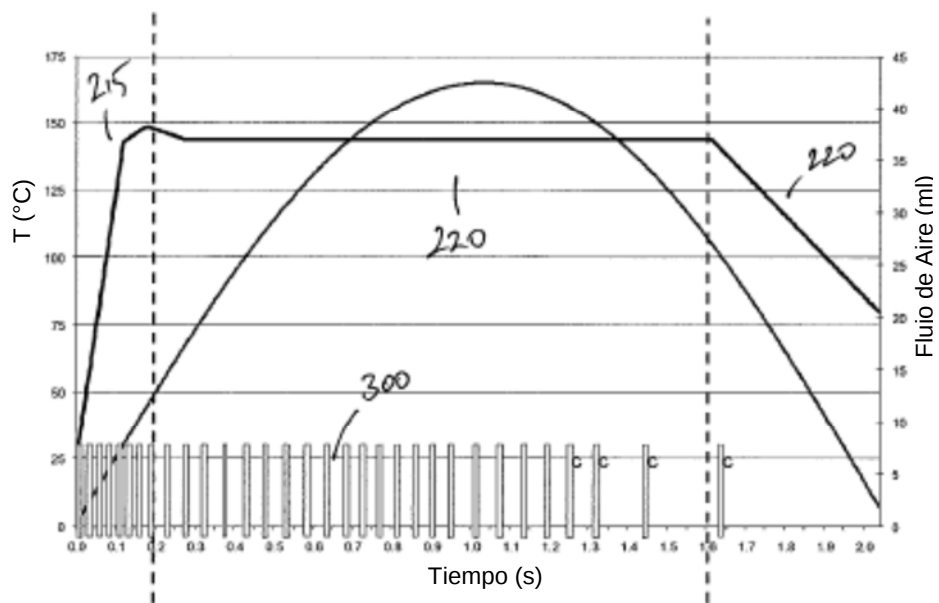


Figura 3

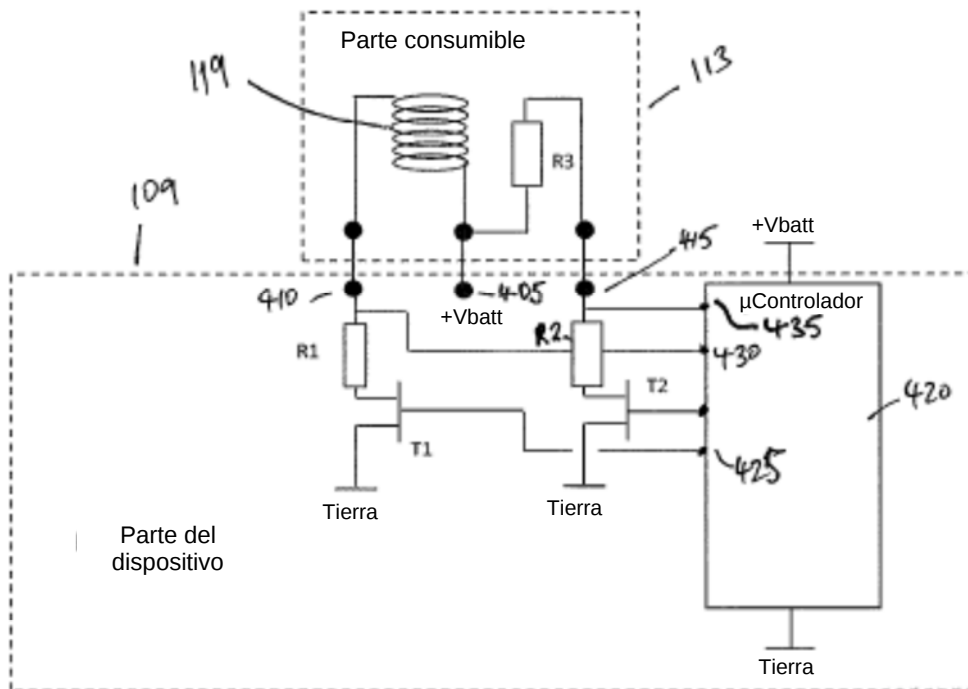


Figura 4

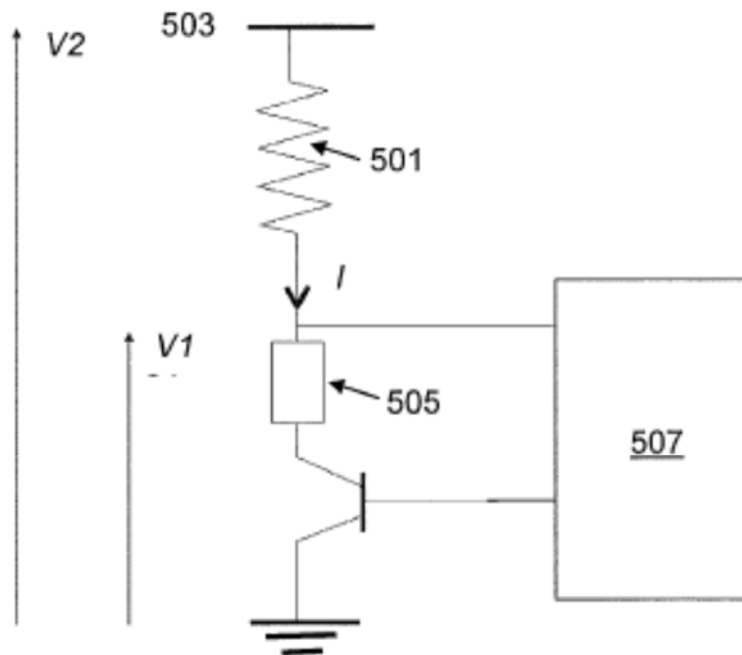


Figura 5