

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 214**

51 Int. Cl.:

**A24F 47/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2013 PCT/EP2013/076967**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14102091**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2013 E 13821803 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2879533**

54 Título: **Dispositivo generador de aerosol calentado y método para generar aerosol con propiedades constantes**

30 Prioridad:

**28.12.2012 EP 12199708**

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

**10.07.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KUCZAJ, ARKADIUSZ**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 623 214 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

Dispositivo generador de aerosol calentado y método para generar aerosol con propiedades constantes

5 La presente invención se refiere a un dispositivo generador de aerosol y a un método para generar aerosol calentado un sustrato formador de aerosol. En particular, la invención se refiere a un dispositivo y método para generar un aerosol a partir de un sustrato formador de aerosol con propiedades constantes y convenientes durante un periodo de calentamiento continuo o repetido del sustrato formador de aerosol.

10 Los dispositivos generadores de aerosol que operan por el calentamiento de un sustrato formador de aerosol se conocen en la técnica e incluyen, por ejemplo, dispositivos para fumar calentados. El documento WO2009/118085 describe un dispositivo para fumar calentado en el que se calienta un sustrato para generar un aerosol mientras que la temperatura se controla para estar dentro de un intervalo de temperaturas conveniente para evitar la combustión del sustrato. El documento DE102007011120 describe un cigarrillo calentado electrónicamente en el que un  
15 calentador se controla en base al flujo de aire detectado que está por encima de un umbral y cuya energía se suministra al calentador en un nivel reducido por un tiempo incluso después de que el flujo de aire cae por debajo del umbral.

20 Es conveniente que los dispositivos generadores de aerosol sean capaces de producir un aerosol que sea constante en el tiempo. Particularmente, en el caso en que el aerosol es para consumo humano, como en un dispositivo para fumar calentado. En dispositivos en los que se calienta un sustrato exhaustivo continua o repetidamente en el tiempo esto puede ser difícil, ya que la propiedades del sustrato formador de aerosol pueden cambiar significativamente con el calentamiento continuo o repetido, tanto con relación a la cantidad como a la distribución de los constituyentes formadores de aerosol que permanecen en el sustrato y con relación a la temperatura del sustrato. En particular, un  
25 usuario de un dispositivo de calentamiento continuo o repetido puede experimentar un deterioro del sabor, gusto, y sensación del aerosol cuando el sustrato le falta el formador de aerosol que porta la nicotina y, en ciertos casos, el saborizante. Por lo tanto, un suministro de aerosol constante se proporciona en el tiempo de manera que el primer aerosol suministrado es sustancialmente comparable con un aerosol suministrado final durante la operación.

30 Es un objetivo de la presente descripción proporcionar un sistema y dispositivo generador de aerosol que proporciona un aerosol que es más constante en sus propiedades durante un periodo de calentamiento continuo o repetido de un sustrato formador de aerosol.

35 En un primer aspecto, la descripción 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 configurado para calentar un sustrato formador de aerosol; y  
40 una fuente de energía para proporcionar energía al elemento de calentamiento, que comprende las etapas de:  
controlar la energía proporcionada al elemento de calentamiento de manera que en una primera fase la energía se proporciona de manera que la temperatura del elemento de calentamiento aumenta desde una temperatura inicial hasta una primera temperatura, en una segunda fase la energía se proporciona de manera que la temperatura del elemento de calentamiento disminuye hasta una segunda temperatura menor que la  
45 primera temperatura y en una tercera fase la energía se proporciona de manera que la temperatura del elemento de calentamiento aumenta hasta una tercera temperatura mayor que la segunda temperatura.

50 Como se usa en la presente descripción, un "dispositivo generador de aerosol" se refiere a un dispositivo que interactúa con un sustrato formador de aerosol para generar un aerosol. El sustrato formador de aerosol puede ser parte de un artículo generador de aerosol, por ejemplo parte de un artículo para fumar. Un dispositivo generador de aerosol puede ser un dispositivo para fumar que interactúa con un sustrato formador de aerosol de un artículo generador de aerosol para generar un aerosol que es directamente inhalable hacia los pulmones de un usuario a través de la boca del usuario. Un dispositivo generador de aerosol puede ser un contenedor.

55 Como se usa en la presente descripción, el término "sustrato formador de aerosol" se refiere a un sustrato capaz de liberar compuestos volátiles que pueden formar un aerosol. Dichos compuestos volátiles pueden liberarse mediante el calentamiento del sustrato formador de aerosol. Un sustrato formador de aerosol puede convenientemente ser parte de un artículo generador de aerosol o artículo para fumar.

60 Como se usan en la presente descripción, los términos "artículo generador de aerosol" y "artículo para fumar" hacen referencia a un artículo que comprende un sustrato formador de aerosol capaz de liberar compuestos volátiles que pueden formar un aerosol. Por ejemplo, un artículo generador de aerosol puede ser un artículo para fumar que genera un aerosol que puede inhalarse directamente a los pulmones del usuario a través de la boca del usuario. Un artículo generador de aerosol puede ser desechable. El término 'artículo para fumar' se usa generalmente de ahora  
65 en adelante. Un artículo para fumar puede ser, o puede comprender, una barra de tabaco.

Los dispositivos generadores de aerosol existentes que generan aerosol por el calentamiento de un sustrato repetida o continuamente se controlan típicamente para lograr una temperatura única constante en el tiempo. Sin embargo, con el calentamiento, el sustrato formador de aerosol se agota, es decir la cantidad de constituyentes clave de aerosol en el sustrato se reduce, lo que significa una generación de aerosol reducida para una temperatura dada. Además, cuando la temperatura en el sustrato formador de aerosol alcanza un estado estable, el suministro de aerosol se reduce debido a que se reducen los efectos de termodifusión. Como resultado, el suministro de aerosol, medido en términos de constituyentes clave de aerosol, tal como la nicotina en el caso de los dispositivos para fumar calentados, se reduce en el tiempo. El aumento de la temperatura del elemento de calentamiento durante una fase final del proceso de calentamiento para reducir o evita la reducción de suministro de aerosol en el tiempo.

En este contexto, el calentamiento continuo o repetido significa que se calienta el sustrato o una porción del sustrato para generar aerosol por un periodo sostenido, típicamente más de 5 segundos y puede extenderse a más de 30 segundos. En el contexto de un dispositivo para fumar calentado, u otro dispositivo en el que un usuario toma una calada para retirar el aerosol del dispositivo, esto significa calentar el sustrato por un periodo que contiene una pluralidad de caladas del usuario, de manera que se genera continuamente el aerosol, independientemente de si un usuario toma una calada en el dispositivo o no. Es en este contexto que el agotamiento del sustrato se convierte en un problema significativo. Esto es diferente al calentamiento rápido, en el que un sustrato separado o porción del sustrato se calienta por cada calada del usuario, de manera que no se calienta ninguna porción del sustrato por más de una calada donde la duración de una calada es aproximadamente 2-3 segundos de duración.

Como se usa en la presente descripción, los términos “calada” e “inhalación” se usan de manera intercambiable y pretenden explicar la acción de un usuario que aspira un aerosol hacia dentro de su cuerpo a través de su boca o nariz. La inhalación incluye la situación donde un aerosol se aspira hacia dentro de los pulmones de un usuario, y además la situación donde un aerosol se aspira solamente hacia dentro de la boca de un usuario o cavidad nasal antes de expulsarlo del cuerpo del usuario.

Las primera, segunda y tercera temperaturas se eligen de manera que el aerosol se genera de manera continua durante las primera, segunda y tercera fases. Las primera, segunda y tercera temperaturas se determinan preferentemente en base al intervalo de temperaturas que corresponden a la temperatura de volatilización de un formador de aerosol presente en el sustrato. Por ejemplo, si se usa glicerina como el formador de aerosol, entonces se usan temperaturas de no menos de entre 290 y 320 grados centígrados (es decir, temperaturas por encima del punto de ebullición de la glicerina). La energía puede proporcionarse al elemento de calentamiento durante la segunda fase para asegurar que la temperatura no caiga por debajo de una temperatura mínima permisible.

