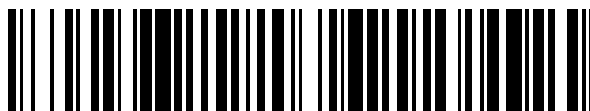


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 686**

51 Int. Cl.:

A24F 47/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2014** **PCT/EP2014/055485**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014** **WO14147114**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2014** **E 14717683 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018** **EP 2975951**

54 Título: **Calentamiento de material fumable**

30 Prioridad:

22.03.2013 GB 201305294

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

03.07.2019

73 Titular/es:

**BRITISH AMERICAN TOBACCO (INVESTMENTS)
LTD (100.0%)
Globe House, 1 Water Street
London WC2R 3LA, GB**

72 Inventor/es:

SALEEM, FOZIA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 718 686 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

Calentamiento de material fumable

Campo

La invención se refiere al calentamiento de material fumable.

5 Antecedentes

Artículos para fumar tales como cigarrillos y puros queman tabaco durante el uso para crear humo de tabaco. Se ha intentado de proporcionar alternativas a esos artículos para fumar, creando productos que liberen compuestos sin crear humo de tabaco. Ejemplos de tales productos son los denominados productos de calentamiento sin combustión que liberan compuestos calentando, pero no quemando, tabaco.

- 10 El documento WO2014/012905 describe un dispositivo de provisión de vapor electrónico. El documento WO2014/012905 fue publicado después, pero tiene una fecha de prioridad anterior en comparación con la fecha de prioridad de la presente solicitud.

Sumario

- 15 De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato de calentamiento de material fumable, que comprende un calentador dispuesto para calentar material fumable, en el que el calentador comprende un sustrato y al menos un elemento de calentamiento impreso situado dentro del sustrato para calentar el sustrato y hacer que el sustrato volatilice al menos un componente del material fumable para inhalación.

El calentador puede comprender una estructura de adaptación de dilatación térmica.

- 20 El coeficiente de dilatación térmica del elemento de calentamiento puede ser sustancialmente igual al coeficiente de dilatación térmica del sustrato.

El elemento de calentamiento y el sustrato pueden sinterizarse para formar una estructura químicamente unida.

El sustrato puede comprender un material cerámico y el elemento de calentamiento puede comprender un material de traza eléctricamente resistente.

- 25 El sustrato puede ser proximal a una cámara de calentamiento de material fumable configurada para contener el cuerpo del material fumable durante el calentamiento.

El aparato puede comprender una pluralidad de elementos de calentamiento dispuestos en capas dentro del sustrato.

Las capas de elementos de calentamiento pueden interconectarse mediante vías de elemento de calentamiento a través del sustrato

- 30 El aparato puede configurarse para calentar el material fumable hasta una temperatura que lo volatilice de al menos 120 grados centígrados.

El aparato puede configurarse para calentar el material fumable a una temperatura de volatilización de material fumable de entre 120 grados centígrados y 250 grados centígrados.

- 35 El aparato puede configurarse para calentar el material fumable hasta una temperatura que lo volatilice de entre 130 y 180 grados centígrados.

La invención puede facilitar el uso de un calentador que comprende un sustrato y un elemento de calentamiento con coeficientes de dilatación térmica sustancialmente iguales para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente del material fumable para inhalación.

- 40 La invención puede facilitar el uso de un calentador que comprende una estructura de capas múltiples de material cerámico y elementos de calentamiento eléctricamente resistentes para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente del material fumable para inhalación.

La invención puede facilitar el uso de un calentador que comprende un sustrato y al menos un elemento de calentamiento situado dentro del sustrato para calentar el sustrato y hacer que el sustrato volatilice al menos un componente de material fumable para inhalación.

- 45 Según la invención, se proporciona un método para calentar material fumable, que comprende calentar un sustrato a una temperatura de volatilización de material fumable utilizando al menos un elemento de calentamiento impreso situado dentro del sustrato y haciendo que el sustrato calentado volatilice al menos un componente de material fumable para inhalación.

Solo a modo de ejemplo, a continuación, se describen realizaciones de la invención con referencia a las figuras que se acompañan, en las que:

Breve descripción de las figuras

- 5 La figura 1 es una ilustración esquemática de capas de un calentador de material fumable que comprende un sustrato y elementos de calentamiento interconectados por vías entre las capas;
- La figura 2 es una ilustración en sección transversal esquemática de un aparato configurado para calentar material fumable a fin de liberar del mismo compuestos aromáticos y/o nicotina;
- La figura 3 es una ilustración parcialmente recortada en perspectiva de un aparato configurado para calentar material fumable a fin de liberar del mismo compuestos aromáticos y/o nicotina;
- 10 La figura 4 es una ilustración parcialmente recortada en perspectiva de un aparato configurado para calentar material fumable, en el que éste se proporciona alrededor de un calentador alargado y dividido en secciones de calentamiento radiales;
- La figura 5 es una vista parcialmente recortada y despiezada de un aparato configurado para calentar material fumable, en el que éste se proporciona alrededor de un calentador alargado y dividido en secciones de calentamiento radiales;
- 15 La figura 6 es un organigrama que muestra un método para activar el calentamiento de regiones y abrir y cerrar válvulas de cámara de calentamiento durante la calada;
- La figura 7 es una ilustración esquemática de un flujo gaseoso a través de un aparato configurado para calentar material fumable;
- 20 La figura 8 es una ilustración gráfica de un patrón de calentamiento que puede usarse para calentar material fumable usando un calentador;
- La figura 9 es una ilustración esquemática de un compresor de material fumable configurado para comprimir material fumable durante el calentamiento;
- 25 La figura 10 es una ilustración esquemática de un expansor de material fumable configurado para expandir material fumable durante la calada;
- La figura 11 es un organigrama que muestra un método para comprimir material fumable durante el calentamiento y expandirlo durante la calada;
- La figura 12 es una ilustración en sección transversal esquemática de una sección de aislamiento de vacío configurada para aislar material fumable calentado de la pérdida de calor;
- 30 La figura 13 es otra ilustración en sección transversal esquemática de una sección de aislamiento de vacío configurada para aislar material fumable calentado de la pérdida de calor;
- La figura 14 es una ilustración en sección transversal esquemática de un puente térmico resistente al calor que sigue una trayectoria indirecta desde una pared de aislamiento de temperatura más alta hasta una pared de aislamiento de temperatura más baja;
- 35 La figura 15 es una ilustración en sección transversal esquemática de una protección térmica y una ventana transparente al calor que son móviles con respecto a un cuerpo de material fumable para permitir selectivamente que se transmita energía térmica a las diferentes secciones del material fumable a través de la ventana;
- La figura 16 es una ilustración en sección transversal esquemática de parte de un aparato configurado para calentar material fumable, en el que una cámara de calentamiento puede sellarse herméticamente mediante válvulas de retención; y
- 40 La figura 17 es una ilustración en sección transversal esquemática de una sección parcial de aislamiento de vacío profundo, configurada para aislar térmicamente un aparato configurado para calentar material fumable.

Descripción detallada

- 45 Tal como se usa aquí, el término 'material fumable' incluye cualquier material que proporcione componentes volatilizados al calentarse e incluye cualquier material que contenga tabaco y puede contener, por ejemplo, uno o más de tabaco, derivados de tabaco, tabaco expandido, tabaco reconstituido o sustitutos de tabaco.
- Un aparato 1 para calentar material fumable comprende una fuente de energía 2, un calentador 3 y una cámara de calentamiento 4. La fuente de energía 2 puede comprender una batería tal como una batería de iones de litio, una batería de níquel, una batería alcalina y/u otras similares, y está acoplada eléctricamente al calentador 3 para suministrar energía eléctrica al calentador 3 cuando se necesite. Se apreciará que, además o como alternativa a la
- 50

batería, la fuente de energía 2 podría comprender otros tipos de fuente 2 tales como una o más pilas de combustible y/u otras fuentes de electricidad que no sean baterías. La cámara de calentamiento 4 está configurada para recibir material fumable 5 de manera que éste pueda calentarse en la cámara de calentamiento 4. Por ejemplo, la cámara de calentamiento 4 puede colocarse adyacente al calentador 3 de manera que la energía térmica procedente del calentador 3 caliente allí el material fumable 5. El calor del calentador 3 calienta el material fumable 5 para volatilizar en él sin quemarlo compuestos aromáticos y nicotina. El material fumable 5 puede comprender una mezcla de tabaco. Se proporciona una boquilla 6 a través de la cual un usuario del aparato 1 puede inhalar los compuestos volatilizados durante el uso del aparato 1.

Un alojamiento 7 puede contener componentes del aparato 1, tales como la fuente de energía 2 y el calentador 3. Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 2, el alojamiento 7 puede comprender un tubo aproximadamente cilíndrico con la fuente de energía 2 colocada hacia su primer extremo 8, y el calentador 3 y la cámara de calentamiento 4 colocados hacia su segundo extremo opuesto 9. La fuente de energía 2 y el calentador 3 pueden extenderse a lo largo del eje longitudinal del alojamiento 7. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 2, la fuente de energía 2 y el calentador 3 pueden alinearse a lo largo del eje longitudinal central del alojamiento 7 en una disposición sustancialmente de extremo a extremo de manera que una cara extrema de la fuente de energía 2 está sustancialmente orientada hacia una cara extrema del calentador 3. La boquilla 6 puede colocarse en el segundo extremo 9 del alojamiento 7, adyacente a la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5.

La longitud del alojamiento 7 puede ser aproximadamente de 130 mm. Una longitud ejemplar de la fuente de energía 2 es aproximadamente de 59 mm. La longitud del calentador 3 y de la región de calentamiento 4 puede ser de entre aproximadamente 5 y 15 mm, tal como de entre aproximadamente 8 y 10 mm. El diámetro de la fuente de energía 2 puede ser de entre aproximadamente 10,0 y 15,0 mm, tal como 14,6 mm. El diámetro del alojamiento 7 puede ser de entre aproximadamente 11 y 18 mm. Por ejemplo, el diámetro del primer extremo 8 del alojamiento puede ser de 18 mm, en tanto que el diámetro de la boquilla 6 en el segundo extremo 9 del alojamiento puede ser de 15 mm. Podrían usarse, como alternativa, dimensiones diferentes de las dadas anteriormente.

El alojamiento 7 es adecuado para que un usuario lo agarre durante el uso del aparato 1 de manera que el usuario pueda inhalar compuestos de material fumable volatilizados de la boquilla 6 del aparato 1.

Puede proporcionarse aislamiento térmico entre la fuente de energía 2 y el calentador 3 para impedir la transferencia directa de calor de una a otro.

El calentador 3 comprende un calentador impreso 3. Por ejemplo, el calentador 3 puede comprender un sustrato 3a y uno o más elementos de calentamiento 3b que pueden estar impresos en el sustrato 3a. Como se describe más adelante, los elementos de calentamiento 3b pueden configurarse para calentar el sustrato 3a muy rápidamente de manera que la temperatura del sustrato 3a se adapte sustancialmente a la temperatura de los elementos de calentamiento 3b durante el calentamiento del material fumable 5.

El sustrato 3a puede comprender un material cerámico, tal como cerámica de nitruro de aluminio, y los elementos de calentamiento 3b pueden comprender elementos de trazas eléctricamente resistentes 3b que se calientan por el flujo de corrientes eléctricas en los elementos 3b. Por ejemplo, los elementos de calentamiento 3b pueden comprender un metal eléctricamente resistente, tal como tungsteno. Las corrientes en los elementos de calentamiento 3b pueden ser ocasionadas por una fuerza electromotriz suministrada por la fuente de energía 2, que está eléctricamente acoplada al calentador 3.

