

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 924**

51 Int. Cl.:
A24F 47/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09725591 .3**
96 Fecha de presentación: **04.03.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2257195**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2010**

54 Título: **Método para controlar la formación de constituyentes de humo en un sistema eléctrico de generación de aerosol**

30 Prioridad:
25.03.2008 EP 08251039

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.11.2012

73 Titular/es:
PHILIP MORRIS PRODUCTS S.A. (100.0%)
Quai Jeanrenaud 3
2000 Neuchâtel, CH

72 Inventor/es:
GREIM, OLIVIER;
FERNANDO, FÉLIX y
RADTKE, FALK

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 389 924 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

Método para controlar la formación de constituyentes de humo en un sistema eléctrico de generación de aerosol

Esta invención está relacionada con sistemas generadores de aerosol calentados eléctricamente y en particular con el control de constituyentes de humo liberados por un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente en el calentamiento.

Los cigarrillos tradicionales entregan humo a consecuencia de la combustión del tabaco y del envoltorio que se produce a temperaturas que puede superar los 800 grados centígrados durante una bocanada. A estas temperaturas, el tabaco se degrada térmicamente por pirólisis y combustión. El calor de la combustión libera y genera diversos productos gaseosos de combustión y destilados del tabaco. Los productos son aspirados a través del cigarrillo y se enfrían y condensan para formar un humo que contiene los sabores y aromas asociados con fumar. A las temperaturas de combustión, no sólo se generan los sabores y aromas sino también diversos componentes indeseables.

Se conocen sistemas para fumar calentados eléctricamente, que funcionan a temperaturas más bajas. Un ejemplo de tal sistema eléctrico para fumar se describe en la solicitud de patente internacional WO03/070031. Este sistema eléctrico para fumar utiliza un controlador para controlar la cantidad de energía eléctrica entregada a los elementos calentadores en respuesta al ciclo de descarga de la batería.

Además, las patentes de EE.UU. comúnmente cedidas n°s US-A-5.060.671; US-A-5.144.962; US-A-5.372.148; US-A-5.388.594; US-A-5.498.855; US-A-5.499.636; US-A-5.505.214; US-A-5.530.225; US-A-5.591.368; US-A-5.665.262; US-A-5.666.976; US-A-5.666.978; US-A-5.692.291; US-A-5.692.525; US-A-5.708.258; US-A-5.750.964; US-A-5.902.501; US-A-5.915.387; US-A-5.934.289; US-A-5.954.979; US-A-5.967.148; US-A-5.988.176; US-A-6.026.820 y US-A-6.040.560 describen sistemas eléctricos para fumar y métodos de fabricación de tales sistemas para fumar eléctricamente.

Según la invención, se proporciona un método para controlar la liberación de compuestos volátiles desde un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. El sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende un suministro de energía eléctrica, por lo menos un elemento calentador conectado al suministro de energía eléctrica y un sustrato de formación de aerosol. El sustrato de formación de aerosol libera una pluralidad de compuestos volátiles con el calentamiento, en donde cada uno de la pluralidad de compuestos volátiles tiene una temperatura mínima de liberación por encima de la cual se libera el compuesto volátil. El método según la invención comprende la etapa de seleccionar una temperatura máxima predeterminada de funcionamiento. Esta temperatura máxima predeterminada de funcionamiento es inferior a la temperatura mínima de liberación de por lo menos uno de la pluralidad de compuestos volátiles con el fin de evitar su liberación del sustrato de formación de aerosol. El método según la invención comprende además la etapa de controlar la temperatura del por lo menos un elemento calentador de tal manera que por lo menos uno de los compuestos volátiles sea liberado. Esta etapa de control comprende la medición de la resistividad del por lo menos un elemento calentador y derivar un valor de temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador de la medición de resistividad. Además, la etapa de control comprende comparar el valor de la temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador con la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento. Además, la etapa de control comprende ajustar la energía eléctrica suministrada al por lo menos un elemento calentador para mantener la temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador a la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento o por debajo.