En una primera fase la temperatura del elemento de calentamiento se eleva hasta una primera temperatura a la que se genera el aerosol a partir del sustrato formador de aerosol. En muchos dispositivos y en dispositivos para fumar calentados en particular, es conveniente para generar aerosol con los constituyentes deseados tan pronto como sea posible después de la activación del dispositivo. Para una experiencia satisfactoria para el consumidor de un dispositivo para fumar calentado el “tiempo para la primera calada” se considera crítico. Los consumidores no quieren tener que esperar por un periodo significativo después de la activación del dispositivo antes de una primera calada. Por esta razón, en la primera fase, la energía se suministra al elemento de calentamiento para elevarla hasta la primera temperatura tan rápido como sea posible. La primera temperatura puede seleccionarse para estar dentro de un intervalo de temperaturas permisible, pero puede seleccionarse cerca de una temperatura máxima permisible para generar una cantidad satisfactoria de aerosol para el suministro inicial para el consumidor. El suministro de aerosol puede reducirse por la condensación dentro del dispositivo durante el periodo inicial de la operación del dispositivo.

El intervalo de temperaturas permisibles depende del sustrato formador de aerosol. El sustrato formador de aerosol libera un intervalo de compuestos volátiles a diferentes temperaturas. Algunos de los compuestos volátiles liberados del sustrato formador de aerosol se forman solamente mediante el proceso de calentamiento. Cada compuesto volátil se liberará por encima de una temperatura de liberación característica. Controlando la temperatura máxima de operación para que esté por debajo de la temperatura de liberación de algunos de los compuestos volátiles, puede evitarse la liberación o formación de estos constituyentes. La temperatura máxima de operación puede elegirse además para asegurar que la combustión del sustrato no ocurra bajo condiciones normales de operación.

El intervalo de temperaturas permisibles puede tener un límite inferior de entre 240 y 340 grados centígrados y un límite superior de entre 340 y 400 grados centígrados y puede estar preferentemente entre 340 y 380 grados centígrados. La primera temperatura puede estar entre 340 y 400 grados centígrados. La segunda temperatura puede estar entre 240 y 340 grados centígrados, y preferentemente entre 270 y 340 grados centígrados, y la tercera temperatura puede estar entre 340 y 400 grados centígrados, y preferentemente entre 340 y 380 grados centígrados. Una temperatura máxima de operación de cualquiera de las primera, segunda y tercera temperaturas es preferentemente no más de una temperatura de combustión para los compuestos no deseados que están presente en los cigarrillos de extremo encendido convencionales o aproximadamente 380 grados centígrados.

La etapa de controlar la energía proporcionada al elemento de calentamiento se lleva a cabo ventajosamente de manera que mantiene la temperatura del elemento de calentamiento dentro del intervalo de temperatura deseado o permisible en la segunda fase y en la tercera fase.

5 Existe un número de posibilidades para determinar cuándo hacer la transición de la primera fase a la segunda fase e igualmente de la segunda fase a la tercera fase. En una modalidad, la primera fase, segunda fase y tercera fase puede cada una tener una duración predeterminada. En esta modalidad, el tiempo después de la activación del dispositivo se usa para determinar cuándo las segunda y tercera fases comienzan y terminan. Como una alternativa, la primera fase puede terminar tan pronto como el elemento de calentamiento alcanza una primera temperatura objetivo. En una alternativa adicional, la primera fase termina en base a un tiempo predeterminado después de que el elemento de calentamiento alcanza una primera temperatura objetivo. En otra alternativa la primera fase y la segunda fase puede terminar en base a la energía total suministrada al elemento de calentamiento después de la activación. En aún una alternativa adicional, el dispositivo puede configurarse para detectar las caladas del usuario, por ejemplo usando un sensor de flujo dedicado, y la primera y la segunda fase pueden terminar después de un número predeterminado de caladas. Debe estar claro que una combinación de estas opciones puede usarse y puede aplicarse a la transición entre cualquiera de las dos fases. Debe estar claro que es posible tener más de tres fases distintas de operación del elemento de calentamiento.

20 Cuando la primera fase termina, la segunda fase comienza y la energía al elemento de calentamiento se controla de manera que se reduce la temperatura del elemento de calentamiento hasta una segunda temperatura que es menor que la primera temperatura, pero dentro del intervalo de temperaturas permisible. Esta reducción en la temperatura del elemento de calentamiento es conveniente debido a que cuando el dispositivo y el sustrato se calientan, la condensación se reduce y aumenta el suministro de aerosol para una temperatura del elemento de calentamiento dada. Puede ser conveniente además reducir la temperatura del elemento de calentamiento después de la primera fase para reducir la posibilidad de la combustión del sustrato. Además, reducir la temperatura del elemento de calentamiento para reducir la cantidad de energía consumida por el dispositivo generador de aerosol. Además, variar la temperatura del elemento de calentamiento durante la operación del dispositivo permite que se introduzca un gradiente térmico modulado por tiempo en el sustrato.

30 En la tercera fase aumenta la temperatura del elemento de calentamiento. Ya que el sustrato se agota más y más durante la tercera fase sería conveniente aumentar la temperatura de manera continua. El aumento de la temperatura del elemento de calentamiento durante la tercera fase compensa la reducción del suministro de aerosol debido al agotamiento del sustrato y termodifusión reducida. Sin embargo, el aumento de la temperatura del elemento de calentamiento durante la tercera fase puede tener cualquier perfil temporal conveniente y puede depender del dispositivo y de la geometría del sustrato, la composición del sustrato y de la duración de la primera y la segunda fase. Es preferible que la temperatura del elemento de calentamiento se mantenga dentro del intervalo permisible a lo largo de la tercera fase. En una modalidad, la etapa de controlar la energía hacia el elemento de calentamiento se lleva a cabo de manera que aumenta continuamente la temperatura del elemento de calentamiento durante la tercera fase.

40 La etapa de controlar la energía hacia el elemento de calentamiento puede comprender medir la temperatura del elemento de calentamiento o la temperatura próxima al elemento de calentamiento para proporcionar la temperatura medida, llevar a cabo una comparación de la temperatura medida con la temperatura objetivo, y ajustar la energía proporcionada al elemento de calentamiento en base al resultado de la comparación. La temperatura objetivo preferentemente cambia con el tiempo después de la activación del dispositivo para proporcionar las primera, segunda y tercera fases. Por ejemplo, durante una primera fase la temperatura objetivo puede ser una primera temperatura objetivo, durante una segunda fase la temperatura objetivo puede ser una segunda temperatura objetivo y durante una tercera fase la temperatura objetivo puede ser una tercera temperatura objetivo, en donde la tercera temperatura objetivo aumenta progresivamente con el tiempo. Debe estar claro que la temperatura objetivo puede elegirse para tener cualquier perfil temporal conveniente dentro de las restricciones de las primera, segunda y tercera fases de operación.

55 El elemento de calentamiento puede ser un elemento de calentamiento eléctricamente resistivo y la etapa de controlar energía proporcionada al elemento de calentamiento puede comprender determinar la resistencia eléctrica del elemento de calentamiento y ajustar la corriente eléctrica suministrada al elemento de calentamiento en dependencia de la resistencia eléctrica determinada. La resistencia eléctrica del elemento de calentamiento es indicativa de su temperatura y por lo tanto la resistencia eléctrica determinada puede compararse con una resistencia eléctrica de referencia y la energía proporcionada puede ajustarse en consecuencia. Un lazo de control PID puede usarse para llevar la temperatura determinada a una temperatura objetivo. Además, pueden usarse mecanismos sensores de temperatura distintos de los que detectan la resistencia eléctrica del elemento de calentamiento, tal como tiras bimetálicas, termopares o, un termistor dedicado o un elemento eléctricamente resistivo que sea eléctricamente independiente del elemento de calentamiento. Estos mecanismos sensores de temperatura alternativos pueden usarse además o en lugar de determinar la temperatura mediante el monitoreo de la resistencia eléctrica del elemento de calentamiento. Por ejemplo, un mecanismo separado para sensar la temperatura puede usarse en un mecanismo de control para cortar la energía hacia el elemento de calentamiento cuando la temperatura del elemento de calentamiento excede el intervalo de temperaturas permisible.