Los elementos de calentamiento 3b están dispuestos en el material de sustrato 3a para calentarlos. Como ya se ha mencionado, la disposición de los elementos de calentamiento 3b en o sobre el sustrato 3a puede ser para calentar el sustrato 3a a aproximadamente la misma temperatura que los elementos de calentamiento 3b.

El sustrato 3a puede ser calentado por los elementos de calentamiento 3b hasta una temperatura de volatilización del material fumable 5 de manera que calor del sustrato calentado 3a hace que se volatilicen componentes del material fumable 5 para su inhalación a través de la boquilla 6. Por tanto, el material fumable 5 de la región de calentamiento 4 puede ser calentado tanto por los elementos de calentamiento 3b como por el sustrato calentado 3a. La velocidad a la que aumenta la temperatura del sustrato 3a durante el calentamiento puede ser sustancialmente igual a la velocidad a la que aumenta la temperatura de los elementos de calentamiento 3b. Por tanto, las temperaturas de los elementos de calentamiento 3b y del sustrato 3a pueden ser aproximadamente iguales durante el calentamiento del material fumable 5.

La disposición del calentador 3 puede ser tal que las superficies periféricas del calentador 3 comprendan principalmente las del sustrato calentado 3a y, como tal, el material fumable 5 puede calentarse principalmente por el calor emitido desde el sustrato calentado 3a en lugar de ser calentado directamente por los elementos de calentamiento 3b. Por ejemplo, como se describe más adelante y se muestra esquemáticamente en la figura 1, los elementos de calentamiento 3b pueden colocarse principal o totalmente dentro del sustrato 3a y comprender una pluralidad de distintas capas de calentamiento de elementos de calentamiento 3b separados por capas de sustrato 3a.

El coeficiente de dilatación térmica de los elementos de calentamiento 3b puede adaptarse al coeficiente de dilatación térmica del sustrato 3a. En particular, el valor del coeficiente de dilatación térmica de los elementos de calentamiento 3b puede ser sustancialmente igual al valor del coeficiente de dilatación térmica del sustrato 3a. Los elementos de calentamiento 3b y el sustrato 3a pueden formar por tanto conjuntamente una estructura de adaptación de dilatación térmica 3.

Los coeficientes de adaptación de dilatación térmica del sustrato 3a y de los elementos de calentamiento 3b significan que la dilatación térmica de los elementos de calentamiento 3b se adapta a una dilatación correspondiente del sustrato 3a. De manera similar, la contracción térmica de los elementos de calentamiento 3b se adapta a una contracción correspondiente del sustrato 3a. La naturaleza de adaptación de dilatación de la estructura significa que el calentador 3 como un todo se dilata/contrae sustancialmente a la misma velocidad y la misma cantidad por toda la estructura del calentador durante el calentamiento/enfriamiento. Las tensiones de dilatación y contracción en la estructura de calentador 3 son pequeñas y puede hacerse que el calentador pase por transiciones de temperatura rápidas, significativas y frecuentes sin aplicar tensión significativa de material en la estructura del calentador 3.

El sustrato 3a y los elementos de calentamiento 3b pueden estar químicamente unidos entre sí en la estructura de calentador 3. Por ejemplo, las uniones químicas entre el sustrato 3a y los elementos de calentamiento 3b pueden formarse durante un proceso de sinterización, en el que el sustrato 3a y los elementos de calentamiento 3b se fusionan entre sí por la aplicación de calor para crear una estructura de calentador sólida 3.

Más en concreto, la estructura de calentador químicamente unida 3 puede fabricarse aplicando inicialmente material líquido de elemento de calentamiento 3b a una o más superficies del material de sustrato 3a, estratificando el material de sustrato 3a con el material de elemento de calentamiento 3b y sinterizando el conjunto estratificado para formar la estructura de calentador unida 3. Esto se ilustra esquemáticamente en la figura 1.

La aplicación del material líquido de elemento de calentamiento 3b puede llevarse a cabo, por ejemplo, imprimiendo el material líquido 3b sobre el material de sustrato 3a. La aplicación del elemento de calentamiento líquido 3b sobre el sustrato 3a puede ser muy precisa para lograr tolerancias muy bajas, por ejemplo, en el orden de micrómetros o nanómetros, en la ubicación del material de elemento de calentamiento 3b sobre el sustrato 3a, y de ese modo hacer que los elementos de calentamiento 3b se formen en regiones deseadas muy específicas del sustrato 3a. Un proceso de impresión adecuado es usar una impresora serigráfica para imprimir el líquido 3b, que puede ser en forma de tinta, sobre el material de sustrato 3a.

El material de sustrato 3a puede comprender aglutinantes y/o plastificadores adecuados que favorecen la formación de la estructura de calentador estratificada 3 antes de la formación de uniones químicas durante la sinterización. Además, o como alternativa, el material líquido de elemento de calentamiento 3b puede comprender aglutinantes y/o plastificadores adecuados. Estos pueden tener la misma composición que los aglutinantes y/o plastificadores comprendidos en el material de sustrato 3a.

El material de sustrato 3a sobre el que se aplica el material de elemento de calentamiento 3b puede comprender capas de sustrato presinterizadas 3a, tales como secciones presinterizadas de cinta cerámica, que se construyen una sobre otra para formar una estructura estratificada que comprende tanto el sustrato 3a como el material de elemento de calentamiento 3b. Pueden formarse una o más vías en las capas de material de sustrato 3a de manera que material de calentamiento líquido 3b llene las vías y, finalmente, forme interconexiones entre las capas de elementos de calentamiento 3b del calentador 3. En particular, cada capa de elementos de calentamiento 3b puede interconectarse con una o más capas distintas de elementos de calentamiento 3b mediante secciones de elemento de calentamiento 3b que pasan a través de las vías del sustrato 3a.

Las vías pueden formarse mediante cualquier proceso adecuado. Por ejemplo, las vías pueden formarse perforando orificios en las capas de sustrato individuales 3a antes de estratificarlas una sobre otra en la estructura de calentador 3. Los orificios de las capas de sustrato 3a pueden alinearse en la estructura estratificada de manera que se creen interconexiones entre una pluralidad de capas de elementos de calentamiento 3b durante la sinterización. Las vías formadas entre las capas 3b pueden tener cualquier forma adecuada, incluso formas tridimensionales.

Si se desea, una pluralidad de circuitos eléctricos pueden imprimirse sobre el sustrato 3a a fin de proporcionar señales de control o señales de medición a/desde un controlador 12 del aparato 1. Por ejemplo, circuitos de medición de temperatura, que pueden incorporar uno o más detectores de temperatura de resistencia (RTD), pueden imprimirse sobre, adyacentes o debajo de los elementos de calentamiento 3b o en cualquier otra parte del sustrato 3a, de manera que el controlador 12 pueda supervisar y ajustar la temperatura del calentador 3 para obtener temperaturas de volatilización y prevolatilización deseadas en el material fumable 5.

Antes de sinterizar el conjunto de capas de sustrato 3a y material de elemento de calentamiento 3b para crear las uniones químicas y la naturaleza cohesiva del calentador 3 mencionadas anteriormente, el conjunto puede desunirse de los aglutinantes y/o plastificadores a los que se hizo anteriormente referencia. Las uniones químicas y los coeficientes de adaptación de dilatación térmica crean una estructura de calentador sólida 3, que puede reutilizarse repetidamente para calentar y volatilizar material fumable nuevamente cargado 5 en la región de calentamiento 4.

El calentador 3 puede fabricarse con cualquier forma adecuada usando la técnica de estratificación descrita anteriormente. Por ejemplo, el calentador 3 puede comprender un cilindro sustancialmente hueco colocado alrededor de la región de calentamiento de material fumable 4 de manera que el calentador 3 emita calor en una dirección radialmente hacia dentro. Un ejemplo de esto se describe más adelante en relación con la figura 2. Como alternativa, la región de calentamiento de material fumable 4 puede colocarse alrededor del calentador 3. Un ejemplo es una disposición coaxial en la que el calentador 3 emite calor en una dirección radialmente hacia fuera en la región de calentamiento 4, aunque también son posibles otras formas, como resultará evidente a partir de la explicación siguiente.

Un ejemplo específico de una estructura de calentador de dilatación adaptada y químicamente unida 3 es una en la que el sustrato de calentamiento 3a comprende cinta cerámica de nitruro de aluminio y el material de elemento de calentamiento 3b comprende tinta que contiene tungsteno que se imprime por serigrafía sobre la cinta cerámica 3a. Una vez impresa la cinta cerámica 3a con el material de elemento de calentamiento 3b y creados los orificios para formar las vías anteriormente mencionadas, la cinta cerámica 3a se estratifica para formar una estructura que contiene capas internas del material de elemento de calentamiento 3b conectadas entre sí mediante vías de la cinta 3a. El conjunto se sinteriza después para formar un calentador cohesivo y unido químicamente 3. Durante la activación del calentador 3, el sustrato de nitruro de aluminio 3a y los elementos de calentamiento de tungsteno 3b se dilatan y contraen a una velocidad de aproximadamente 4,5 partes por millón por grado centígrado y así la estructura de calentador 3 como un todo se dilata y contrae sin aplicar tensión en ninguna parte determinada de la estructura 3.

El espesor del calentador 3 puede ser pequeño, tal como menor de 2 mm o menor de 1 mm, lo cual puede contribuir a la reducción de las dimensiones globales del aparato 1 en comparación con el uso de otros tipos de calentadores. Por ejemplo, el calentador 3 puede tener un espesor de entre aproximadamente 0,1 mm y 2,0 mm, tal como entre aproximadamente 0,3 y 1,0 mm, aunque son igualmente posibles calentadores 3 con mayores espesores, tales como superiores a 6,5 mm.

El calentador 3 puede utilizarse en una amplia gama de potencias a fin de calentar y mantener el material fumable 5 en una gama de temperaturas deseada. Por ejemplo, la potencia del calentador 3 puede estar en la gama de cero a aproximadamente 2000 vatios/in² y puede controlarlo el controlador 12 del aparato 1 de manera que la temperatura del material fumable 5 se mantenga o ajuste en la gama de temperaturas deseada. El controlador 12 puede ajustar la potencia del calentador 3 en función de las mediciones de temperatura dentro del calentador 3, en las superficies periféricas del calentador 3 y/o dentro del material fumable 5, usando los circuitos de medición de temperatura mencionados anteriormente.

El controlador 12 puede hacer que el calentador 3 o las diferentes regiones 10 del calentador 3, alternen entre temperaturas establecidas predeterminadas durante períodos predeterminados de tiempo o puede variar la temperatura del calentador 3 y/o de las regiones separadas 10 del calentador 3 de acuerdo con un régimen de calentamiento. El controlador 12 y ejemplos de regímenes de calentamiento adecuados se describen más adelante con mayor detalle. El calentador 3 tiene una masa baja y, por tanto, su uso puede ayudar a reducir la masa global del aparato 1.