Preferiblemente, la etapa de control comprende ajustar la energía eléctrica suministrada al por lo menos un elemento calentador para mantener la temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador en un intervalo de temperatura por debajo de la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento. El intervalo predeterminado de temperatura puede ser hasta la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento.

Preferiblemente, la etapa de control se repite tan a menudo como sea necesario durante el calentamiento del por lo menos un elemento calentador.

Las realizaciones de la invención tienen la ventaja de que la temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador puede ser controlada de tal manera que se impide la pirólisis o la combustión del sustrato de formación de aerosol. Esto permite reducir el número de componentes volátiles liberados o formados durante el calentamiento. Como la formación de sustancias perjudiciales se produce típicamente a temperaturas elevadas durante la pirólisis y la combustión, la formación de estos componentes perjudiciales, por ejemplo el formaldehído, se reduce significativamente con el método según la invención.

Además, se evita la necesidad de termistores u otros sensores que ocupan parte del limitado espacio dentro de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. Esto hace que las realizaciones de la invención sean particularmente adecuadas para el uso en sistemas generadores de aerosol calentados eléctricamente del tipo que tienen varios elementos calentadores, en los que se controla la temperatura de cada elemento calentador. Las realizaciones de la invención tienen la ventaja adicional de que el cálculo de la temperatura a partir de la resistividad

puede realizarse dentro de los controladores existentes. Esto hace que estas realizaciones de la invención sean sencillas y rentables en su implementación. Adicionalmente, la invención evita complicaciones en la conexión de un sensor de temperatura que proporciona un contacto térmico bueno y seguro con el por lo menos un elemento calentador.

- 5 El sustrato de formación de aerosol comprende preferiblemente un material que contiene tabaco que contiene compuestos volátiles que son liberados del sustrato con el calentamiento. Como alternativa, el sustrato de formación de aerosol puede comprender un material sin tabaco como los utilizados en los dispositivos de los documentos EP-A-1 750 788 y EP-A-1 439 876.

- 10 Preferiblemente, el sustrato de formación de aerosol comprende además un formador de aerosol. Ejemplos de formadores adecuados de aerosol son el glicol de propileno y la glicerina. Ejemplos adicionales de formadores de aerosol potencialmente adecuados se describen en los documentos EP-A-0 277 519 y US-A-5.396.911.

- 15 El sustrato de formación de aerosol puede ser un sustrato sólido. El sustrato sólido puede comprender, por ejemplo, uno o más de: polvo, gránulos, bolitas, trozos, espaguetis, tiras u hojas que contienen uno o más de: hoja de hierba, hoja de tabaco, fragmentos de nervaduras de tabaco, tabaco reconstituido, tabaco homogeneizado, tabaco extrudido y tabaco expandido. El sustrato sólido puede ser de forma suelta, o puede proporcionarse en un envase o cartucho adecuados. Opcionalmente, el sustrato sólido puede contener compuestos volátiles adicionales de sabor a tabaco o no a tabaco, para ser liberados con el calentamiento del sustrato.

- 20 Opcionalmente, el sustrato sólido puede proporcionarse sobre o incrustado en un portador térmicamente estable. El portador puede adoptar la forma de polvo, gránulos, bolitas, trozos, espaguetis, tiras u hojas. Como alternativa, el portador puede ser un portador tubular que tiene una capa delgada del sustrato sólido depositada en su superficie interior, tal como los descritos en los documentos US-A-5.505.214, US-A-5.591.368 y US-A-5.388.594, o en su superficie exterior, o en ambas superficies interiores y exteriores. Un portador tubular así puede ser formado de, por ejemplo, un papel, o material similar al papel, una estera no tejida de fibra de carbono, una pantalla metálica de malla de masa baja, o una lámina metálica perforada o cualquier otra matriz de polímero térmicamente estable.

- 25 El sustrato sólido puede ser depositado en la superficie del portador en forma de, por ejemplo, una hoja, espuma, gel o lechada. El sustrato sólido puede ser depositado sobre toda la superficie del portador, o, como alternativa, puede ser depositado con un patrón para proporcionar una entrega no uniforme de sabor durante el uso.