El método puede comprender además la etapa de identificar una característica del sustrato formador de aerosol. La etapa de controlar la energía puede ajustarse en dependencia de la característica identificada. Por ejemplo, las diferentes temperaturas objetivo pueden usarse para diferentes sustratos.

5 En un segundo 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 configurado para calentar un sustrato formador de aerosol para generar un aerosol; 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 de calentamiento, en donde los circuitos eléctricos se disponen para:

10 controlar la energía proporcionada al elemento de calentamiento de manera que en una primera fase la temperatura del elemento de calentamiento aumenta desde una temperatura inicial hasta una primera temperatura, en una segunda fase la temperatura del elemento de calentamiento cae por debajo de la primera temperatura y en una tercera fase la temperatura del elemento de calentamiento aumenta nuevamente, en donde la energía se suministra de manera continua durante las primera, segunda y tercera fases.

Las opciones para la duración de cada una de las fases y la temperatura del elemento de calentamiento durante cada una de las fases son como se describió con relación al primer aspecto. Los circuitos eléctricos pueden configurarse de manera que cada una de la primera fase, segunda fase y tercera fase tiene una duración fija. Los circuitos eléctricos pueden configurarse para controlar la energía proporcionada al elemento de calentamiento de manera que aumenta continuamente la temperatura del elemento de calentamiento durante la tercera fase.

Los circuitos pueden disponerse para proporcionar la energía al elemento de calentamiento como pulsos de corriente eléctrica. La energía proporcionada al elemento de calentamiento puede entonces ajustarse ajustando el ciclo de trabajo de la corriente eléctrica. El ciclo de trabajo puede ajustarse alterando el ancho del pulso, o la frecuencia de los pulsos o ambos. Alternativamente, los circuitos pueden disponerse para proporcionar la energía al elemento de calentamiento como una señal de CD continua.

Los circuitos eléctricos pueden comprender un medio para sensar la temperatura configurado para medir una temperatura del elemento de calentamiento o una temperatura próxima al elemento de calentamiento para proporcionar una temperatura medida, y puede configurarse para llevar a cabo una comparación de la temperatura medida con una temperatura objetivo, y ajustar la energía proporcionada al elemento de calentamiento en base al resultado de la comparación. La temperatura objetivo puede almacenarse en una memoria electrónica y preferentemente cambia con el tiempo después de la activación del dispositivo para proporcionar las primera, segunda y tercera fases.

El medio para sensar la temperatura puede ser un componente eléctrico dedicado, tal como un termistor, o pueden ser circuitos configurados para determinar la temperatura en base a una resistencia eléctrica del elemento de calentamiento.

Los circuitos eléctricos pueden comprender además un medio para identificar una característica de un sustrato formador de aerosol en el dispositivo y una memoria que aloja una tabla de búsqueda de instrucciones para controlar la energía y las características del sustrato formador de aerosol correspondientes.

Tanto en el primero como en el segundo aspecto de la invención, el elemento de calentamiento que puede comprender 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. Entre los ejemplos de metales adecuados se incluyen titanio, zirconio, tantalio, platino, oro y plata. Entre los ejemplos de aleaciones de metales adecuadas se incluyen acero inoxidable, níquel, cobalto, cromo, aluminio, titanio, zirconio, hafnio, niobio, molibdeno, tantalio, wolframio, estaño, galio, manganeso, aleaciones que contienen oro e hierro; y superaleaciones basadas en níquel, hierro, cobalto, acero inoxidable, Timetal® y aleaciones basadas en hierro-manganeso-aluminio. 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.

Tanto en el primer como en el segundo aspecto de la invención, el dispositivo generador de aerosol puede comprender un elemento de calentamiento interno o un elemento de calentamiento externo, o ambos elementos de calentamiento interno y externo, donde "interno" y "externo" hacen referencia al sustrato formador de aerosol. Un elemento de calentamiento interno puede adoptar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, un elemento de calentamiento interno puede adoptar la forma de una lámina de calentamiento. Alternativamente, el calentador interno puede adoptar la forma de un revestimiento o sustrato con diferentes porciones electroconductoras, o un tubo metálico eléctricamente resistivo. Alternativamente, el elemento de calentamiento interno puede consistir en una o

más agujas o varillas calentadoras que corren a través del centro del sustrato formador de aerosol. Otras alternativas incluyen un filamento o alambre de calentamiento, por ejemplo un alambre o placa de calentamiento de Ni-Cr (níquel-cromo), platino, tungsteno o de aleación. De manera opcional, el elemento de calentamiento interno puede depositarse dentro de un material portador rígido o sobre este. En una modalidad de este tipo, el elemento de calentamiento eléctricamente resistivo puede formarse mediante el uso de un metal con una relación definida entre temperatura y resistividad. En tal dispositivo ejemplar, el metal puede formarse como una pista sobre un material aislante adecuado, tal como material de cerámica, y luego intercalarse en otro material aislante, tal como un vidrio. Los calentadores que se forman de esta manera pueden usarse para calentar y monitorear la temperatura de los elementos de calentamiento durante la operación.

Un elemento de calentamiento externo puede adoptar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, un elemento de calentamiento externo puede adoptar la forma de una o más envolturas de papel calentadoras flexibles sobre un sustrato dieléctrico, tal como una poliimida. Las láminas de calentamiento flexible pueden formarse para conformar el perímetro de la cavidad de recepción del sustrato. Alternativamente, un elemento de calentamiento externo puede adoptar la forma de una rejilla o rejillas metálicas, una tarjeta de circuitos impresos flexible, un dispositivo de interconexión moldeado (MID), un calentador de cerámica, un calentador de fibra de carbono flexible o puede formarse por medio del uso de una técnica de recubrimiento, tal como la deposición de vapor de plasma, sobre un sustrato con una forma adecuada. Un elemento de calentamiento externo también puede formarse por medio del uso de un metal con una relación definida entre temperatura y resistividad. En tales dispositivos ilustrativos, el metal puede formarse como una pista entre dos capas de materiales aislantes adecuados. Un elemento de calentamiento externo que se forma de esta manera puede usarse para calentar y controlar la temperatura del elemento de calentamiento externo durante la operación.

El elemento de calentamiento interno o externo puede comprender un disipador de calor o un depósito de calor que comprende un material capaz de absorber y almacenar calor y, subsiguientemente, liberar el calor con el tiempo al sustrato formador de aerosol. El disipador de calor puede formarse de cualquier material adecuado, tal como un material metálico o cerámico adecuado. En una modalidad, el material tiene una alta capacidad calorífica (material de almacenamiento sensible al calor) o es un material capaz de absorber y, subsiguientemente, liberar calor mediante un proceso reversible, como un cambio de fase de alta temperatura. Los materiales de almacenamiento sensibles al calor adecuados incluyen gel de sílice, alúmina, carbono, lana de vidrio, fibra de vidrio, minerales, un metal o aleación tal como aluminio, plata o plomo, y un material celulósico tal como papel. Otros materiales adecuados que liberan calor por medio de un cambio de fase reversible incluyen parafina, acetato de sodio, naftalina, cera, óxido de polietileno, un metal, una sal de metal, una mezcla de sales eutécticas o una aleación. El disipador de calor o el depósito de calor pueden disponerse de manera que estén en contacto directo con el sustrato 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.

Ventajosamente, el elemento de calentamiento calienta 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 de un elemento de calentamiento interno o externo puede conducirse al sustrato por medio de un elemento conductor de calor.

Tanto en el primero como en el segundo aspecto de la invención, durante la operación, el sustrato formador de aerosol puede contenerse completamente dentro del dispositivo generador de aerosol. En este caso, el usuario puede tomar una calada a una boquilla del dispositivo generador de aerosol. Alternativamente, durante la operación, un artículo para fumar que contiene el sustrato formador de aerosol puede estar parcialmente contenido dentro del dispositivo generador de aerosol. En ese caso, el usuario puede tomar una calada directamente al artículo para fumar. El elemento de calentamiento puede posicionarse dentro de una cavidad en el dispositivo, en donde la cavidad se configura para recibir un sustrato formador de aerosol de manera que durante el uso el elemento de calentamiento está dentro del sustrato formador de aerosol.