Tal como se muestra en la figura 2 y se ha mencionado brevemente antes, el calentador 3 puede comprender una pluralidad de regiones de calentamiento individuales 10. Las regiones de calentamiento 10 pueden utilizarse de manera independiente una de otra de manera que puedan activarse diferentes regiones 10 en diferentes momentos para calentar el material fumable 5. Esto puede lograrse activando elementos de calentamiento 3b colocados en las regiones determinadas 10 del calentador 3 en diferentes momentos. Las regiones de calentamiento 10 pueden disponerse en el calentador 3 en cualquier disposición geométrica. Sin embargo, en el ejemplo mostrado en la figura 2, las regiones de calentamiento 10 están dispuestas geométricamente en el calentador 3 de manera que algunas de las diferentes regiones de calentamiento 10 están dispuestas para calentar predominantemente y de manera independiente diferentes regiones del material fumable 5. Por ejemplo, con referencia a la figura 2, el calentador 3 puede comprender una pluralidad de regiones de calentamiento axialmente alineadas 10 en una disposición sustancialmente alargada. Cada región 10 puede comprender una sección individual del calentador 3, tal como una sección de temperatura independientemente controlable del sustrato unido 3a y la estructura 3 de elementos de calentamiento 3b descrita anteriormente. Las regiones de calentamiento 10, por ejemplo, pueden estar todas alineadas entre sí a lo largo de un eje longitudinal del calentador 3, proporcionando así una pluralidad de zonas de calentamiento independientes a lo largo de la longitud del calentador 3.

Con referencia a la figura 2, cada región de calentamiento 10 puede comprender un cilindro de calentamiento hueco 10, que puede ser un anillo 10, que tiene una longitud finita significativamente menor que la longitud del calentador 3 como un todo. La disposición de regiones de calentamiento axialmente alineadas 10 define el exterior de la cámara de calentamiento 4 y están configuradas para calentar el material fumable 5 colocado en la cámara de calentamiento 4. Como ya se ha mencionado, el calor se aplica hacia dentro, predominantemente hacia el eje longitudinal central de la cámara de calentamiento 4. Las regiones de calentamiento 10 están dispuestas con sus superficies radiales o transversales orientadas entre sí, a lo largo de la longitud del calentador 3. Las superficies transversales de cada región de calentamiento 10 pueden separarse, como opción, de las superficies transversales de su o sus regiones

de calentamiento contiguas 10 mediante aislamiento térmico 18, tal como se muestra en la figura 2 y se describe más adelante o bien, conectarse y/o ser contiguas a su región o regiones de calentamiento contiguas 10.

Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, el calentador 3 puede colocarse como alternativa en una región central del alojamiento 7 y la cámara de calentamiento 4, y puede colocarse material fumable 5 alrededor de la superficie longitudinal del calentador 3. En esta disposición, la energía térmica emitida por el calentador 3 se desplaza hacia fuera desde la superficie longitudinal del calentador 3 a la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5.

Cada región de calentamiento 10 puede comprender una sección individual del calentador 3. Tal como se muestra en las figuras 1 a 4, cada región de calentamiento 10 puede comprender un cilindro de calentamiento 10 que tiene una longitud finita significativamente menor de la longitud del calentador 3 como un todo. Sin embargo, podrían usarse como alternativa otras configuraciones de calentador 3 y no requerirse así el uso de secciones cilíndricas de calentador 3. Las regiones de calentamiento 10 pueden disponerse con sus superficies transversales orientadas una hacia otra a lo largo de la longitud del calentador 3. Las superficies transversales de cada región 10 pueden tocar las superficies transversales de sus regiones contiguas 10. Como alternativa, puede haber una capa aislante o reflectora de calor entre las superficies transversales de las regiones 10 de manera que la energía térmica emitida desde cada una de las regiones 10 no caliente sustancialmente las regiones contiguas 10 y, en cambio, se desplace predominantemente a la cámara de calentamiento 4 y al material fumable 5. Cada región de calentamiento 10 puede tener sustancialmente las mismas dimensiones que las otras regiones 10.

De este modo, cuando se activa una región particular de las regiones de calentamiento 10, esta suministra energía térmica al material fumable 5 colocado adyacente, por ejemplo, radialmente adyacente, a la región de calentamiento 10 sin calentar sustancialmente el resto del material fumable 5. Con referencia a la figura 3, la región calentada de material fumable 5 puede comprender un anillo de material fumable 5 colocado alrededor de la región de calentamiento 10 que se ha activado. El material fumable 5, por tanto, puede calentarse en secciones independientes, por ejemplo, anillos o cilindros sustancialmente sólidos, donde cada sección corresponde a material fumable 5 colocado directamente adyacente a una región particular de las regiones de calentamiento individuales 10 y tiene una masa y un volumen significativamente menores que el cuerpo de material fumable 5 como un todo.

Además, o como alternativa, el calentador 3 puede comprender una pluralidad de regiones de calentamiento alargadas y extendidas longitudinalmente 10 colocadas en diferentes sitios alrededor del eje longitudinal central del calentador 3. Las regiones de calentamiento 10 pueden tener diferentes longitudes o sustancialmente la misma longitud de manera que cada una se extienda a lo largo de sustancialmente toda la longitud del calentador 3.

Las secciones calentadas de material fumable 5 pueden comprender secciones longitudinales de material fumable 5 que se encuentran situadas paralelas y directamente adyacentes a las regiones de calentamiento longitudinales 10. Por tanto, como ya se ha explicado, el material fumable 5 puede calentarse en secciones independientes.

Como se describirá más adelante con mayor detalle, cada región de calentamiento 10 puede activarse de manera individual y selectiva.

El material fumable 5 puede estar comprendido en un cartucho 11 que se puede insertar en la cámara de calentamiento 4. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 2, el cartucho 11 puede comprender un cuerpo sustancialmente sólido de material fumable 5, tal como un cilindro, que se encaja en una cavidad del calentador 3. En esta configuración, la superficie externa del cuerpo de material fumable está orientada hacia el calentador 3. Como alternativa, tal como se muestra en la figura 3, el cartucho 11 puede comprender un tubo de material fumable 11 que puede insertarse alrededor del calentador 3 de manera que la superficie interna del tubo de material fumable 11 se oriente hacia la superficie longitudinal del calentador 3. El tubo de material fumable 11 puede ser hueco. El diámetro del centro hueco del tubo 11 puede ser sustancialmente igual o ligeramente mayor que el diámetro u otra dimensión transversal del calentador 3 de manera que el tubo 11 quede encajado perfectamente alrededor del calentador 3. La longitud del cartucho 11 puede ser aproximadamente igual a la longitud del calentador 3, de manera que el calentador 3 pueda calentar el cartucho 11 a lo largo de toda su longitud.

El alojamiento 7 del aparato 1 puede comprender una abertura a través de la cual puede insertarse el cartucho 11 en la cámara de calentamiento 4. La abertura puede comprender, por ejemplo, una abertura situada en el segundo extremo del alojamiento 9 de manera que el cartucho 11 pueda deslizarse a la abertura y empujarse directamente a la cámara de calentamiento 4. La abertura está preferiblemente cerrada durante el uso del aparato 1 para calentar material fumable 5. Como alternativa, una sección del alojamiento 7 en el segundo extremo 9 se puede desmontar del aparato 1 de manera que el material fumable 5 pueda insertarse en la cámara de calentamiento 4. El aparato 1 puede equiparse, como opción, con una unidad eyectora de material fumable utilizable por el usuario, tal como un mecanismo interno configurado para deslizar hacia fuera material fumable 5 y/o apartarlo del calentador 3. El material fumable usado 5 puede empujarse, por ejemplo, de nuevo a través de la abertura del alojamiento 7. Después se puede insertar un nuevo cartucho 11, según se necesite.

Como ya se ha mencionado, el aparato 1 puede comprender un controlador 12, tal como un microcontrolador 12, que está configurado para controlar el funcionamiento del aparato 1. El controlador 12 está electrónicamente conectado a los demás componentes del aparato 1, tales como la fuente de energía 2 y el calentador 3 de manera que pueda controlar su funcionamiento enviando y recibiendo señales. El controlador 12 está configurado, en

particular, para controlar la activación del calentador 3 a fin de calentar el material fumable 5. Por ejemplo, el controlador 12 puede configurarse para activar el calentador 3, lo cual puede comprender activar selectivamente una o más regiones de calentamiento 10, en respuesta a una calada del usuario en la boquilla 6 del aparato 1. En este sentido, el controlador 12 puede ponerse en comunicación con un sensor de caladas 13 mediante un acoplamiento comunicativo adecuado. El sensor de caladas 13 está configurado para detectar cuándo se produce una calada en la boquilla 6 y, en respuesta, está configurado para enviar una señal al controlador 12 indicativa de la calada. Puede usarse una señal electrónica. El controlador 12 puede responder a la señal del sensor de caladas 13 activando el calentador 3 y calentando así el material fumable 5. El uso de un sensor de caladas 13 para activar el calentador 3, sin embargo, no es esencial y pueden usarse como alternativa otros medios para proporcionar un estímulo que active el calentador 3. Por ejemplo, el controlador 12 puede activar el calentador 3 en respuesta a otro tipo de estímulo de activación, tal como el accionamiento de un accionador que puede accionar un usuario. Los compuestos volatilizados que se liberan durante el calentamiento pueden ser inhalados después por el usuario a través de la boquilla 6. El controlador 12 puede colocarse en cualquier posición adecuada dentro del alojamiento 7. Una posición ejemplar es entre la fuente de energía 2 y el calentador 3/cámara de calentamiento 4, tal como se ilustra en la figura 5.

Si el calentador 3 comprende dos o más regiones de calentamiento 10, tal como las descritas anteriormente, el controlador 12 puede configurarse para activar las regiones de calentamiento 10 en un orden o patrón predeterminado. Por ejemplo, el controlador 12 puede configurarse para activar las regiones de calentamiento 10 secuencialmente a lo largo o alrededor de la cámara de calentamiento 4. Cada activación de una región de calentamiento 10 puede ser en respuesta a la detección de una calada por el sensor de caladas 13 o puede dispararse de un modo alternativo, tal como se describe más adelante.

Con referencia a la figura 6, un método de calentamiento ejemplar puede comprender un primer paso S1 en el que se detecta un estímulo de activación, tal como una primera calada, seguido de un segundo paso S2 en el que se calienta una primera sección de material fumable 5 en respuesta a la primera calada u otro estímulo de activación. En un tercer paso S3, pueden abrirse válvulas de entrada y salida que se sellan herméticamente 24 para permitir que el aire sea arrastrado a través de la cámara de calentamiento 4 y fuera del aparato 1 a través de la boquilla 6. En un cuarto paso S4, se cierran las válvulas 24. Esas válvulas 24 se describen más adelante con mayor detalle, con referencia a la figura 30. En los pasos quinto S5, sexto S6, séptimo S7 y octavo S8, puede calentarse una segunda sección de material fumable 5 en respuesta a un segundo estímulo de activación, tal como una segunda calada, con una apertura y cierre correspondientes de las válvulas de entrada y salida de cámara de calentamiento 24. En los pasos noveno S9, décimo S10, undécimo S11 y duodécimo S12, puede calentarse una tercera sección del material fumable 5 en respuesta a un tercer estímulo de activación, tal como una tercera calada, con una apertura y cierre correspondientes de las válvulas de entrada y salida de cámara de calentamiento 24, etc. Como ya se ha mencionado, podrían usarse como alternativa medios que no sean un sensor de caladas 13. Por ejemplo, un usuario del aparato 1 puede accionar un interruptor de control para indicar que está dando una nueva calada. De este modo, puede calentarse otra sección de material fumable 5 a fin de volatilizar nicotina y compuestos aromáticos para cada nueva calada. La cantidad de regiones de calentamiento 10 y/o secciones de material fumable para calentar de manera independiente 5 puede corresponderse con la cantidad de caladas para las que está destinado a usarse el cartucho 11. Como alternativa, cada sección de material fumable para calentar de manera independiente 5 puede ser calentada por su correspondiente o correspondientes regiones de calentamiento 10 para una pluralidad de caladas, tal como dos, tres o cuatro caladas, de manera que se caliente una nueva sección de material fumable 5 solo después de que se hayan dado una pluralidad de caladas mientras se calienta la sección de material fumable anterior.