- 30 Como alternativa, el portador puede ser una tela no tejida o un manojo de fibras en el que se han incorporado componentes de tabaco, como se describe en el documento EP-A-0 857 431. La tela no tejida o el manojo de fibras pueden comprender, por ejemplo, fibras de carbón, fibras de celulosa natural o fibras de celulosa derivada.

Como alternativa, el portador puede ser por lo menos una parte del elemento calentador del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. En tales casos, el elemento calentador es típicamente desechable. Por ejemplo, el sustrato sólido puede ser depositado como una capa delgada en una lámina metálica o en un soporte eléctricamente resistivo, como el descrito en el documento US-A-5 060 671.

- 35 El sustrato de formación de aerosol puede como alternativa ser un sustrato líquido. Si se proporciona un sustrato líquido, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende preferiblemente medios para retener el líquido. Por ejemplo, el sustrato líquido puede ser retenido en un envase, tal como que se describe en el documento EP-A-0 893 071. Como alternativa o además, el sustrato líquido puede ser absorbido en un material poroso de portador, como se describe en los documentos WO-A-2007/024130, WO-A- 2007/066374, EP-A-1 736 062, WO-A-2007/131449 y WO-A-2007/131450. El material poroso de portador puede estar hecho de algún tapón o cuerpo absorbente adecuado, por ejemplo, un material espumado de metal o plástico, polipropileno, terileno, fibras de nilón o cerámico. El sustrato líquido puede ser retenido en el material poroso de portador antes del uso del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente o, como alternativa, el material líquido de sustrato puede ser liberado en el material poroso de portador durante o inmediatamente antes del uso. Por ejemplo, el sustrato líquido puede proporcionarse en una cápsula, tal como que se describe en el documento WO-A-2007/077167. La cáscara de la cápsula se funde preferiblemente con el calentamiento y libera el sustrato líquido en el material poroso de portador. La cápsula puede contener opcionalmente un sólido en combinación con el líquido.

- 50 Si el sustrato de formación de aerosol es un sustrato líquido, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente puede comprender además unos medios para calentar una pequeña cantidad de líquido a la vez. Los medios para calentar una pequeña cantidad de líquido a la vez pueden incluir, por ejemplo, un pasadizo de líquido en comunicación con el sustrato líquido, como se describe en el documento EP- A-0 893 071. El sustrato líquido es forzado típicamente adentro del corredor líquido por fuerza capilar. El elemento calentador se dispone preferiblemente de tal manera que durante el uso, sólo la pequeña cantidad de sustrato líquido dentro del pasadizo de líquido, y no el líquido dentro del envase, es calentado y es volatilizado.

- 55 Como alternativa, o además, si el sustrato de formación de aerosol es un sustrato líquido, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente puede comprender además un atomizador en contacto con una fuente de sustrato líquido y que incluye el por lo menos un elemento calentador. Además del elemento calentador, el atomizador puede

incluir uno o más elementos electromecánicos, tal como elementos piezoeléctricos. Adicionalmente o como alternativa, el atomizador también puede incluir elementos que utilizan efectos electrostáticos, electromagnéticos o neumáticos. El sistema generador de aerosol calentado eléctricamente puede comprender todavía además una cámara de condensación.

- 5 El sustrato de formación de aerosol puede ser como alternativa cualquier otro tipo de sustrato, por ejemplo, un sustrato gaseoso, o cualquier combinación de los diversos tipos de sustrato. Durante el funcionamiento, el sustrato puede estar contenido completamente dentro del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. En ese caso, un usuario puede tomar una bocanada en una boquilla del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. Como alternativa, durante el funcionamiento, el sustrato puede estar contenido parcialmente dentro
10 del sistema generador de aerosol calentado eléctricamente. En ese caso, el sustrato puede formar parte de un artículo separado y el usuario puede tomar una bocanada directamente en el artículo separado.

- El por lo menos un elemento calentador puede comprender un único elemento calentador. Como alternativa, el por lo menos un elemento calentador puede comprender más de un elemento calentador. Preferiblemente, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende dos o más elementos calentadores, por ejemplo de dos a
15 veinte elementos calentadores. El elemento calentador o los elementos calentadores pueden disponerse apropiadamente para calentar más efectivamente el sustrato de formación de aerosol.