El artículo para fumar puede tener una forma esencialmente cilíndrica. El artículo para fumar puede ser esencialmente alargado. El artículo para fumar puede tener una longitud y una circunferencia esencialmente perpendiculares a la longitud. El sustrato formador de aerosol puede tener una forma esencialmente cilíndrica. El sustrato formador de aerosol puede ser esencialmente alargado. El sustrato formador de aerosol también puede tener una longitud y una circunferencia esencialmente perpendiculares a la longitud.

El artículo para fumar puede tener una longitud total entre aproximadamente 30 mm y aproximadamente 100 mm. El artículo para fumar puede tener un diámetro externo entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 12 mm. El artículo para fumar puede comprender un tapón de filtro. El tapón de filtro puede localizarse en el extremo aguas abajo del artículo para fumar. El tapón de filtro puede ser un tapón de filtro de acetato de celulosa. El tapón de filtro tiene una longitud de aproximadamente 7 mm en una modalidad, pero puede tener una longitud de entre aproximadamente 5 mm a aproximadamente 10 mm.

En una modalidad, el artículo para fumar tiene una longitud total de aproximadamente, 45 mm. El artículo para fumar puede tener un diámetro externo de, aproximadamente, 7,2 mm. Además, el sustrato formador de aerosol puede tener una longitud de, aproximadamente, 10 mm. Alternativamente, el sustrato formador de aerosol puede tener una longitud de, aproximadamente, 12 mm. Además, el diámetro del sustrato formador de aerosol puede ser entre, aproximadamente, 5 mm y, aproximadamente, 12 mm. El artículo para fumar puede comprender una envoltura de papel externa. Además, el artículo para fumar puede comprender una separación entre el sustrato formador de aerosol y el tapón de filtro. La separación puede ser de, aproximadamente, 18 mm, pero puede ubicarse en el intervalo de, aproximadamente, 5 mm a, aproximadamente, 25 mm. La separación se rellena preferentemente en el artículo para fumar por un intercambiador de calor que enfría el aerosol cuando pasa a través del artículo para fumar desde el sustrato hacia el tapón de filtro. El intercambiador de calor puede ser, por ejemplo, un filtro a base de polímeros, por ejemplo un material PLA rizado.

Tanto en el primero como en el segundo aspecto de la invención, el sustrato formador de aerosol puede ser un sustrato formador de aerosol sólido. Alternativamente, el sustrato formador de aerosol puede comprender tanto componentes sólidos como líquidos. El sustrato formador de aerosol puede comprender un material que contenga tabaco, que contenga compuestos volátiles con sabor a tabaco que se liberen del sustrato al calentarse. Alternativamente, el sustrato formador de aerosol puede comprender un material que no es de tabaco. El sustrato formador de aerosol puede comprender además un formador de aerosol. Los ejemplos de formadores de aerosol adecuados son la glicerina y el propilenglicol.

Si el sustrato formador de aerosol es un sustrato formador de aerosol sólido, este puede comprender, por ejemplo, uno o más de: polvo, gránulos, píldora, fragmentos, espaguetis, tiras o láminas que contengan uno o más de lo siguiente: hoja de hierba, hoja de tabaco, fragmentos de nervaduras de tabaco, tabaco reconstituido, tabaco homogeneizado, tabaco extrudido, hoja moldeada de tabaco y tabaco expandido. El sustrato sólido formador de aerosol puede estar en forma suelta o puede proporcionarse en un recipiente o cartucho adecuados. De manera opcional, el sustrato formador de aerosol sólido puede contener tabaco adicional o compuestos volátiles sin sabor a tabaco que se liberen al calentarse el sustrato. El sustrato sólido formador de aerosol también puede contener cápsulas que, por ejemplo, incluyan tabaco adicional o compuestos saborizantes volátiles que no son de tabaco y dichas cápsulas pueden derretirse durante el calentamiento del sustrato sólido formador de aerosol.

Como se usa en la presente descripción, el tabaco homogeneizado se refiere a un material formado mediante la aglomeración de partículas de tabaco. El tabaco homogeneizado puede adoptar la forma de una lámina. El material de tabaco homogeneizado puede tener un contenido formador de aerosol superior al 5 % en relación con el peso en seco. Alternativamente, el material de tabaco homogeneizado puede tener un contenido formador de aerosol de entre 5 % y 30 % en peso en relación con el peso en seco. Pueden formarse láminas de material de tabaco homogeneizado mediante la aglomeración de tabaco particulado obtenido mediante trituración o de otro modo al dividir una o ambas láminas de hoja de tabaco y tallos de hoja de tabaco. Alternativa o adicionalmente, las láminas de material de tabaco homogeneizado pueden comprender uno o más de lo siguiente: polvo de tabaco, finos de tabaco y otros productos secundarios del tabaco en partículas que se forman, por ejemplo, durante el tratamiento, la manipulación y el transporte del tabaco. Las láminas de material de tabaco homogeneizado pueden comprender un aglutinante intrínseco o más, es decir, aglutinantes endógenos del tabaco, un aglutinante extrínseco o más, es decir, aglutinantes exógenos del tabaco, o una combinación de estos para ayudar a aglomerar las partículas de tabaco; Alternativa o adicionalmente, las láminas de material de tabaco homogeneizado pueden comprender otros aditivos, que incluyen, pero no se limitan a, fibras de tabaco y otras fibras, formadores de aerosol, humectantes, plastificantes, saborizantes, rellenos, solventes acuosos y no acuosos, y sus combinaciones.

Opcionalmente, el sustrato sólido formador de aerosol puede proporcionarse o incorporarse en un portador térmicamente estable. El portador puede tener la forma de polvo, gránulos, píldoras, fragmentos, espaguetis, tiras o láminas. Alternativamente, el portador puede ser un portador tubular que tiene una capa delgada del sustrato sólido depositada en su superficie interna, o en su superficie externa, o en ambas superficies interna y externa. Un portador tubular de este tipo puede formarse, por ejemplo, de un papel, o material tipo papel, una manta no tejida de fibra de carbono, un tamiz metálico de malla abierta de masa baja, o una lámina metálica perforada o cualquier otra matriz polimérica térmicamente estable.

El sustrato formador de aerosol sólido puede depositarse en la superficie del portador en forma de, por ejemplo, una lámina, espuma, gel o suspensión. El sustrato sólido formador de aerosol puede depositarse en toda la superficie del portador, o alternativamente, puede depositarse en un patrón con el fin de proporcionar un suministro del sabor no uniforme durante su uso.

Aunque se hace referencia anteriormente a sustratos formadores de aerosol sólidos, estará claro para un experto en la técnica que pueden usarse otras formas de sustrato formador de aerosol con otras modalidades. Por ejemplo, el sustrato formador de aerosol puede ser un sustrato líquido formador de aerosol. Si se proporciona un sustrato líquido formador de aerosol, el dispositivo generador de aerosol comprende preferentemente medios para retener el líquido. Por ejemplo, el sustrato líquido formador de aerosol puede retenerse en un recipiente. Alternativa o adicionalmente, el sustrato líquido formador de aerosol puede absorberse hacia dentro de un material portador poroso. El material portador poroso puede hacerse de cualquier cuerpo o tapón absorbente adecuado, por ejemplo,

5 un metal espumoso o material de plástico, polipropileno, terileno, fibras de nilón o cerámica. El sustrato líquido formador de aerosol puede retenerse en el material portador poroso antes de su uso del dispositivo generador de aerosol o alternativamente, el material del sustrato líquido formador de aerosol puede liberarse dentro del material portador poroso durante, o inmediatamente antes de su uso. Por ejemplo, el sustrato líquido formador de aerosol puede proporcionarse en una cápsula. La cubierta de la cápsula preferentemente se derrite después de su calentamiento y libera el sustrato líquido formador de aerosol hacia dentro del material portador poroso. La cápsula puede contener opcionalmente un sólido en combinación con el líquido.

