

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 027**

51 Int. Cl.:

A24F 47/00 (2010.01)

A61M 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.07.2017 PCT/EP2017/068675**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.02.2018 WO18019786**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2017 E 17748690 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.06.2020 EP 3490394**

54 Título: **Aparato para calentar material fumable**

30 Prioridad:

26.07.2016 US 201662366800 P

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

25.02.2021

73 Titular/es:

**NICOVENTURES TRADING LIMITED (100.0%)
Globe House, 1 Water Street
London WC2R 3LA, GB**

72 Inventor/es:

**THORSEN, MITCHEL y
WATKINS, ROGER**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 808 027 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

Aparato para calentar material fumable

Campo técnico

La presente invención se refiere a un aparato dispuesto para calentar material fumable.

5 Antecedentes

Artículos como, por ejemplo, cigarrillos, puros y similares queman el tabaco durante su uso para crear humo de tabaco. Se han llevado a cabo intentos de proveer alternativas a dichos artículos, los cuales queman tabaco, mediante la creación de productos que liberan compuestos sin quemarlos. Ejemplos de dichos productos son los así llamados productos que calientan, pero no queman, también conocidos como productos que calientan el tabaco o dispositivos que calientan el tabaco, los cuales liberan compuestos mediante calentamiento, pero no quemado, del material. El material puede ser, por ejemplo, tabaco u otros productos diferentes del tabaco o una combinación como, por ejemplo, una mezcla combinada, que puede o puede no contener nicotina.

El documento de patente WO2013/098396A2 describe medios para controlar la temperatura de un elemento de calentamiento.

15 Compendio

Según un primer aspecto de la presente invención, se provee un método para controlar una disposición de calentador en un aparato dispuesto para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente de dicho material fumable, el método comprendiendo: implementar un bucle de control de calentador para controlar un elemento de calentamiento de la disposición de calentador para calentar una zona del aparato hasta una temperatura objetivo, en donde el bucle de control comprende, en uno o más períodos de control sucesivos, llevar a cabo las etapas de: determinar una temperatura actual en la zona; determinar una velocidad de cambio actual de temperatura en la zona; y determinar un tiempo de encendido restante actual para que el elemento de calentamiento de la disposición de calentamiento caliente la zona hasta la temperatura objetivo según la velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se provee un aparato configurado para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente de dicho material fumable, el aparato comprendiendo: una disposición de calentador que comprende elemento de calentamiento; un controlador configurado para implementar un bucle de control de calentador para controlar el elemento de calentamiento de la disposición de calentador para calentar una zona del aparato hasta una temperatura objetivo, en donde el bucle de control comprende, en uno o más períodos de control sucesivos, las etapas de: determinar una temperatura actual en la zona; determinar una velocidad de cambio actual de temperatura en la zona; y determinar un tiempo de encendido restante actual para que el elemento de calentamiento caliente la zona hasta la temperatura objetivo según la velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona.

Según un tercer aspecto de la presente invención, también se provee un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que comprende un conjunto de instrucciones legibles por ordenador allí almacenadas, las cuales, cuando se ejecutan por un sistema de procesamiento, hacen que el sistema de procesamiento lleve a cabo un método de control de una disposición de calentador en un aparato dispuesto para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente de dicho material fumable, el método comprendiendo: implementar un bucle de control de calentador para controlar un elemento de calentamiento de la disposición de calentador para calentar una zona del aparato hasta una temperatura objetivo, en donde el bucle de control comprende, en uno o más períodos de control sucesivos, llevar a cabo las etapas de: determinar una temperatura actual en la zona; determinar una velocidad de cambio actual de temperatura en la zona; y determinar un tiempo de encendido restante actual para que el elemento de calentamiento de la disposición de calentamiento caliente la zona hasta la temperatura objetivo según la velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona.

45 Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán realizaciones de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de un aparato para calentar un material fumable;

la Figura 2 muestra una vista en sección transversal lateral del aparato de la Figura 1 con un artículo consumible insertado;

la Figura 3 muestra una vista en sección transversal lateral del aparato de la Figura 1 sin un artículo consumible insertado;

la Figura 4 muestra una vista lateral en perspectiva del aparato de la Figura 1 con algunos paneles externos ausentes para mostrar componentes interiores del aparato;

5 la Figura 5a muestra una vista lateral de un componente interno del aparato de la Figura 1;

la Figura 5b muestra una primera vista en perspectiva del componente interno del aparato de la Figura 1;

la Figura 5c muestra una segunda vista en perspectiva del componente interno del aparato de la Figura 1;

la Figura 5d muestra una vista posterior del componente interno del aparato de la Figura 1;

la Figura 6 muestra una vista posterior de un componente interno alternativo del aparato de la Figura 1;

10 la Figura 7 muestra una vista en planta de un panel frontal del aparato para calentar un material fumable;

la Figura 8 muestra una vista lateral del panel frontal de la Figura 7;

la Figura 9 muestra una vista en perspectiva del panel frontal de la Figura 7;

la Figura 10 muestra una vista en planta del panel frontal de la Figura 7 con un artículo consumible insertado;

15 la Figura 11 muestra una vista en perspectiva de una disposición de calentamiento del aparato para calentar un material fumable;

la Figura 12 muestra un gráfico que muestra la evolución temporal de una temperatura objetivo y medida correspondiente dentro de la disposición de calentamiento de la Figura 11;

la Figura 13 muestra una vista en perspectiva de una disposición de calentamiento alternativa del aparato para calentar un material fumable;

20 la Figura 14 muestra un gráfico que muestra la evolución temporal de un par de temperaturas objetivo y medida correspondiente dentro de la disposición de calentamiento de la Figura 13.