- El por lo menos un elemento calentador comprende preferiblemente un material eléctricamente resistivo. Materiales eléctricamente resistivos adecuados incluyen, aunque sin quedar limitados a ellos: semiconductores tales como
20 cerámicas dopadas, cerámicas eléctricamente "conductivas" (tales como, por ejemplo, disiliciuro de molibdeno), carbono, grafito, metales, aleaciones de metal y materiales compuestos hechos de un material cerámico y un material metálico. Tales materiales compuestos pueden comprender cerámicas dopadas o sin dopar. Ejemplos de cerámicas dopadas adecuadas incluyen carburos dopados de silicio. Ejemplos de metales adecuados incluyen titanio, circonio, tántalo y los metales del grupo del platino. Ejemplos de aleaciones metálicas adecuadas incluyen
25 acero inoxidable, aleaciones que contienen níquel, cobalto, cromo, aluminio-titanio-circonio, hafnio, niobio, molibdeno, tántalo, tungsteno, estaño, galio, manganeso y hierro, y súper-aleaciones con base de níquel, hierro, cobalto, acero inoxidable, Timetal® y aleaciones con base de hierro-manganeso-aluminio. En materiales compuestos, el material eléctricamente resistivo puede ser opcionalmente incrustado en, encapsulado o revestido con un material aislante o viceversa, dependiendo de la cinética de transferencia de energía y las propiedades fisicoquímicas externas necesarias. Ejemplos de elementos calentadores adecuados de materiales compuestos de
30 describen en los documentos US-A-5.498.855, WO-A-03/095688 y US-A-5.514.630.

- El por lo menos un elemento calentador puede adoptar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, el por lo menos un elemento calentador puede adoptar la forma de una hoja calentadora, como las descritas en los documentos US-A-
35 5.388.594, US-A-5.591.368 y US-A-5.505.214. Cuando el sustrato de formación de aerosol es un líquido proporcionado dentro de un envase, el envase puede incorporar un elemento calentador desechable. Como alternativa, también pueden ser adecuadas una o más agujas o barras calentadoras que discurren por el centro del sustrato de formación de aerosol, como se describe en los documentos KR-A-100636287 y JP-A-2006320286. Otras alternativas incluyen un alambre o filamento calentador, por ejemplo un alambre de Ni-Cr, platino, tungsteno o de aleación, como los descritos en el documento EP-A-1 736 065, o una placa calentadora. Opcionalmente, el elemento calentador puede ser depositado en o sobre un material rígido de portador.

- 40 El por lo menos un elemento calentador puede calentar el sustrato de formación de aerosol por medio de conducción. El elemento calentador puede estar en contacto por lo menos parcialmente con el sustrato, o con el portador en el que se deposita el sustrato. Como alternativa, el calor del elemento calentador puede ser conducido al sustrato por medio de un elemento conductivo de calor.

- Como alternativa, el por lo menos un elemento calentador puede transferir calor al aire ambiente entrante que es aspirado por el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente durante el uso, que a su vez calienta el
45 sustrato de formación de aerosol por convección. El aire del ambiente puede ser calentado antes de pasar a través del sustrato de formación de aerosol, como se describe en el documento WO-A-2007/066374. Como alternativa, si el sustrato de formación de aerosol es un sustrato líquido, el aire del ambiente puede ser aspirado primero a través del sustrato y luego ser calentado, como se describe en el documento WO-A-2007/078273.

- 50 En una realización preferida, la temperatura real de funcionamiento es recuperada de una tabla de consulta que almacena las relaciones entre resistividad y temperatura para el por lo menos un elemento calentador. En una realización alternativa, la resistividad es determinada evaluando un polinomio de la forma $p(T) = \rho_0 \cdot (1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2)$ donde $p(T)$ es la resistividad medida del por lo menos un elemento calentador o la pluralidad de elementos calentadores, ρ_0 es una resistividad de referencia y $\alpha_1 + \alpha_2$ son coeficientes de polinomio. La evaluación puede ser
55 realizada por el controlador. Como alternativa, pueden utilizarse funciones polinómicas de mayor grado u otras funciones matemáticas para describir la variación de la resistividad del por lo menos un elemento calentador como una función de la temperatura.