En lugar de activar cada región de calentamiento 10 en respuesta a una calada individual, las regiones de calentamiento 10 pueden activarse secuencialmente, como alternativa, una después de otra en respuesta a una sola calada inicial en la boquilla 6. Por ejemplo, las regiones de calentamiento 10 pueden activarse a intervalos regulares predeterminados a lo largo del período de inhalación esperado para un cartucho particular de material fumable 11. El período de inhalación puede ser, por ejemplo, de entre aproximadamente uno y cuatro minutos. Por tanto, al menos los pasos quinto y noveno S5, S9 mostrados en la figura 6 son opcionales. Cada región de calentamiento 10 puede activarse durante un período predeterminado correspondiente a la duración de la única o de la pluralidad de caladas para las cuales está destinada a calentarse la correspondiente sección de material fumable para calentar de manera independiente 5. Una vez que se han activado todas las regiones de calentamiento 10 de un cartucho particular 11, el controlador 12 puede configurarse para que indique al usuario que debe cambiar el cartucho 11. El controlador 12 puede activar, por ejemplo, una luz indicadora en la superficie externa del alojamiento 7.

Se apreciará que activar las regiones de calentamiento individuales 10 en orden en lugar de activar todo el calentador 3 significa que se reduce la energía necesaria para calentar el material fumable 5 con respecto a lo que se necesitaría si el calentador 3 se activara completamente a lo largo de todo el período de inhalación de un cartucho 11. Por tanto, también se reduce la máxima potencia requerida de la fuente de energía 2. Eso significa que puede instalarse una fuente de energía más pequeña y/o más ligera 2 en el aparato 1.

El controlador 12 puede configurarse para desactivar el calentador 3 o reducir la energía que se le suministra, entre caladas. Esto ahorra energía y prolonga la vida útil de la fuente de energía 2. Por ejemplo, al encender el aparato 1 un usuario o al encenderse en respuesta a algún otro estímulo, tal como la detección de un usuario que coloca su

boca en la boquilla 6, el controlador 12 puede estar configurado para hacer que se active el calentador 3 o la siguiente región de calentamiento 10 que debe usarse para calentar el material fumable 5, de manera que se caliente como preparación para volatilizar sus componentes. La activación parcial no calienta el material fumable 5 hasta una temperatura suficiente como para volatilizar nicotina. Una temperatura adecuada podría ser menor de 120 °C, tal como aproximadamente 100 °C. En respuesta a la detección de una calada por el sensor de caladas 13, el controlador 12 puede hacer que el calentador 3 o la región de calentamiento 10 en cuestión caliente más el material fumable 5 a fin de volatilizar rápidamente la nicotina y otros compuestos aromáticos para que el usuario los inhale. Si el material fumable 5 comprende tabaco, una temperatura adecuada para volatilizar la nicotina y otros compuestos aromáticos puede ser superior a 120 °C, tal como entre 150 °C y 250 °C o entre 130 °C y 180 °C. Por tanto, ejemplos de temperaturas de activación completa incluyen 180 °C y 250 °C. Puede usarse como opción un súper condensador para proporcionar la corriente pico empleada para calentar el material fumable 5 hasta la temperatura de volatilización. Un ejemplo de un patrón de calentamiento adecuado se muestra en la figura 8, donde los picos pueden representar respectivamente la activación completa de diferentes regiones de calentamiento 10. Como puede verse, el material fumable 5 se mantiene a la temperatura de volatilización durante el período aproximado de la calada que, en este ejemplo, es de dos segundos.

A continuación, se describen tres modos de funcionamiento ejemplares del calentador 3.

En un primer modo de funcionamiento, durante la activación completa de una región de calentamiento particular 10, se desactivan todas las demás regiones de calentamiento 10 del calentador. Por tanto, cuando se activa una nueva región de calentamiento 10, se desactiva la región de calentamiento anterior. Solo se suministra energía a la región activada 10.

Como alternativa, en un segundo modo de funcionamiento, durante la activación completa de una región de calentamiento particular 10, pueden activarse parcialmente una o más de las otras regiones de calentamiento 10. La activación parcial de la una o más otras regiones de calentamiento 10 puede comprender el calentamiento de la o las otras regiones de calentamiento 10 hasta una temperatura que sea suficiente para impedir sustancialmente la condensación de componentes tales como nicotina volatilizada del material fumable 5 en la cámara de calentamiento 4. La temperatura de las regiones de calentamiento 10 que se activan parcialmente es menor que la temperatura de la región de calentamiento 10 que se activa completamente. El material fumable 10 colocado adyacente a las regiones parcialmente activadas 10 no se calienta hasta una temperatura suficiente como para volatilizar componentes del material fumable 5.

Como alternativa, en un tercer modo de funcionamiento, una vez activada una región de calentamiento particular 10, esta permanece completamente activada hasta que se apaga el calentador 3. Por tanto, la energía suministrada al calentador 3 aumenta cada vez más a medida que se activan más regiones de calentamiento 10 durante la inhalación del cartucho 11. Al igual que sucede con el segundo modo anteriormente descrito, la activación continua de las regiones de calentamiento 10 impide sustancialmente la condensación de componentes tales como nicotina volatilizada del material fumable 5 en la cámara de calentamiento 4.

El aparato 1 puede comprender una protección térmica 100 que está situada entre el calentador 3 y la cámara de calentamiento 4/material fumable 5. La protección térmica 100 está configurada para impedir sustancialmente que fluya energía térmica a través de la protección térmica 100 y, por tanto, puede usarse para impedir de manera selectiva que se caliente el material fumable 5 incluso aunque se active el calentador 3 y emita energía térmica. Con referencia a la figura 15, la protección térmica 100 puede comprender, por ejemplo, una capa cilíndrica de material reflectante de calor que está colocada coaxialmente alrededor del calentador 3. Como alternativa, si el calentador 3 está colocado alrededor de la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5, tal como se describe anteriormente con referencia a la figura 2, la protección térmica 100 puede comprender una capa cilíndrica de material reflectante de calor que está colocada coaxialmente alrededor de la cámara de calentamiento 4 y coaxialmente dentro del calentador 3. La protección térmica 100 puede comprender, además, o como alternativa, una capa aislante de calor configurada para aislar el calentador 3 del material fumable 5.

La protección térmica 100 comprende una ventana sustancialmente transparente al calor 101 que permite propagar energía térmica a través de la ventana 101 y en la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5. Por tanto, la sección de material fumable 5 que se alinea con la ventana 101 se calienta mientras el resto del material fumable 5, no. La protección térmica 100 y la ventana 101 pueden ser giratorias o móviles de otro modo con respecto al material fumable 5 de manera que diferentes secciones del material fumable 5 puedan calentarse selectiva e individualmente girando o moviendo la protección térmica 100 y la ventana 101. El efecto es similar al que se proporciona activando selectiva e individualmente las regiones de calentamiento 10 mencionadas anteriormente. Por ejemplo, la protección térmica 100 y la ventana 101 pueden girarse y moverse de otro modo cada vez más en respuesta a una señal procedente del detector de caladas 13. Además, o como alternativa, la protección térmica 100 y la ventana 101 pueden girarse o moverse de otro modo cada vez más en respuesta a que haya transcurrido un período de calentamiento predeterminado. El movimiento o giro de la protección térmica 100 y la ventana 101 pueden controlarse mediante señales electrónicas del controlador 12. El giro relativo u otro movimiento de la protección térmica 100/ventana 101 y el material fumable 5 pueden ser accionados por un motor a pasos 3c controlado por el controlador 12. Eso se ilustra en la figura 15. Como alternativa, la protección térmica 100 y la ventana 101 pueden girarse manualmente usando un control de usuario, tal como un accionador en el alojamiento 7.

La protección térmica 100 tiene que ser cilíndrica y, como opción, puede comprender uno o más elementos y/o placas extendidos longitudinalmente y colocados de manera adecuada.

Se apreciará que puede obtenerse un resultado similar girando o moviendo el material fumable 5 con respecto al calentador 3, la protección térmica 100 y la ventana 101. Por ejemplo, la cámara de calentamiento 4 puede girar alrededor del calentador 3. Si es así, la descripción anterior referente al movimiento de la protección térmica 100 puede aplicarse en cambio al movimiento de la cámara de calentamiento 4 con respecto a la protección térmica 100.

La protección térmica 100 puede comprender un revestimiento en la superficie longitudinal del calentador 3. En ese caso, se deja sin cubrir un área de la superficie del calentador para formar la ventana transparente al calor 101. El calentador 3 puede girar o moverse de otro modo, por ejemplo, controlado por el controlador 12 o controles de usuario, para hacer que se calienten diferentes secciones del material fumable 5. Como alternativa, la protección térmica 100 y la ventana 101 pueden comprender una pantalla separada 3a que es giratoria o móvil de otro modo con respecto tanto al calentador 3 como al material fumable 5 controlada por el controlador 12 u otros controles de usuario.

El aparato 1 puede comprender entradas de aire 14 que permiten arrastrar aire externo al alojamiento 7 y a través del material fumable calentado 5 durante la calada. Las entradas de aire 14 pueden comprender aberturas 14 en el alojamiento 7 y pueden colocarse aguas arriba del material fumable 5 y la cámara de calentamiento 4 hacia el primer extremo 8 del alojamiento 7. Eso se muestra en la figura 2. Otro ejemplo se muestra en la figura 7. El aire arrastrado a través de las entradas 14 recorre de lado a lado el material fumable calentado 5 y allí se enriquece con vapores de material fumable, tales como vapores de aroma, antes de que lo inhale el usuario por la boquilla 6. Como opción, tal como se muestra en la figura 7, el aparato 1 puede comprender un intercambiador de calor 15 configurado para entibiar el aire antes de que entre en el material fumable 5 y/o enfriarlo antes de que sea arrastrado a través de la boquilla 6. Por ejemplo, el intercambiador de calor 15 puede configurarse para usar calor extraído del aire que entra en la boquilla 6 para entibiar el nuevo aire antes de que entre en el material fumable 5.

El aparato 1 puede comprender un compresor de material fumable 16 configurado para hacer que el material fumable 5 se comprima al activarse el compresor 16. El aparato 1 también puede comprender un expansor de material fumable 17 configurado para hacer que el material fumable 5 se expanda al activarse el expansor 17. El compresor 16 y el expansor 17, en la práctica, pueden implementarse como la misma unidad, como se explicará más adelante. El compresor 16 y el expansor 17 de material fumable pueden funcionar, como opción, controlados por el controlador 12. En ese caso, el controlador 12 está configurado para enviar una señal, tal como una señal eléctrica, al compresor 16 o expansor 17, la cual hace que el compresor 16 o el expansor 17 compriman o expandan, respectivamente, el material fumable 5. Como alternativa, el compresor 16 y el expansor 17 pueden ser accionados por un usuario del aparato 1 usando un control manual en el alojamiento 7 para comprimir o expandir el material fumable 5, según se requiera.