10 Alternativamente, el portador puede ser un conjunto de fibras o tela no tejida en el cual se incorporan los componentes del tabaco. El conjunto de fibras o tela no tejida puede comprender, por ejemplo, fibras de carbón, fibras celulósicas naturales, o fibras de derivados de celulosa.

15 Tanto en el primero como en el segundo aspecto de la invención, el dispositivo generador de aerosol puede comprender además un suministro de energía para suministrar energía al elemento de calentamiento. El suministro de energía puede ser cualquier suministro de energía adecuado, por ejemplo una fuente de tensión de CD. En una modalidad, el suministro de energía es una batería de iones de litio. Alternativamente, el suministro de energía puede ser una batería de níquel-hidruro metálico, una batería de níquel-cadmio, o una batería una base de litio, por ejemplo, una batería de litio-cobalto, una de litio-hierro-fosfato, titanato de litio o una de litio-polímero.

20 En un tercer aspecto de la invención, se proporcionan circuitos eléctricos para un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, los circuitos eléctricos que se disponen para llevar a cabo el método del primer aspecto de la invención.

25 En un cuarto aspecto de la invención se proporciona un programa informático que, cuando se ejecuta en circuitos eléctricos programables para un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, provoca que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método del primer aspecto de la invención. En un quinto aspecto de la invención, se proporciona un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenado un programa informático de conformidad con el cuarto aspecto de la invención.

30 Si bien se ha descrito la descripción con referencia a diferentes aspectos, cabe destacar que las características descritas con relación a un aspecto de la descripción pueden aplicarse a otros aspectos de la descripción.

35 A continuación, se describirán en detalle algunas modalidades de la invención, a manera de ejemplo, con referencia a los dibujos que la acompañan, en los que:

la Figura 1 es una ilustración esquemática de un dispositivo para fumar calentado eléctricamente de acuerdo con la invención;

40 la Figura 2 es una sección transversal esquemática del extremo delantero de una primera modalidad de un dispositivo del tipo mostrado en la Figura 1;

la Figura 3 es una ilustración esquemática de un perfil de temperatura plano para un elemento de calentamiento;

45 la Figura 4 es una ilustración esquemática de la reducción del suministro de aerosol con un perfil de temperatura plano;

la Figura 5 es una ilustración esquemática de un perfil de temperatura para un elemento de calentamiento de acuerdo con una modalidad de la invención;

50 la Figura 6 es una ilustración esquemática de un suministro de aerosol constante de acuerdo con una modalidad de la invención;

55 la Figura 7 ilustra los circuitos de control usados para proporcionar una regulación de la temperatura de un elemento de calentamiento de acuerdo con una modalidad de la invención; y

la Figura 8 ilustra algunos perfiles de temperatura objetivo alternativos de acuerdo con la presente invención.

60 En la Figura 1, se muestran de manera simplificada los componentes de una modalidad de un dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente 100. Particularmente, los elementos del dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente 100 no se dibujan a escala en la Figura 1. Los elementos que no son relevantes para la comprensión de la modalidad se han omitido para simplificar la Figura 1.

65 El dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente 100 comprende un alojamiento 10 y un sustrato formador de aerosol 12, por ejemplo un cigarrillo. El sustrato formador de aerosol 12 se empuja hacia dentro de la carcasa 10 para entrar en proximidad térmica con el elemento de calentamiento 14. El sustrato formador de aerosol 12 liberará un intervalo de compuestos volátiles a diferentes temperaturas. Controlando la temperatura de operación

del dispositivo generador de aerosol calentado eléctricamente 100 para que esté por debajo de la temperatura de liberación de algunos de los compuestos volátiles, puede evitarse la liberación o formación de estos constituyentes del humo.

5 Dentro del alojamiento (10) hay un suministro de energía eléctrica (16), por ejemplo, una batería de ion litio recargable. Un controlador (18) se conecta al elemento de calentamiento (14), el suministro de energía eléctrica (16) y una interfaz de usuario (20), por ejemplo, un botón o monitor. El controlador (18) controla la energía suministrada al elemento de calentamiento (14) para regular su temperatura. Típicamente el sustrato formador de aerosol se calienta hasta alcanzar una temperatura de entre 250 y 450 grados centígrados.

10 En la modalidad descrita el elemento de calentamiento 14 es una pista o pistas eléctricamente resistivas depositadas sobre un sustrato de cerámica. El sustrato de cerámica tiene forma de una lámina y se inserta dentro del sustrato formador de aerosol 12 durante el uso. La Figura 2 es una representación esquemática del extremo delantero del dispositivo e ilustra el flujo de aire a través del dispositivo. Debe notarse que la Figura 2 no representa exactamente la escala relativa de los elementos del dispositivo. Un artículo para fumar 102, que incluye un sustrato formador de aerosol 12 se recibe dentro de la cavidad 22 del dispositivo 100. El aire se aspira hacia dentro del dispositivo por la acción de una succión del usuario sobre una boquilla 24 del artículo para fumar 102. El aire se aspira hacia dentro a través de las entradas 26 que se forman en una cara proximal del alojamiento 10. El aire se aspira hacia dentro el dispositivo pasa a través de un canal de aire 28 alrededor del exterior de la cavidad 22. El aire aspirado entra en el sustrato formador de aerosol 12 en el extremo distal del artículo para fumar 102 adyacente a un extremo proximal de un elemento de calentamiento en forma de lámina 14 proporcionado en la cavidad 22. El aire aspirado procede a través del sustrato formador de aerosol 12, que entra en el aerosol, y luego hacia el extremo del lado de la boca del artículo para fumar 102. El sustrato formador de aerosol 12 es un tapón cilíndrico de material a base de tabaco.

25 Los dispositivos generadores de aerosol de corriente se configuran para proporcionar una temperatura constante durante la operación, como se ilustra en la Figura 3. Después de la activación del dispositivo, la energía se suministra al elemento de calentamiento hasta que se alcanza una temperatura objetivo 50. Una vez que la temperatura objetivo 50 se ha alcanzado, el elemento de calentamiento se mantiene a esa temperatura hasta que el dispositivo se desactiva. La Figura 4 es una ilustración esquemática del suministro de un constituyente clave del aerosol usando un perfil de temperatura plano como se muestra en la Figura 3. La línea 52 representa la cantidad del constituyente clave del aerosol, tal como glicerol o nicotina, que se suministra durante la activación del dispositivo. Puede verse que el suministro del constituyente alcanza el punto máximo y luego cae con el tiempo cuando el sustrato se agota y los efectos de termodifusión se debilitan.

35 La Figura 5 es una ilustración esquemática de un perfil de temperatura para un elemento de calentamiento de acuerdo con una modalidad de la presente invención. La línea 60 representa la temperatura del elemento de calentamiento en el tiempo.

40 En una primera fase 70, la temperatura del elemento de calentamiento se eleva desde una temperatura ambiente hasta una primera temperatura 62. La temperatura 62 está dentro de un intervalo de temperaturas permisibles entre una temperatura mínima 66 y un temperatura máxima 68. El cambio de temperatura permisible se ajusta de manera que los compuestos volátiles deseados se vaporizan del sustrato pero los compuestos no deseados, que se vaporizan a temperaturas más altas, no se vaporizan. El intervalo de temperaturas permisibles está también por debajo de la temperatura a la que puede ocurrir la combustión del sustrato bajo condiciones de operación normales, es decir temperatura, presión, humedad, comportamiento de caladas del usuario y composición del aire normales.

50 En una segunda fase 72, la temperatura del elemento de calentamiento se reduce hasta una segunda temperatura 64. La segunda temperatura 64 está dentro del intervalo de temperaturas permisibles pero es menor que la primera temperatura.

55 En una tercera fase 74, la temperatura del elemento de calentamiento aumenta progresivamente hasta un tiempo de desactivación 76. La temperatura del elemento de calentamiento permanece dentro del intervalo de temperaturas permisibles a lo largo de la tercera fase.

60 La Figura 6 es una ilustración esquemática del perfil de suministro de un constituyente clave del aerosol con el perfil de temperatura del elemento de calentamiento como se ilustra en la Figura 5. Después de un aumento inicial en el suministro después de la activación del elemento de calentamiento, el suministro se mantiene constante hasta que el elemento de calentamiento se desactiva. La temperatura en aumento en la tercera fase compensa el agotamiento del sustrato formador de aerosol.