Como alternativa, puede utilizarse una aproximación lineal definida por tramos. Esta alternativa simplifica y acelera el cálculo.

Preferiblemente, el sistema comprende más de un elemento calentador y el sustrato de formación de aerosol se dispone de tal manera que el sustrato de formación de aerosol esté en proximidad térmica con cada uno de los elementos calentadores.

5 El sistema está provisto preferiblemente de un detector de sustrato de formación de aerosol y de un detector de bocanada de modo que sólo se entregue energía eléctrica al por lo menos un elemento calentador cuando se detecta un sustrato de formación de aerosol en el sitio y también se detecta en el sistema una bocanada.

10 Preferiblemente, el por lo menos un elemento calentador comprende una aleación de hierro aluminio. Esta aleación muestra una fuerte dependencia entre la resistencia y la temperatura que es útil para determinar la temperatura del elemento calentador midiendo su resistencia. Como alternativa, el elemento calentador comprende los materiales eléctricos resistivos mencionados antes, otros materiales adecuados que muestran una característica comparable de resistividad térmica con una fuerte dependencia de la resistividad con la temperatura.

Preferiblemente, la etapa de control según la invención es realizada con una frecuencia de aproximadamente 100 Hz a aproximadamente de 10 kHz durante una bocanada, preferiblemente con una frecuencia de aproximadamente de 1 kHz.

15 La invención se describirá además, solo a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente con un sustrato de formación de aerosol insertado en el sistema;

la figura 2 es un gráfico que muestra los cambios en la resistividad de las hojas calentadoras con la temperatura.

20 En la Figura 1, el interior de una realización del sistema 100 generador de aerosol calentado eléctricamente se muestra de una manera simplificada. Especialmente, los elementos del sistema 100 generador de aerosol calentado eléctricamente no están dibujados a escala. Los elementos que no son relevantes para la comprensión de la invención han sido omitidos para simplificar la Figura 1.

25 El sistema 100 generador de aerosol calentado eléctricamente comprende un alojamiento 10 y un sustrato 2 de formación de aerosol, por ejemplo un cigarrillo. El sustrato 2 de formación de aerosol es empujado dentro del alojamiento 10 para entrar en proximidad térmica con el elemento calentador 20. El sustrato 2 de formación de aerosol liberará una gama de compuestos volátiles a diferentes temperaturas. Alguno de los compuestos volátiles liberados del sustrato 2 de formación de aerosol sólo se forma mediante el proceso de calentamiento. Cada compuesto volátil será liberado por encima de una temperatura típica de liberación. Controlando la temperatura máxima de funcionamiento del sistema 100 generador de aerosol calentado eléctricamente para que esté por debajo de la temperatura de liberación de alguno de los compuestos volátiles, puede evitarse la liberación o la formación de éstos constituyentes del humo.

30 Adicionalmente, el alojamiento 10 comprende un suministro de energía eléctrica 40, por ejemplo una batería recargable de ion de litio. Un controlador 30 está conectado al elemento calentador 20, el suministro de energía eléctrica 40, un detector 32 de sustrato de formación de aerosol, un detector 34 de bocanada y una interfaz gráfica 36, por ejemplo un display.

El detector 32 de sustrato de formación de aerosol detecta la presencia de un sustrato 2 de formación de aerosol en proximidad térmica con el elemento calentador 20 y envía señales de la presencia de un sustrato 2 de formación de aerosol al controlador 30.

40 El detector 34 de bocanada detecta una corriente de aire en el sistema, indicativa de que se está tomando una bocanada en el sistema 100 generador de aerosol calentado eléctricamente. El detector 34 de bocanada envía señales de tal bocanada al controlador 30.

45 El controlador 30 controla la interfaz 36 de usuario para presentar información del sistema, por ejemplo, la potencia de la batería, la temperatura, el estado del sustrato 2 de formación de aerosol, otros mensajes o las combinaciones de los mismos.