El compresor 16 está configurado principalmente para comprimir el material fumable 5 y de ese modo aumentar su densidad durante el calentamiento. La compresión del material fumable aumenta la conductividad térmica del cuerpo de material fumable 5 y, por tanto, proporciona un calentamiento más rápido y la consecuente volatilización de nicotina y otros compuestos aromáticos. Esto permite que la nicotina y los compuestos aromáticos sean inhalados por el usuario sin una demora sustancial, en respuesta a la detección de una calada. Por tanto, el controlador 12 puede activar el compresor 16 para comprimir el material fumable 5 durante un período de calentamiento predeterminado, por ejemplo, un segundo, en respuesta a la detección de una calada. El compresor 16 puede configurarse para reducir la compresión que se ha efectuado del material fumable 5, por ejemplo, controlado por el controlador 12, después del período de calentamiento predeterminado. Como alternativa, la compresión puede reducirse o finalizar automáticamente, en respuesta a que el material fumable 5 llegue a una temperatura umbral predeterminada. Una temperatura umbral adecuada puede estar en la gama de entre aproximadamente 120 °C y 250 °C, o una de las otras gamas explicadas anteriormente y puede ser seleccionada por el usuario. Puede usarse un sensor de temperatura para detectar la temperatura del material fumable 5.

El expansor 17 está configurado principalmente para expandir el material fumable 5 y de ese modo disminuir su densidad durante la calada. La disposición del material fumable 5 en la cámara de calentamiento 4 se vuelve más floja cuando el material fumable 5 se ha expandido y eso favorece el flujo gaseoso, por ejemplo, el aire procedente de las entradas 14, a través del material fumable 5. Por tanto, el aire resulta más apto para llevar la nicotina volatilizada y los compuestos aromáticos a la boquilla 6 para su inhalación. El controlador 12 puede activar el expansor 17 para que expanda el material fumable 5 inmediatamente después del período de compresión mencionado anteriormente, de manera que el aire pueda arrastrarse más libremente a través del material fumable 5. El accionamiento del expansor 17 puede ir acompañado de un sonido audible para el usuario u otra indicación que indique que se ha calentado el material fumable 5 y que pueden comenzar las caladas.

Con respecto a las figuras 8 y 9, el compresor 16 y el expansor 17 pueden comprender una varilla de accionamiento accionada por resorte que está configurada para comprimir el material fumable 5 en la cámara de calentamiento 4 cuando se libera el resorte de la compresión. Esto se ilustra esquemáticamente en las figuras 8 y 9, aunque se apreciará que podrían usarse otras implementaciones. Por ejemplo, el compresor 16 puede comprender un anillo, con un espesor aproximadamente igual a la cámara de calentamiento con forma tubular 4 descrita anteriormente,

que se acciona mediante un resorte u otro medio en la cámara de calentamiento 4 para comprimir el material fumable 5. Como alternativa, el compresor 16 puede estar comprendido como parte del calentador 3 de manera que el mismo calentador 3 esté configurado para comprimir y expandir el material fumable 5 controlado por el controlador 12. Un método para comprimir y expandir el material fumable 5 se muestra en la figura 11. El método comprende un primer paso P1 para comprimir el material fumable 5 en su cámara de calentamiento 4, un segundo paso P2 para calentar el material fumable comprimido 5, un tercer paso P3 para detectar una temperatura umbral en el material fumable 5, un cuarto paso S4 para expandir el material fumable 5, por ejemplo liberando la fuerza de compresión, y un quinto paso S5 para permitir que entre aire externo en la cámara de calentamiento de material fumable 4, por ejemplo, abriendo válvulas de entrada y salida que se sellan herméticamente 24.

El calentador 3 puede estar integrado con el aislamiento térmico 18 mencionado anteriormente. Por ejemplo, con referencia a la figura 2, el aislamiento térmico 18 puede comprender un cuerpo hueco sustancialmente alargado, tal como un tubo de aislamiento sustancialmente cilíndrico 18, que está colocado coaxialmente alrededor de la cámara de calentamiento 4 y en el cual están integralmente colocadas las regiones de calentamiento 10. El aislamiento térmico 18 puede comprender una capa en la que se proporcionan cavidades en el perfil de superficie orientada hacia el interior 21. Las regiones de calentamiento 10 están colocadas en esas cavidades de manera que las regiones de calentamiento 10 queden orientadas hacia el material fumable 5 en la cámara de calentamiento 4. Las superficies de las regiones de calentamiento 10 que están orientadas hacia la cámara de calentamiento 4 pueden estar al mismo nivel que la superficie interior 21 del aislamiento térmico 18 en regiones del aislamiento 18 que no tienen cavidades.

La integración del calentador 3 con el aislamiento térmico 18 significa que las regiones de calentamiento 10 están sustancialmente rodeadas por el aislamiento 18 en todas las regiones de calentamiento 10 que no sean las que se están orientadas hacia el interior en la dirección de la cámara de calentamiento de material fumable 4. Como tal, el calor emitido por el calentador 3 se concentra en el material fumable 5 y no se disipa a otras partes del aparato 1 o a la atmósfera fuera del alojamiento 7.

La integración del calentador 3 con el aislamiento térmico 18 también puede reducir el espesor de la combinación del calentador 3 y el aislamiento térmico 18. Esto puede permitir que se reduzca más el diámetro del aparato 1, en particular el diámetro externo del alojamiento 7. Como alternativa, la reducción de espesor proporcionada por la integración del calentador 3 con el aislamiento térmico 18 puede permitir que se incorpore una cámara de calentamiento de material fumable más ancha 4 en el aparato 1, o la introducción de más componentes, sin ningún aumento de la anchura global del alojamiento 7.

Como alternativa, el calentador 3 puede colocarse adyacente al aislamiento 18 en lugar de integrarse con el mismo. Por ejemplo, si el calentador 3 está colocado fuera de la cámara de calentamiento 4, como se muestra en la figura 2, el aislamiento 18 puede colocarse alrededor del exterior del calentador 3 de manera que la superficie orientada hacia el interior 21 del aislamiento quede frente al calentador 3. Si el calentador 3 está colocado dentro de la cámara de calentamiento 4, el calentador 3 puede colocarse alrededor de la superficie orientada hacia el exterior 22 del aislamiento 18.

Como opción, puede haber una barrera entre el calentador 3 y el aislamiento 18. Por ejemplo, puede haber una capa de acero inoxidable entre el calentador 3 y el aislamiento 18. La barrera puede comprender un tubo de acero inoxidable que encaja entre el calentador 3 y el aislamiento 18. El espesor de la barrera puede ser pequeño para no aumentar sustancialmente las dimensiones del aparato. Un espesor ejemplar es de entre aproximadamente 0,1 mm y 1,0 mm.

Asimismo, puede haber una capa reflectante de calor entre las superficies transversales de las regiones de calentamiento 10. La disposición de las regiones de calentamiento 10 entre sí puede ser tal que la energía térmica emitida desde cada una de las regiones de calentamiento 10 no caliente sustancialmente las regiones de calentamiento contiguas 10 y se desplace predominantemente hacia dentro desde la superficie circunferencial de la región de calentamiento 10 hasta la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5. Cada región de calentamiento 10 puede tener sustancialmente las mismas dimensiones que las otras regiones 10.

El calentador 3 puede unirse o fijarse de otro modo al aparato 1 usando adhesivo sensible a la presión. Por ejemplo, el calentador 3 puede adherirse al aislamiento 18 o barrera mencionados anteriormente usando adhesivo sensible a la presión. El calentador 3, como alternativa, puede adherirse al cartucho 11 o a una superficie exterior de la cámara de calentamiento de material fumable 4.

Como alternativa al uso de adhesivo sensible a la presión, el calentador 3 puede fijarse en su sitio en el aparato 1 usando cinta autofundible o mediante abrazaderas que sujetan el calentador 3 en su sitio. Todos estos métodos proporcionan una fijación segura para el calentador 3 y permiten una transferencia de calor efectiva del calentador 3 al material fumable 5. También son posibles otros tipos de fijación.

El aislamiento térmico 18 que se proporciona entre el material fumable 5 y una superficie externa 19 del alojamiento 7, como se describe anteriormente, reduce la pérdida de calor del aparato 1 y, por tanto, mejora la eficiencia con la que se calienta el material fumable 5. Por ejemplo, con referencia a la figura 2, una pared del alojamiento 7 puede comprender una capa de aislamiento 18 que se extiende alrededor del exterior de la cámara de calentamiento 4. La

capa de aislamiento 18 puede comprender una longitud sustancialmente tubular de aislamiento 18 colocada coaxialmente alrededor de la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5. Esto se muestra en la figura 2. Se apreciará que el aislamiento 18 también podría estar comprendido como parte del cartucho de material fumable 11, en el que se colocaría coaxialmente alrededor del exterior del material fumable 5.

- 5 Con respecto a la figura 12, el aislamiento 18 puede comprender aislamiento de vacío 18. Por ejemplo, el aislamiento 18 puede comprender una capa que está unida por una pared de material 19, tal como un material metálico. Una región o núcleo interior 20 del aislamiento 18 puede comprender un material poroso de celda abierta, que comprenda por ejemplo polímeros, aerogeles u otro material adecuado, que se evacúe a baja presión. La presión de la región interna 20 puede estar en el rango de 0,1 a 0,001 mbar. La pared 19 del aislamiento 18 es
 10 suficientemente fuerte como para soportar la fuerza ejercida contra ella debido a la presión diferencial entre el núcleo 20 y las superficies externas de la pared 19, impidiendo así que se pliegue el aislamiento 18. La pared 19, por ejemplo, puede comprender una pared de acero inoxidable 19 con un espesor de aproximadamente 100 μm . La conductividad térmica del aislamiento 18 puede estar en el rango de 0,004 a 0,005 W/(m²K). El coeficiente de transferencia de calor del aislamiento 18 puede estar entre aproximadamente 1,10 W/(m²K) y aproximadamente 1,40
 15 W/(m²K) dentro de una gama de temperaturas de entre aproximadamente 150 grados centígrados y aproximadamente 250 grados centígrados. La conductividad gaseosa del aislamiento 18 es insignificante. Puede aplicarse una capa reflectante a las superficies internas del material de pared 19 para minimizar pérdidas de calor debido a la radiación que se propaga a través del aislamiento 18. La capa puede comprender, por ejemplo, una capa reflectante IR de aluminio con un espesor de entre aproximadamente 0,3 μm y 1,0 μm . El estado evacuado de la
 20 región de núcleo interno 20 significa que el aislamiento 18 funciona incluso aunque el espesor de la región de núcleo 20 sea muy pequeño. Las propiedades aislantes no están sustancialmente afectadas por su espesor. Esto ayuda a reducir el tamaño global del aparato 1.

- Tal como se muestra en la figura 12, la pared 19 puede comprender una sección orientada hacia el interior 21 y una
 25 sección orientada hacia el exterior 22. La sección orientada hacia el interior 21 queda orientada sustancialmente hacia el material fumable 5 y la cámara de calentamiento 4. La sección orientada hacia el exterior 22 queda orientada sustancialmente hacia el exterior del alojamiento 7. Durante el funcionamiento del aparato 1, la sección orientada hacia el interior 21 puede ser más cálida debido a la energía térmica que se origina en el calentador 3, mientras que la sección orientada hacia el exterior 22 es más fría debido al efecto del aislamiento 18. La sección orientada hacia el interior 21 y la sección orientada hacia el exterior 22 pueden comprender, por ejemplo, paredes
 30 que se extienden longitudinal y sustancialmente paralelas 19 que son al menos tan largas como el calentador 3. La superficie interna de la sección de pared orientada hacia el exterior 22, es decir la superficie orientada hacia la región de núcleo evacuada 20, puede comprender una capa para absorber gas en el núcleo 20. Una capa adecuada es una película de óxido de titanio.