La Figura 7 ilustra los circuitos de control usados para proporcionar el perfil de temperatura descrito de acuerdo con una modalidad de la invención.

65 El calentador 14 se conecta a la batería a través de la conexión 42. La batería (no se muestra en la Figura 7) proporciona una tensión  $V_2$ . En serie con el elemento de calentamiento 14, se inserta un resistor adicional 44, con

resistencia conocida  $r$ , y se conecta a una tensión  $V1$ , intermedia entre tierra y tensión  $V2$ . La modulación de frecuencia de la corriente se controla por el microcontrolador 18 y se suministra mediante su salida analógica 47 al transistor 46 que actúa como un interruptor simple.

5 La regulación se basa en un regulador PID que es parte del software integrado en el microcontrolador 18. 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 temperatura determinada se usa para ajustar el ciclo de trabajo, en este caso la modulación de frecuencia, de los pulsos de corriente suministrados al elemento de calentamiento para mantener el elemento de calentamiento a una temperatura objetivo o ajustar la temperatura del elemento de calentamiento hacia una temperatura objetivo. La temperatura se determina a una frecuencia elegida para coincidir con el control del ciclo de trabajo, y puede determinarse tan frecuente como una vez cada 100ms.

15 La entrada analógica 48 en el microcontrolador 18 se usa para recolectar la tensión a través del resistor 44 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 del resistor 44 se usan para calcular la variación de resistencia del elemento de calentamiento y o su temperatura.

20 La resistencia del calentador que se mide a una temperatura particular es  $R_{calentador}$ . Para que el microprocesador 18 mida la resistencia  $R_{calentador}$  del calentador 14, pueden determinarse tanto la corriente a través del calentador 14 y la tensión a través del calentador 14. Entonces, puede usarse la siguiente fórmula bien conocida para determinar la resistencia:

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

25 En la Figura 6, la tensión a través de calentador es  $V2-V1$  y la corriente a través del calentador es  $I$ . Por lo tanto:

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

30 El resistor adicional 44, cuya resistencia  $r$  se conoce, se usa para determinar la corriente  $I$ , usando nuevamente (1) anterior. La corriente a través del resistor 44 es  $I$  y la tensión a través del resistor 24 es  $V1$ . Por tanto:

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

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

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

Por lo tanto, el microprocesador 18 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,  $R_{calentador}$ .

50 La resistencia del calentador se correlaciona con la temperatura. Una aproximación lineal puede usarse para relacionar la temperatura  $T$  con la resistencia medida  $R_{calentador}$  a una temperatura  $T$  de conformidad con la fórmula siguiente:

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

60 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  $T_0$ .

65 Otros métodos más complejos para aproximar la relación entre la resistencia y la temperatura pueden usarse si una aproximación lineal simple no es lo suficientemente exacta sobre el rango de temperaturas de operación. Por ejemplo, en otra modalidad, una relación puede derivarse en base a una combinación de dos o más aproximaciones lineales, cada una que cubre un rango de temperaturas diferente. Este esquema depende de tres o más puntos de

calibración de la temperatura en los que se mide la resistencia del calentador. Para temperaturas intermedias los puntos de calibración, los valores de resistencia se interpolan desde los valores en los puntos de calibración. Las temperaturas en los puntos de calibración se eligen para cubrir el rango temperaturas esperado del calentador durante la operación.

5 Una ventaja de estas modalidades 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. El valor de resistencia se correlaciona directamente con la temperatura del elemento de calentamiento, de la ecuación (5). En consecuencia, si el valor medio de la resistencia está 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.

15 La Figura 8 ilustra un perfil de temperatura objetivo ilustrativo, en el que las tres fases de operación pueden verse claramente. En una primera fase 70, la temperatura objetivo se ajusta a  $T_0$ . La energía se proporciona al elemento de calentamiento para aumentar la temperatura del elemento de calentamiento a  $T_0$  tan rápido como sea posible. Como se describió, se usa un regulador PID para mantener la temperatura del elemento de calentamiento lo más cerca posible de la temperatura objetivo a lo largo de operación del dispositivo. En el momento  $t_1$  la temperatura objetivo cambia a  $T_1$ , lo que significa que la primera fase 70 termina y la segunda fase comienza. La temperatura objetivo se mantiene a  $T_1$  hasta el momento  $t_2$ . En el momento  $t_2$  la segunda fase termina y la tercera fase 74 comienza. Durante la tercera fase 74, la temperatura objetivo aumenta linealmente en el tiempo hasta el momento  $t_3$ , en cuyo momento la temperatura objetivo es  $T_2$  y la energía deja de suministrarse al elemento de calentamiento.

25 Un perfil de temperatura objetivo de la forma mostrada en la Figura 8 da lugar a un perfil de temperatura real de la forma mostrada en la Figura 5. Los valores de  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  pueden ajustarse para sustratos particulares y geometrías particulares de un dispositivo, un elemento de calentamiento y un sustrato. De manera similar, los valores de  $t_1$ ,  $t_2$ , y  $t_3$  pueden seleccionarse para justarse a las circunstancias.

30 En un ejemplo, la primera fase tiene una longitud de es 45 segundos y  $T_0$  se ajusta a  $360^\circ\text{C}$ , la segunda fase tiene una longitud de 145 segundos y  $T_1$  es  $320^\circ\text{C}$ , y la tercera fase tiene una longitud de 170 segundos y  $T_3$  es  $380^\circ\text{C}$ . La experiencia de fumar dura un total de 360 segundos.

35 En otro ejemplo, la primera fase tiene una longitud de 60 segundos y  $T_0$  se ajusta a  $340^\circ\text{C}$ , la segunda fase tiene una longitud de 180 segundos y  $T_1$  es  $320^\circ\text{C}$ , y la tercera fase tiene una longitud de 120 segundos y  $T_3$  es  $360^\circ\text{C}$ . Nuevamente, el ciclo de calentamiento o experiencia de fumar dura por un total de 360 segundos.

40 En aún otro ejemplo, la primera fase tiene una longitud de 30 segundos y  $T_0$  se ajusta a  $380^\circ\text{C}$ , la segunda fase tiene una longitud de 110 segundos y  $T_1$  es  $300^\circ\text{C}$ , y la tercera fase tiene una longitud de 220 segundos y  $T_3$  es  $340^\circ\text{C}$ .

45 La duración y la temperatura objetivos para cada fase de operación se almacenan en una memoria dentro del controlador 18. Esta información puede ser parte del software ejecutado o el microcontrolador. Sin embargo, esta puede almacenarse en una tabla de búsqueda de manera que los diferentes perfiles pueden seleccionarse por el microcontrolador. El consumidor puede seleccionar diferentes perfiles mediante una interfaz de usuario en base a una preferencia del usuario o en base al sustrato particular que se calienta. El dispositivo puede incluir medios para identificar el sustrato, tal como un lector óptico, y un perfil de calentamiento seleccionado automáticamente en base al sustrato identificado.

50 En otra modalidad solamente las temperaturas objetivo  $T_0$ ,  $T_1$ , y  $T_2$  se almacenan en una memoria y la transición entre las fases se dispara mediante un conteo de caladas. Por ejemplo, el microcontrolador puede recibir los datos del conteo de caladas de un sensor de flujo y puede configurarse para terminar la primera fase después de dos caladas y terminar la segunda fase después de unas cinco caladas adicionales.