El controlador 30 controla además la temperatura máxima de funcionamiento del elemento calentador 20.

50 La Figura 2 muestra un gráfico de resistividad ρ frente a la temperatura para una aleación típica de hierro aluminio (FeAl) utilizada como un elemento calentador 20 en la realización descrita haciendo referencia a la Figura 1. La característica de resistividad real ρ variará dependiendo de la composición exacta de la aleación y de la configuración geométrica del elemento calentador 20. El gráfico de la Figura 2 es sólo un ejemplo.

La Figura 2 muestra que la resistividad ρ aumenta con el aumento de temperatura. De este modo, conocer la resistividad ρ en cualquier momento dado puede utilizarse para deducir la temperatura real de funcionamiento del elemento calentador 20.

La resistencia del elemento calentador $R = V/I$; donde V es el voltaje a través del elemento calentador e I es la corriente que pasa por el elemento calentador 20. La resistencia R depende de la configuración del elemento calentador 20 así como de la temperatura y se expresa mediante la siguiente relación:

$$R = \rho(T) * L/S$$

ecuación 1

5 donde $\rho(T)$ es la resistividad dependiente de la temperatura, L es la longitud y S el área en sección transversal del elemento calentador 20. L y la S son fijos para una configuración dada del elemento calentador 20 y pueden medirse. De este modo, para un diseño dado de elemento calentador R es proporcional a $\rho(T)$.

La resistividad $\rho(T)$ del elemento calentador puede expresarse de forma polinomial de la siguiente manera:

$$\rho(T) = \rho_0 * (1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2)$$

ecuación 2

10 donde ρ_0 es la resistividad a una temperatura T_0 de referencia y $\alpha_1 + \alpha_2$ son los coeficientes del polinomio.

De este modo, sabiendo la longitud y la sección transversal del elemento calentador 20, es posible determinar la resistencia R , y por lo tanto la resistividad ρ a una temperatura dada midiendo el voltaje V y la corriente I del elemento calentador. La temperatura puede obtenerse simplemente de una tabla de consulta de la resistividad típica frente la relación de temperatura para el elemento calentador que se está utilizando o evaluando el polinomio de la ecuación (2) anterior. Preferiblemente, el proceso puede ser simplificado representando la resistividad ρ frente a la curva de temperatura en uno o más, preferiblemente dos, aproximaciones lineales en el intervalo de temperatura aplicable al tabaco. Esto simplifica la evaluación de la temperatura, lo que es deseable en un controlador 30 que tiene limitados recursos de cálculo.

20 En una preparación del control de la temperatura máxima de funcionamiento, se selecciona un valor para la temperatura máxima de funcionamiento del sistema 100 generador de aerosol calentado eléctricamente. La selección se basa en las temperaturas de liberación de los compuestos volátiles que deben y no deben ser liberados. Este valor predeterminado es almacenado entonces en el controlador 30 junto con un intervalo aceptable, por ejemplo menos 5 por ciento de la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento.

25 El controlador 30 calienta el elemento calentador 20 suministrando energía eléctrica al elemento calentador 20. Preferiblemente, para ahorrar energía, el controlador sólo calienta el elemento calentador 20, si el detector 32 de sustrato de formación de aerosol ha detectado un sustrato 2 de formación de aerosol y el detector 34 de bocanada ha detectado la presencia de una bocanada.

30 Durante el uso, el controlador 30 mide la resistividad ρ del elemento calentador 20. El controlador 30 convierte entonces la resistividad del elemento calentador 20 en un valor para la temperatura real de funcionamiento del elemento calentador, comparando la resistividad ρ medida con la tabla de consulta. En la siguiente etapa, el controlador 30 compara la temperatura real de funcionamiento derivada con la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento. Si la temperatura real de funcionamiento está por debajo del intervalo inferior de la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento, el controlador 30 suministra al elemento calentador 20 energía eléctrica adicional para elevar la temperatura real de funcionamiento del elemento calentador 20. Si la temperatura real de funcionamiento está por encima del intervalo superior de la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento, el controlador 30 reduce la energía eléctrica suministrada al elemento calentador 20 para bajar la temperatura real de funcionamiento de nuevo al intervalo aceptable de la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento.