- El aislamiento térmico 18 puede comprender aislamiento hiperprofundo de vacío, tal como una barrera térmica conformada al vacío Insulon®, como se describe en el documento US 7.374.063. El espesor global de tal aislamiento
 35 18 puede ser extremadamente pequeño. Un espesor ejemplar es de entre aproximadamente 1 mm y 1 μm , tal como aproximadamente 0,1 mm, aunque también son posibles otros espesores más grandes o más pequeños. Las propiedades térmicamente aislantes del aislamiento 18 no se ven sustancialmente afectadas por su espesor y, por tanto, puede usarse aislamiento fino 18 sin ninguna pérdida de calor adicional sustancial del aparato 1. El espesor
 40 muy pequeño del aislamiento térmico 18 puede permitir que se reduzca el tamaño del alojamiento 7 y el aparato 1 como un todo, más allá de los tamaños anteriormente explicados y que el espesor, por ejemplo, el diámetro, del aparato 1 sea aproximadamente igual al de los artículos para fumar, tales como cigarros, puros y puritos. El peso del aparato 1 también puede reducirse, proporcionando beneficios similares a las reducciones de tamaño explicadas anteriormente.

- 45 Aunque el aislamiento térmico 18 descrito anteriormente puede comprender un material absorbente de gas para mantener o ayudar a la creación del vacío en la región de núcleo 20, no se utiliza un material absorbente de gas en el aislamiento de vacío profundo 18. La ausencia de material absorbente de gas ayuda a mantener el espesor del aislamiento 18 muy bajo y por tanto ayuda a reducir el tamaño global del aparato 1.

- La geometría del aislamiento hiperprofundo 18 permite que el vacío en el aislamiento sea más profundo que el vacío
 50 usado para extraer moléculas de la región de núcleo 20 del aislamiento 18 durante la fabricación. Por ejemplo, el vacío profundo dentro del aislamiento 18 puede ser más profundo que el de la cámara de horno al vacío en la que se crea. El vacío dentro del aislamiento 18 puede ser, por ejemplo, del orden de 10^{-7} Torr. Con referencia a la figura 17, un extremo de la región de núcleo 20 del aislamiento de vacío profundo 18 puede afinarse a medida que la sección orientada hacia el exterior 22 y la sección orientada hacia el interior 21 convergen en una salida 25 a través de la
 55 cual puede ser evacuado el gas de la región de núcleo 20 para crear un vacío profundo durante la fabricación del aislamiento 18. La figura 17 ilustra la sección orientada hacia el exterior 22 que converge hacia la sección orientada hacia el interior 21 aunque podría utilizarse como alternativa una disposición inversa, en la que la sección orientada hacia el interior 21 converge hacia la sección orientada hacia el exterior 22. El extremo convergente de la pared aislante 19 está configurado para guiar moléculas de gas en la región de núcleo 20 fuera de la salida 25 y por tanto
 60 crear un vacío profundo en el núcleo 20. La salida 25 se puede sellar para mantener un vacío profundo en la región de núcleo 20 una vez evacuada la región 20. La salida 25 se puede sellar, por ejemplo, creando una soldadura

fuerte en la salida 25 calentando material de soldadura fuerte en la salida 25 después de que el gas haya sido evacuado del núcleo 20. Podrían usarse técnicas de sellado alternativas.

Para evacuar la región de núcleo 20, el aislamiento 18 se puede colocar en un entorno sustancialmente evacuado de baja presión, tal como una cámara de horno al vacío de modo que las moléculas de gas en la región de núcleo 20 fluyan por el entorno de baja presión fuera del aislamiento 18. Cuando la presión dentro de la región de núcleo 20 es baja, la geometría afinada de la región de núcleo 20, y en particular las secciones convergentes 21, 22 mencionadas anteriormente, pueden influir para guiar de las moléculas de gas restantes fuera del núcleo 20 a través de la salida 25. En concreto, cuando la presión de gas de la región de núcleo 20 es baja, el efecto de guía de las secciones convergentes orientadas hacia el interior y hacia el exterior 21, 22 es efectivo para canalizar las moléculas de gas restantes dentro del núcleo 20 hacia la salida 25 y hacer que la probabilidad de que el gas salga del núcleo 20 sea mayor que la probabilidad de que el gas entre en el núcleo 20 desde el entorno externo de baja presión. De esta manera, la geometría del núcleo 20 permite que la presión dentro del núcleo 20 se reduzca por debajo de la presión del entorno fuera del aislamiento 18.

Opcionalmente, como se describe anteriormente, una o más capas de baja emisión pueden estar presentes en las superficies internas de las secciones orientadas hacia el interior y hacia el exterior 21, 22 de la pared 19 para prevenir sustancialmente pérdidas de calor por radiación.

Aunque la forma del aislamiento 18 se describe aquí generalmente como sustancialmente cilíndrica o similar, el aislamiento térmico 18 podría tener otra forma, por ejemplo, para recibir y aislar una configuración diferente del aparato 1, tal como formas y tamaños diferentes de la cámara de calentamiento 4, el calentador 3, el alojamiento 7 o la fuente de energía 2. Por ejemplo, el tamaño y la forma del aislamiento de vacío profundo 18, tal como una barrera térmica conformada al vacío Insulon® mencionada anteriormente, son sustancialmente ilimitados en su proceso de fabricación. Materiales adecuados para formar la estructura convergente descrita anteriormente incluyen cerámicas, metales, metaloides y combinaciones de estos.

Con referencia a la ilustración esquemática de la figura 13, un puente térmico 23 puede conectar la sección orientada hacia el interior 21 con la sección orientada hacia el exterior 22 por uno o más bordes del aislamiento 18 con el fin de abarcar completamente y contener el núcleo de baja presión 20. El puente térmico 23 puede comprender una pared 19 formada del mismo material que las secciones orientadas hacia el interior y el exterior 21, 22. Un material adecuado es acero inoxidable, como ya se ha comentado. El puente térmico 23 tiene una conductividad térmica mayor que el núcleo aislante 20 y, por tanto, puede conducir de manera no deseable calor fuera del aparato 1 y, al hacerlo, reducir la eficiencia con la que se calienta el material fumable 5.

Para reducir las pérdidas de calor debidas al puente térmico 23, el puente térmico 23 se puede extender para aumentar su resistencia para calentar el flujo de la sección orientada hacia el interior 21 a la sección orientada hacia el exterior 22. Esto se ilustra esquemáticamente en la figura 14. Por ejemplo, el puente térmico 23 puede seguir una trayectoria indirecta entre el interior la sección orientada hacia el interior 21 de la pared 19 y la sección orientada hacia el exterior 22 de la pared 19. Esto se puede facilitar proporcionando el aislamiento 18 sobre una distancia longitudinal que no sea más larga que las longitudes del calentador 3, la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5, de manera que el puente térmico 23 pueda extenderse gradualmente desde la sección orientada hacia el interior 21 hasta la sección orientada hacia el exterior 22 a lo largo de la trayectoria indirecta, reduciendo así el espesor del núcleo 20 a cero, en una ubicación longitudinal del alojamiento 7 donde el calentador 3, la cámara de calentamiento 4 y el material fumable 5 no están presentes.

Con referencia a la figura 16, tal como se analiza anteriormente, la cámara de calentamiento 4 aislada por el aislamiento 18 puede comprender válvulas de entrada y salida 24 que sellan herméticamente la cámara de calentamiento 4 al cerrarse. Las válvulas 24 pueden evitar de ese modo que entre y salga aire de la cámara 4 de manera no deseada y pueden evitar que los sabores del material fumable entren y salgan de la cámara 4. Las válvulas de entrada y salida 24, por ejemplo, pueden proporcionarse en el aislamiento 18. Por ejemplo, entre caladas, el controlador 12 puede cerrar las válvulas 24 para que todas las sustancias volatilizadas permanezcan contenidas dentro de la cámara 4. La presión parcial de las sustancias volatilizadas entre caladas alcanza la presión de vapor saturado y por tanto la cantidad de sustancias evaporadas depende solo de la temperatura de la cámara de calentamiento 4. Esto ayuda a asegurar que el suministro de nicotina volatilizada y compuestos aromáticos se mantenga constante entre caladas. Durante la calada, el controlador 12 está configurado para abrir las válvulas 24 para que pueda circular aire a través de la cámara 4 para llevar componentes de material fumable volatilizados a la boquilla 6. Una membrana puede colocarse en las válvulas 24 para asegurar que no entre oxígeno en la cámara 4. Las válvulas 24 pueden ser accionadas con la respiración para que las válvulas 24 se abran en respuesta a la detección de una calada en la boquilla 6. Las válvulas 24 pueden cerrarse en respuesta a una detección de que ha terminado una calada. Alternativamente, las válvulas 24 pueden cerrarse una vez transcurrido un período predeterminado después de su apertura. El controlador 12 puede programar el período predeterminado. Opcionalmente, un medio de apertura/cierre mecánico u otro medio adecuado puede estar presente para que las válvulas 24 se abran y cierren automáticamente. Por ejemplo, el movimiento gaseoso causado por un usuario que da una calada en la boquilla 6 se puede usar para abrir y cerrar las válvulas 24. Por tanto, el uso del controlador 12 no se requiere necesariamente para accionar las válvulas 24.

La masa del material fumable 5 que es calentada por el calentador 3, por ejemplo, por cada región de calentamiento 10, puede estar en el intervalo de 0,2 a 1,0 g. La temperatura a la que se calienta el material fumable 5 puede ser controlable por el usuario, por ejemplo, a cualquier temperatura dentro de la gama de temperaturas de 120 °C a 250 °C, como se describe anteriormente. La masa del aparato 1, como un todo, puede estar en el intervalo de 70 a 125 g, aunque la masa del aparato 1 puede ser menor al incorporar el tipo de calentador 3 descrito anteriormente y/o el aislamiento de vacío profundo 18. Se puede usar una batería 2 con una capacidad de 1000 a 3000 mAh y una tensión de 3,7 V. Las regiones de calentamiento 10 pueden configurarse para calentar de manera individual y selectiva entre aproximadamente 10 y 40 secciones de material fumable 5 para un solo cartucho 11.

Se apreciará que cualquiera de las alternativas descritas anteriormente puede utilizarse individualmente o en combinación.