Descripción detallada

25 Según su uso en la presente memoria, el término "material fumable" incluye materiales que proveen componentes volatilizados tras el calentamiento, normalmente en la forma de un aerosol. "Material fumable" incluye cualquier material que contenga tabaco y puede, por ejemplo, incluir uno o más de tabaco, derivados del tabaco, tabaco expandido, tabaco reconstituido o sustitutos del tabaco. "Material fumable" también puede incluir otros productos, diferentes del tabaco, los cuales, dependiendo del producto, pueden o pueden no contener nicotina. "Material fumable" puede, por ejemplo, ser en la forma de un sólido, un líquido, un gel o una cera o similares. "Material fumable" también puede, por ejemplo, ser una combinación o mezcla de materiales.

30 Se conoce un aparato que calienta material fumable para volatilizar al menos un componente del material fumable, normalmente para formar un aerosol que puede inhalarse, sin quemar o combustionar el material fumable. Dicho aparato se describe a veces como un aparato "que calienta, pero no quema" o un "producto de calentamiento de tabaco" o "dispositivo de calentamiento de tabaco" o similar. De manera similar, también están los llamados dispositivos de cigarrillos electrónicos, los cuales normalmente vaporizan un material fumable en la forma de un líquido, que puede o puede no contener nicotina. El material fumable puede ser en la forma de o proveerse como parte de una varilla, cartucho o casete o similares que puede insertarse en el aparato. Un calentador para calentar y volatilizar el material fumable puede proveerse como una parte "permanente" del aparato o puede proveerse como parte del artículo para fumadores o consumible que se descarta y reemplaza después del uso. Un "artículo para fumadores" en el presente contexto es un dispositivo o artículo u otro componente que incluye o contiene durante el uso el material fumable que, durante el uso, se calienta para volatilizar el material fumable y, de manera opcional, otros componentes.

Con referencia, inicialmente, a las Figuras 1 a 4, se muestra un ejemplo de un aparato 1 dispuesto para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente de dicho material fumable, normalmente para formar un aerosol que puede inhalarse. El aparato 1 es un aparato 1 de calentamiento que libera compuestos mediante el calentamiento, pero no quemado, del material fumable.

45 A veces, se hace referencia a un primer extremo 3 en la presente memoria como la boca o extremo 3 proximal del dispositivo 1 y a veces se hace referencia a un segundo extremo 5 en la presente memoria como el extremo 5 distal

del dispositivo 1. El aparato 1 tiene un botón 7 de encendido/apagado para permitir que el aparato 1 en su conjunto se encienda o apague según lo desee el usuario.

5 El aparato 1 comprende una carcasa 9 para ubicar y proteger varios componentes internos del aparato 1. En el ejemplo que se muestra, la carcasa 9 comprende una manga 11 de cuerpo único que abarca el perímetro del aparato 1, cubierto con un panel 17 superior que define, en general, la "parte superior" del aparato 1 y un panel 19 inferior que define, en general, la "parte inferior" del aparato 1. En otro ejemplo, la carcasa comprende un panel frontal, un panel posterior y un par de paneles laterales opuestos además del panel 17 superior y del panel 19 inferior.

10 El panel 17 superior y/o el panel 19 inferior pueden fijarse, de manera extraíble, a la manga 11 de cuerpo único, para permitir el fácil acceso al interior del aparato 1, o pueden fijarse "de manera permanente" a la manga 11 de cuerpo único, por ejemplo, para impedir que un usuario acceda al interior del aparato 1. En un ejemplo, los paneles 17 y 19 están hechos un material plástico, incluido, por ejemplo, nylon con fibra de vidrio formado por moldeo por inyección, y la manga 11 de cuerpo único está hecha de aluminio, aunque otros materiales y otros procesos de fabricación pueden usarse.

15 El panel 17 superior del aparato 1 tiene una abertura 20 en el extremo 3 de la boca del aparato 1 a través de la cual, durante el uso, un artículo 21 consumible que contiene material fumable puede insertarse en el aparato 1 y retirarse del aparato 1 por un usuario.

20 La carcasa 9 tiene allí ubicados o fijos una disposición 23 de calentador, circuitos 25 de control y una fuente 27 de alimentación. En el presente ejemplo, la disposición 23 de calentador, los circuitos 25 de control y la fuente 27 de alimentación son lateralmente adyacentes (es decir, adyacentes cuando se ven desde un extremo), los circuitos 25 de control ubicándose, en general, entre la disposición 23 de calentador y la fuente 27 de alimentación, aunque otras ubicaciones son posibles.