55 Cada una de las modalidades descritas anteriormente resulta en un suministro de aerosol más equitativo durante el calentamiento del sustrato comparado con un perfil de calentamiento plano como se ilustra en la Figura 3. El perfil de calentamiento óptimo depende de varios factores y puede determinarse experimentalmente para un dispositivo y geometría del sustrato y composición del sustrato dados. Por ejemplo, el dispositivo puede incluir más de un elemento de calentamiento y la disposición del elemento de calentamientos influenciará el agotamiento del sustrato y los efectos de termodifusión. Cada elemento de calentamiento puede controlarse para tener un perfil de calentamiento diferente. La forma y tamaño del sustrato con relación al elemento de calentamiento puede ser también un factor significativo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar la producción de aerosol en un dispositivo generador de aerosol, el dispositivo que comprende:
  - 5 un calentador que comprende al menos un elemento de calentamiento (14) configurado para calentar un sustrato formador de aerosol (12); y
  - una fuente de energía (16) para proporcionar energía al elemento de calentamiento, caracterizado por las etapas de:
    - 10 controlar la energía proporcionada al elemento de calentamiento de manera que en una primera fase la energía se proporciona de manera que la temperatura del elemento de calentamiento aumenta desde una temperatura inicial hasta una primera temperatura, en una segunda fase la energía se proporciona de manera que la temperatura del elemento de calentamiento cae por debajo de la primera temperatura y en una tercera fase la energía se proporciona de manera que la temperatura del elemento de calentamiento aumenta nuevamente.
2. Un método para controlar la producción de aerosol de conformidad con la reivindicación 1, en donde la etapa de controlar la energía proporcionada al elemento de calentamiento (14) se lleva a cabo para mantener la temperatura del elemento de calentamiento dentro de un intervalo de temperaturas deseadas en la segunda fase y en la tercera fase.
3. Un método para controlar la producción de aerosol de conformidad con la reivindicación 1, en donde el intervalo de temperaturas deseadas tiene un límite inferior de entre 240 y 340 grados centígrados y un límite superior de entre 340 y 400 grados centígrados.
4. Un método para controlar la producción de aerosol de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la primera temperatura está entre 340 y 400 grados centígrados.
5. Un método para controlar la producción de aerosol de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la primera fase, la segunda fase o la tercera fase tiene una duración predeterminada.
6. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior en donde la primera fase termina cuando el elemento de calentamiento (14) alcanza la primera temperatura.
7. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la duración de la segunda fase se determina en base a una cantidad total de energía proporcionada al elemento de calentamiento (14) durante la segunda fase.
8. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, que comprende además detectar las caladas del usuario en el dispositivo generador de aerosol y en donde la primera, la segunda o la tercera fase termina después de la detección de un número predeterminado de caladas del usuario.
9. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior que comprende además la etapa de identificar una característica del sustrato formador de aerosol y en donde la etapa de controlar la energía se ajusta en dependencia de la característica identificada.
10. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde la primera, segunda y tercera temperaturas son suficientes para producir el aerosol continuamente durante la primera, segunda y tercera fases.
11. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde el sustrato formador de aerosol (12), o una porción del sustrato formador de aerosol, se calienta continuamente para generar aerosol durante un periodo de más de cinco segundos.
12. Un método de conformidad con cualquier reivindicación anterior, en donde en la tercera fase la temperatura del elemento de calentamiento (14) aumenta continuamente.
13. Un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, el dispositivo que comprende: al menos un elemento de calentamiento (14) configurado para calentar un sustrato formador de aerosol (12) para generar un aerosol; un suministro de energía (16) para suministrar energía al elemento de calentamiento; y circuitos eléctricos (18) para controlar la energía que se suministra desde el suministro de energía hasta el al menos un elemento de calentamiento, caracterizado porque los circuitos eléctricos se disponen para:
  - 60 controlar la energía proporcionada al elemento de calentamiento de manera que en una primera fase la temperatura del elemento de calentamiento aumenta desde una temperatura inicial hasta una primera temperatura, en una segunda fase la temperatura del elemento de calentamiento cae por
  - 65

debajo de la primera temperatura y en una tercera fase la temperatura del elemento de calentamiento aumenta nuevamente, en donde la energía se suministra de manera continua durante las primera, segunda y tercera fases.

- 5 14. Un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 13, en donde los circuitos eléctricos (18) se configuran de manera que al menos una de la primera fase, la segunda fase y la tercera fase tiene una duración fija.
- 10 15. Un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 13 o 14, que comprende además medios para detectar las caladas del usuario en el dispositivo generador de aerosol, en donde los circuitos eléctricos (18) se configuran de manera que al menos una de la primera, segunda o tercera fase termina después de la detección de un número predeterminado de caladas del usuario.
- 15 16. Un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con la reivindicación 13, 14 o 15, que comprende además un medio para identificar una característica de un sustrato formador de aerosol en el dispositivo y en donde los circuitos de control (18) incluyen una memoria que aloja una tabla de búsqueda de instrucciones para controlar la energía y las características del sustrato formador de aerosol correspondientes.
- 20 17. El dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación de la 13 a la 16, en donde el elemento de calentamiento se posiciona dentro de una cavidad (22) en el dispositivo, y en donde la cavidad se configura para recibir un sustrato formador de aerosol (12) de manera que durante el uso el elemento de calentamiento (14) está dentro del sustrato formador de aerosol.
- 25 18. Un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación de la 13 a la 17, en donde el sustrato formador de aerosol (12) es un sustrato sólido formador de aerosol.
- 30 19. Un sistema generador de aerosol que comprende un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente de conformidad con cualquier reivindicación de la 13 a la 18 y un artículo para fumar, en donde el sustrato formador de aerosol (12) está contenido en el artículo para fumar y en donde, durante el uso, el artículo para fumar está contenido parcialmente dentro del dispositivo generador de aerosol.
- 35 20. Un programa informático que, cuando se ejecuta sobre circuitos eléctricos programables por un dispositivo generador de aerosol que se hace funcionar eléctricamente, provoca que los circuitos eléctricos programables lleven a cabo el método de la reivindicación 1.
- 40 21. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene almacenado un programa informático de conformidad con la reivindicación 20.