Con el fin de solucionar varios problemas y avanzar en la técnica, la totalidad de esta divulgación muestra a modo de ilustración varias realizaciones en las que la invención o invenciones reivindicadas pueden ponerse en práctica y proporcionar aparatos superiores. Las ventajas y características de la divulgación son solo de una muestra representativa de realizaciones y no son exhaustivas y/o exclusivas. Se presentan solo para ayudar a entender y enseñar las características reivindicadas. Debe entenderse que las ventajas, realizaciones, ejemplos, funciones, características, estructuras y/u otros aspectos de la divulgación no deben ser considerados como limitaciones en la divulgación, según lo definido en las reivindicaciones o limitaciones de sus equivalentes, y que pueden utilizarse otras realizaciones y hacerse modificaciones sin apartarse del ámbito de aplicación y/o espíritu de la divulgación. Varias realizaciones pueden, de manera adecuada, comprender, consistir en o consistir esencialmente en, varias combinaciones de los elementos, componentes, características, partes, pasos, medios, etc. divulgados. Además, la divulgación incluye otras invenciones no reivindicadas actualmente, pero que pueden ser reivindicadas en un futuro.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de calentamiento de material fumable (1) que comprende un calentador (3) dispuesto para calentar material fumable (5), en el que el calentador (3) comprende un sustrato (3a) y al menos un elemento de calentamiento impreso (3b) situado dentro del sustrato (3a) para calentar el sustrato (3a) a fin de hacer que el sustrato (3a) volatilice al menos un componente del material fumable (5) para inhalación.
2. Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el calentador (3) comprende una estructura de adaptación de dilatación térmica.
3. Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el coeficiente de dilatación térmica del elemento de calentamiento (3b) es sustancialmente igual al coeficiente de dilatación térmica del sustrato (3a).
4. Aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento de calentamiento (3b) y el sustrato (3a) se sinterizan para formar una estructura unida químicamente.
5. Aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sustrato (3a) comprende un material cerámico y el elemento de calentamiento (3b) comprende un material de traza eléctricamente resistente.
6. Aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el sustrato (3a) es proximal a una cámara de calentamiento de material fumable (4) configurada para contener el cuerpo de material fumable (5) durante el calentamiento.
7. Aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende una pluralidad de los elementos de calentamiento (3b) dispuestos en capas dentro del sustrato (3a).
8. Aparato (1) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que las capas de elementos de calentamiento (3b) están interconectadas por vías del elemento de calentamiento a través del sustrato (3a).
9. Aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para calentar el material fumable (5) a una temperatura de volatilización de material fumable de al menos 120 grados centígrados.
10. Aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado para calentar el material fumable (5) a una temperatura de volatilización de material fumable de entre 120 grados centígrados y 250 grados centígrados.
11. Aparato (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, configurado para calentar el material fumable (5) a una temperatura de volatilización de material fumable de entre 130 grados centígrados y 180 grados centígrados.
12. Uso de un calentador (3) que comprende un sustrato (3a) y al menos un elemento de calentamiento impreso (3b) situado dentro del sustrato (3a) para calentar el sustrato (3a) y hacer que el sustrato (3a) volatilice al menos un componente de material fumable (5) para inhalación.
13. Método para calentar material fumable (5), que comprende:
calentar un sustrato (3a) a una temperatura de volatilización de material fumable (5) utilizando al menos un elemento de calentamiento impreso (3b) situado dentro del sustrato (3a) y haciendo que el sustrato calentado (3a) volatilice al menos un componente de material fumable (5) para inhalación.