40 El control de la temperatura del elemento calentador se basa en que la resistividad ρ del elemento calentador no está limitada al sistema generador de aerosol calentado eléctricamente como se ha descrito con respecto a la Figura 1 sino que es aplicable a cualquier sistema generador de aerosol calentado eléctricamente en el que un elemento calentador 20 entrega energía térmica a un sustrato de tabaco u otro de formación de aerosol para liberar compuestos volátiles.

Otras diversas modificaciones son posibles dentro del alcance de la invención y se les ocurrirán a los expertos en la técnica.

45

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar la liberación de compuestos volátiles de un sistema generador de aerosol calentado eléctricamente, el sistema generador de aerosol calentado eléctricamente comprende un suministro de energía eléctrica, por lo menos un elemento calentador conectado al suministro de energía eléctrica y un sustrato de formación de aerosol, en donde el sustrato de formación de aerosol libera una pluralidad de compuestos volátiles con el calentamiento, en donde cada uno de la pluralidad de compuestos volátiles tiene una temperatura mínima de liberación por encima de la cuál se libera el compuesto volátil, el método comprende:
 - 5 - seleccionar una temperatura máxima predeterminada de funcionamiento, en donde la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento es inferior a la temperatura mínima de liberación de por lo menos uno de la pluralidad de compuestos volátiles con el fin de evitar su liberación del sustrato de formación de aerosol;
 - 10 - controlar la temperatura del por lo menos un elemento calentador de tal manera que se libera por lo menos un compuesto volátil, dicho control comprende:
 - 15 - medir la resistividad del por lo menos un elemento calentador;
 - derivar un valor de temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador a partir de la medición de resistividad;
 - comparar el valor de temperatura real de funcionamiento con la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento; y
 - 20 - ajustar la energía eléctrica suministrada al por lo menos un elemento calentador para mantener la temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador por debajo de la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento.
2. Un método según la reivindicación 1, en donde la etapa de ajuste comprende ajustar la energía eléctrica suministrada al por lo menos un elemento calentador para mantener la temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador en un intervalo predeterminado por debajo de la temperatura máxima predeterminada de funcionamiento.
3. Un método según la reivindicación 1 o 2, en donde la derivación de un valor de temperatura real de funcionamiento del por lo menos un elemento calentador comprende recuperar un valor de temperatura de una tabla de consulta de resistividad y temperatura.
- 30 4. Un método según la reivindicación 3 en donde la tabla de consulta almacena valores de temperatura frente a resistividad derivados para el por lo menos un elemento calentador que tiene una composición, longitud y sección transversal predeterminados.
5. Un método según la reivindicación 1 o 2, en donde la derivación de una medición de la temperatura del elemento calentador comprende evaluar un polinomio con la forma:

$$\rho(T) = \rho_0 * (1 + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2)$$

35 donde $\rho(T)$ es la resistividad medida del por lo menos un elemento calentador, ρ_0 es una resistividad de referencia, T es la temperatura del por lo menos un elemento calentador y α_1 y α_2 son coeficientes polinomiales.

- 40 6. Un método según cualquier reivindicación anterior, en donde el por lo menos un elemento calentador comprende por lo menos una de entre una aleación de hierro aluminio, aleación con base de titanio o aleación con base de níquel.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la etapa de control es realizada con una frecuencia de aproximadamente 100 Hz a aproximadamente 10 kHz.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, el por lo menos un elemento calentador incluye un semiconductor.
- 45 9. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el por lo menos un elemento calentador comprende un metal.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un material cerámico y un metal forman un material compuesto que comprende el por lo menos un elemento calentador.

11. El método según la reivindicación 10, en donde el metal reviste el material cerámico.
 12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, en donde el metal es del grupo del platino.
 13. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el por lo menos un elemento calentador es en forma de hoja calentadora.
- 5
14. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el ajuste de la energía eléctrica es realizado conjuntamente con la detección de bocanada con el fin de ahorrar energía.