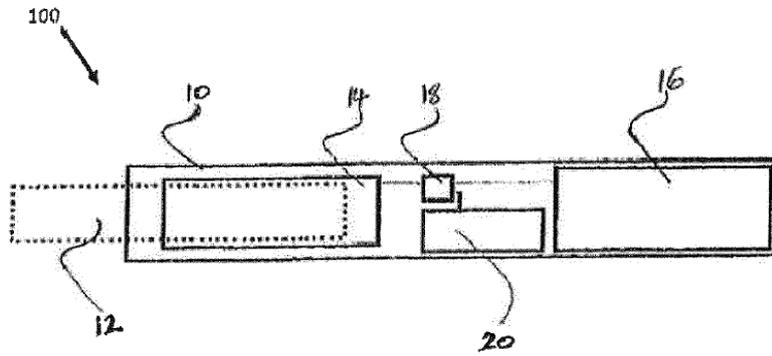


Figura 1

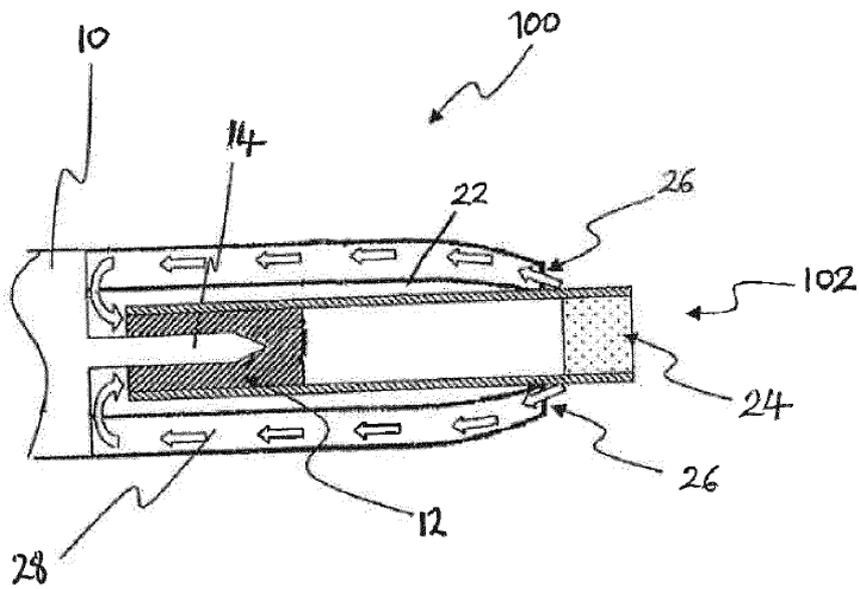


Figura 2

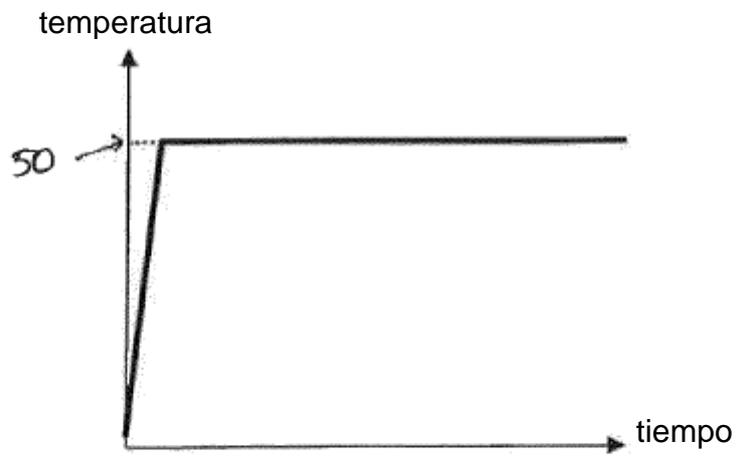


Figura 3

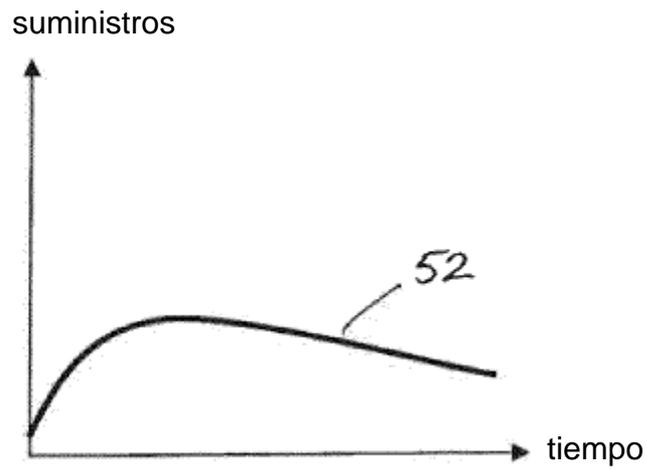


Figura 4

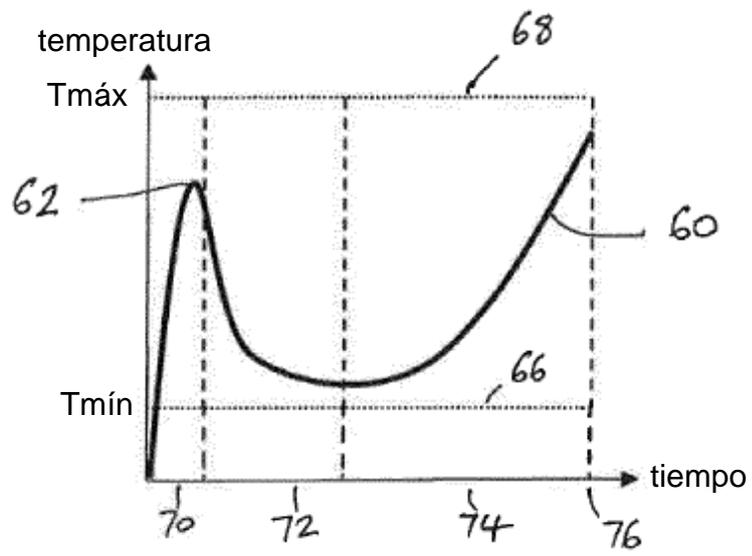


Figura 5

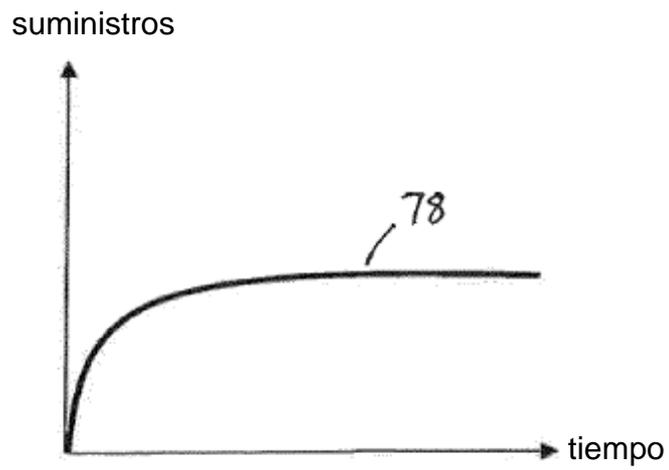


Figura 6

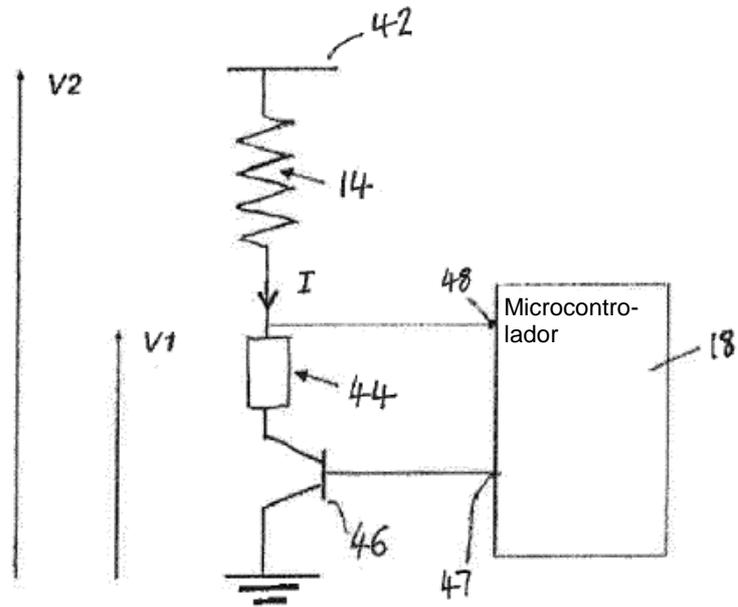


Figura 7

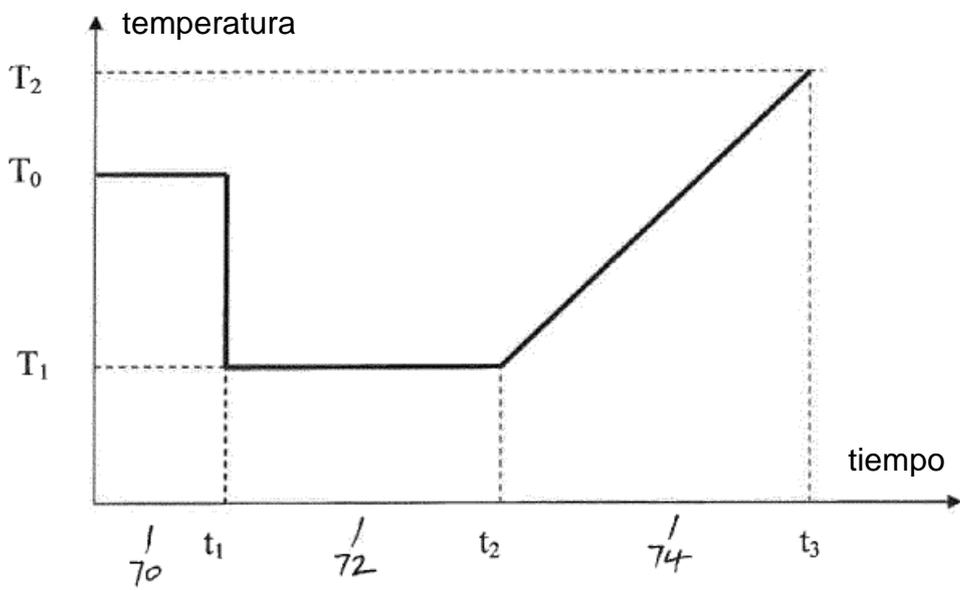


Figura 8