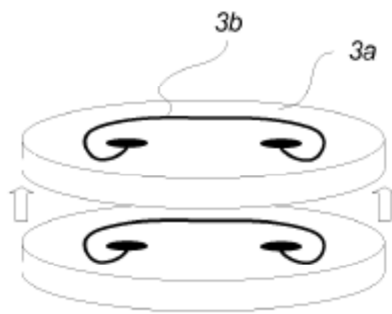


FIG. 1

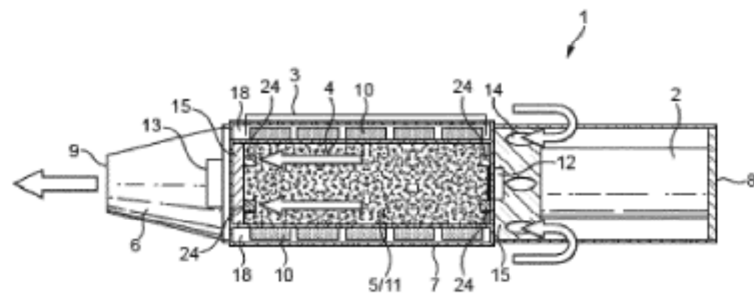


FIG. 2

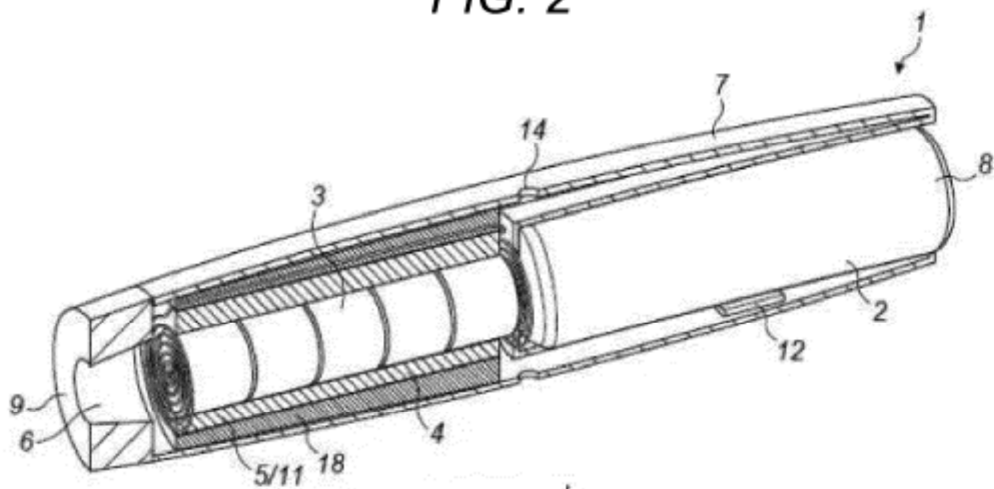


FIG. 3

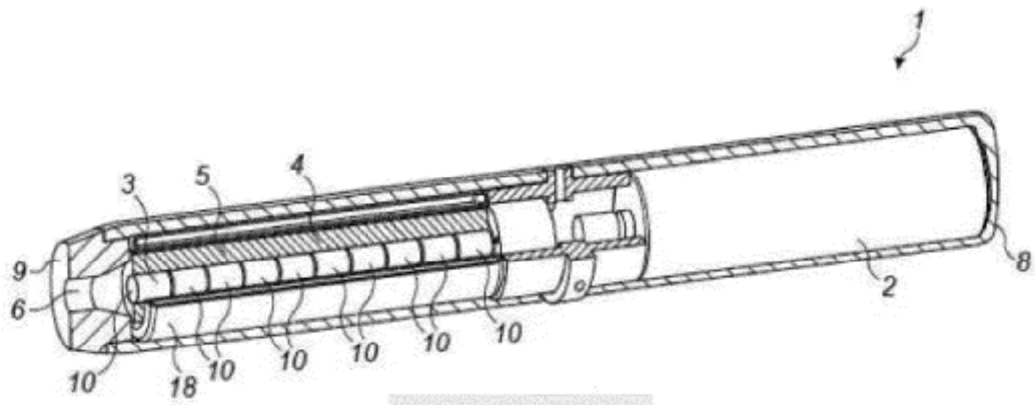


FIG. 4

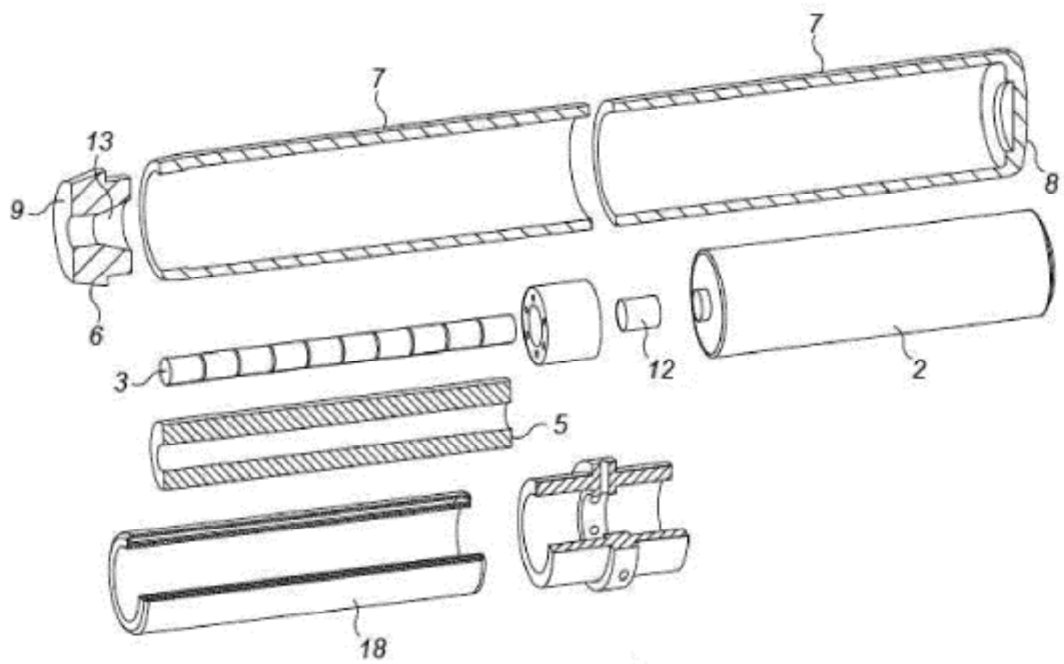


FIG. 5

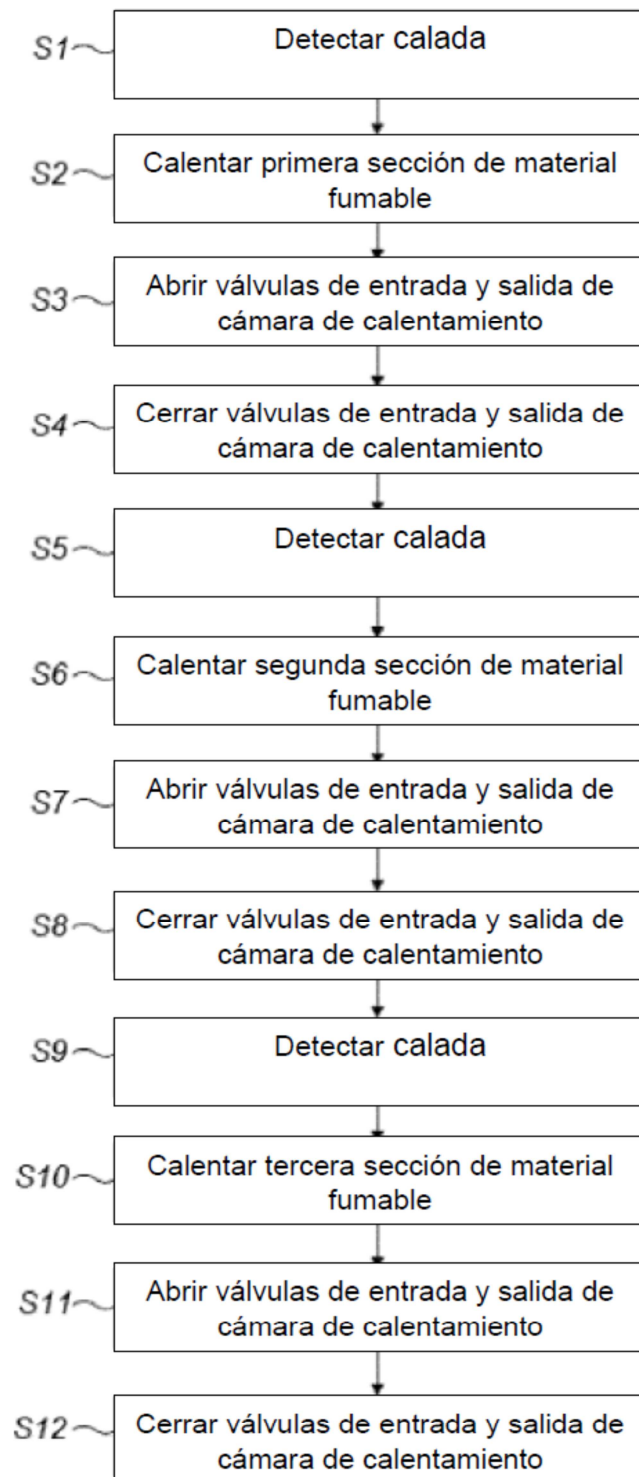


FIG. 6

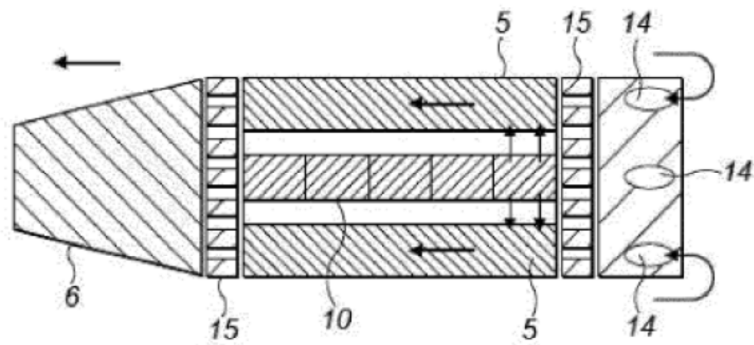


FIG. 7

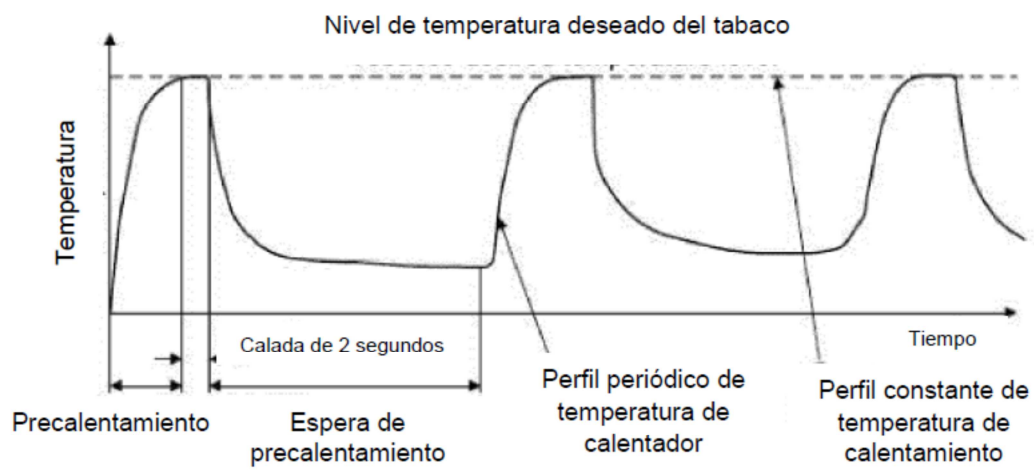


FIG. 8

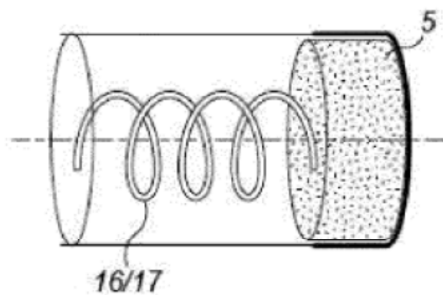


FIG. 9

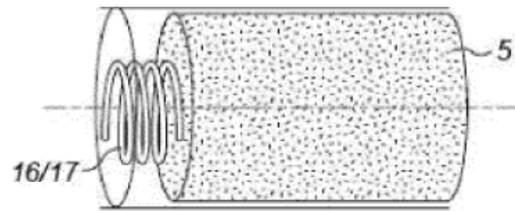


FIG. 10

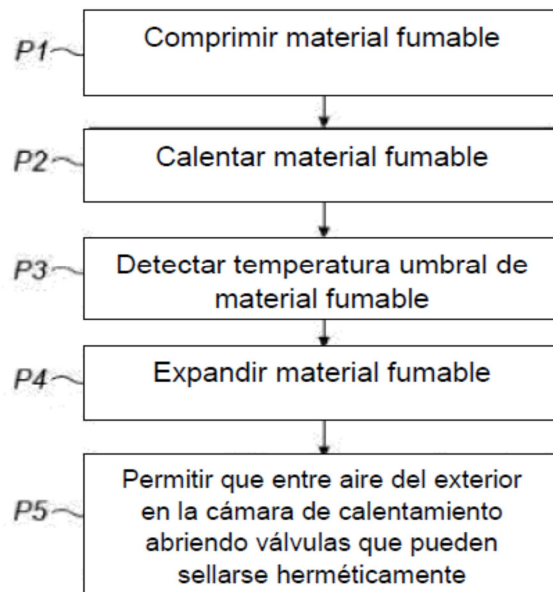


FIG. 11

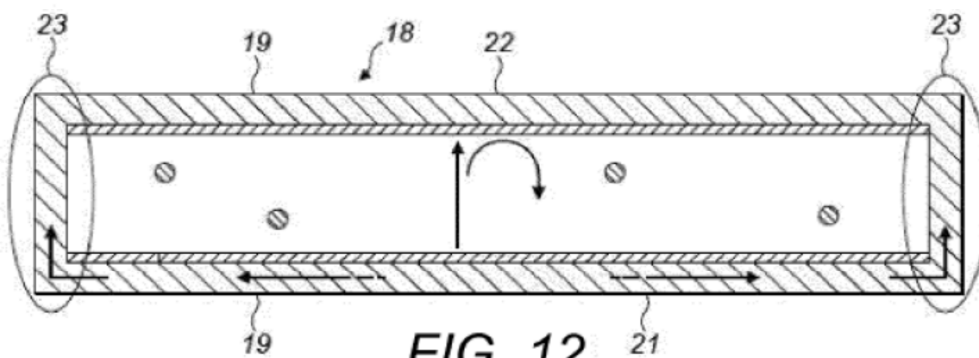


FIG. 12

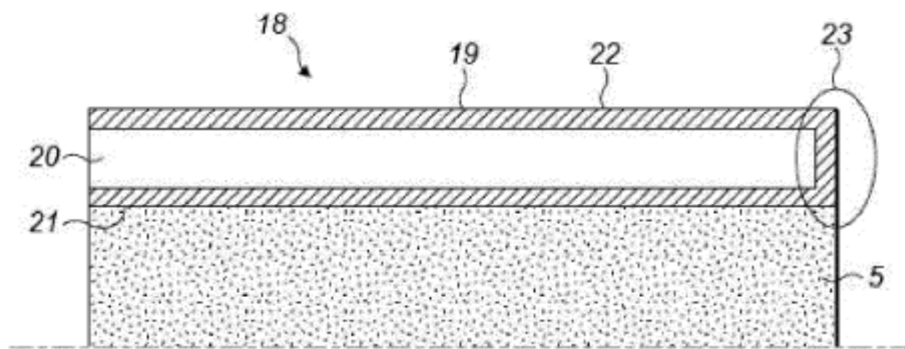


FIG. 13

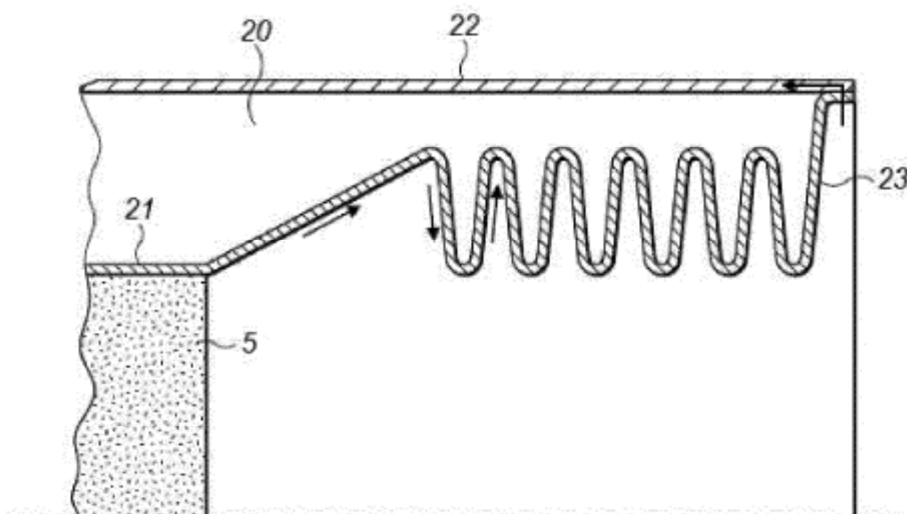


FIG. 14

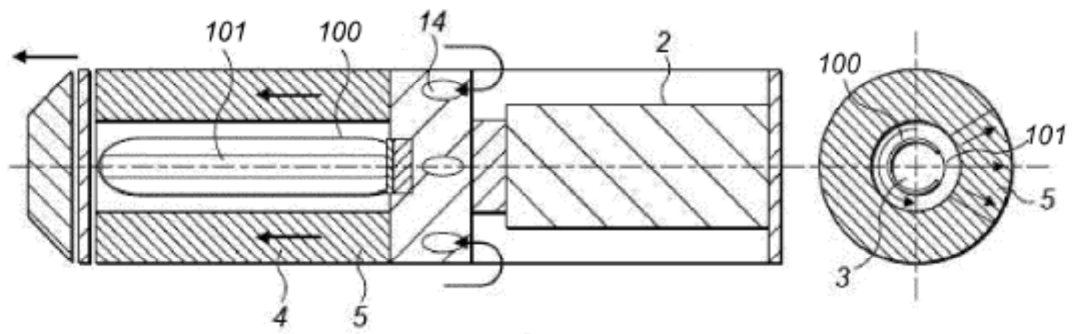


FIG. 15

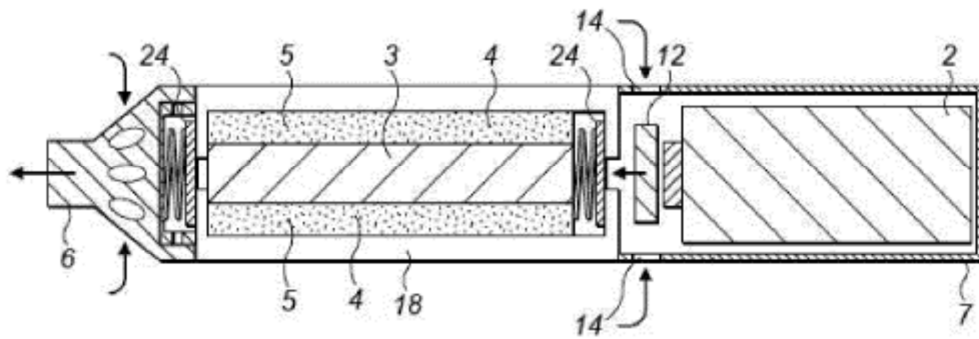


FIG. 16

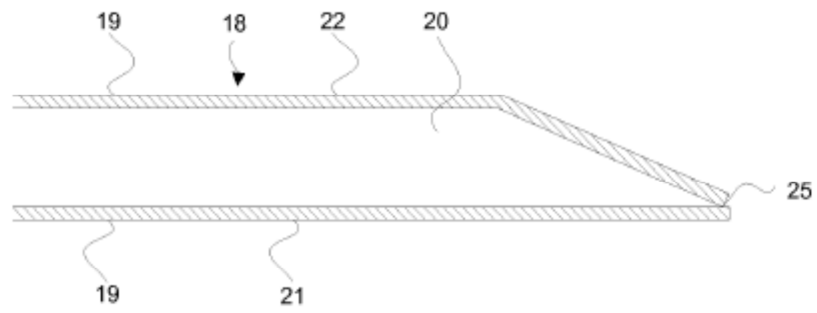


FIG. 17