Los circuitos 25 de control pueden incluir un controlador como, por ejemplo, una disposición de microprocesador, configurado y dispuesto para controlar el calentamiento del material fumable en el artículo 21 consumible según se describe más abajo.

25 La fuente 27 de alimentación puede ser, por ejemplo, una batería, la cual puede ser una batería recargable o una batería no recargable. Ejemplos de baterías apropiadas incluyen, por ejemplo, una batería de iones de litio, una batería de níquel (como, por ejemplo, una batería de níquel-cadmio), una batería alcalina y/o similares. La batería 27 se acopla eléctricamente a la disposición 23 de calentador para proveer energía eléctrica cuando se requiera y bajo control de los circuitos 25 de control para calentar el material fumable en el consumible (según se describe, para volatilizar el material fumable sin hacer que el material fumable se queme).

30 Una ventaja de ubicar la fuente 27 de alimentación lateralmente adyacente a la disposición 23 de calentador es que una fuente 27 de alimentación físicamente grande puede usarse sin hacer que el aparato 1 en su conjunto tenga una longitud indebida. Como se comprenderá, en general, una fuente 27 de alimentación físicamente grande tiene más capacidad (es decir, la energía eléctrica total que puede proveerse, con frecuencia medida en amperios-hora o similares) y, por consiguiente, la vida útil de la batería para el aparato 1 puede ser más larga.

35 En un ejemplo, la disposición 23 de calentador es, en general, en la forma de un tubo cilíndrico hueco, que tiene una cámara 29 de calentamiento interior hueca en la cual el artículo 21 consumible que comprende el material fumable se inserta para calentarse durante el uso. Diferentes disposiciones para la disposición 23 de calentador son posibles. Por ejemplo, la disposición 23 de calentador puede comprender un solo elemento de calentamiento o puede estar formada por múltiples elementos de calentamiento alineados a lo largo del eje longitudinal de la disposición 23 de calentador. El o cada elemento de calentamiento puede ser anular o tubular, o al menos en parte anular o en parte tubular alrededor de su circunferencia. En un ejemplo, el o cada elemento de calentamiento puede ser un calentador de película fina. En otro ejemplo, el o cada elemento de calentamiento puede estar hecho de un material cerámico. Ejemplos de materiales cerámicos apropiados incluyen alúmina y nitruro de aluminio y cerámica de nitruro de silicio, los cuales pueden ser laminados y sinterizados. Otras disposiciones de calentamiento son posibles, incluidos, por ejemplo, calentamiento inductivo, elementos de calentador infrarrojo, los cuales se calientan por la emisión de radiación infrarroja, o elementos de calentamiento resistivo formados por, por ejemplo, un bobinado eléctrico resistivo.

40 En un ejemplo particular, la disposición 23 de calentador se soporta por un tubo de soporte de acero inoxidable y comprende un elemento de calentamiento de poliimida. La disposición 23 de calentador tiene dimensiones de modo que, cuando el artículo 21 consumible se inserta en el aparato 1, sustancialmente todo el material fumable se calienta durante el uso.

45 El o cada elemento de calentamiento puede disponerse de modo que zonas seleccionadas del material fumable pueden calentarse de forma independiente, por ejemplo, en turnos (con el tiempo) o juntas (de manera simultánea), según se desee.

La disposición 23 de calentador en el presente ejemplo está rodeada a lo largo de al menos parte de su longitud por un aislante 31 término. El aislante 31 ayuda a reducir el calor que pasa de la disposición 23 de calentador al exterior del aparato 1. Ello ayuda a mantener bajos los requisitos de energía para la disposición 23 de calentador dado que reduce, en general, las pérdidas de calor. El aislante 31 también ayuda a mantener el exterior del aparato 1 frío durante el funcionamiento de la disposición 23 de calentador. En un ejemplo, el aislante 31 puede ser una manga de doble pared que provee una región de baja presión entre las dos paredes de la manga. Es decir, el aislante 31 puede ser, por ejemplo, un tubo "de vacío", a saber, un tubo que se ha evacuado al menos parcialmente para minimizar la transferencia de calor por conducción y/o convección. Otras disposiciones para el aislante 31 son posibles, incluido el uso de materiales aislantes del calor, incluido, por ejemplo, un material tipo espuma apropiado, además de o en lugar de una manga de doble pared.

La carcasa 9 puede además comprender varias estructuras 37 de soporte internas (se ven mejor en la Figura 4) para soportar todos los componentes internos, así como la disposición 23 de calentamiento.

El aparato 1 además comprende un collar 33 que se extiende alrededor de y se proyecta desde la abertura 20 hacia el interior de la carcasa 9 y una cámara 35, en general, tubular, la cual se ubica entre el collar 33 y un extremo de la manga 31 de vacío.

Un extremo de la cámara 35 se conecta a y se apoya en el collar 33 y el otro extremo de la cámara 35 se conecta al único extremo de la manga 31 de vacío y, por lo tanto, soporta la manga 31 de vacío. Por consiguiente, como se ve mejor en la Figura 3, el collar 33, la cámara 35 y el tubo 31 de vacío/la disposición 23 de calentador se disponen coaxialmente, de modo que, como mejor se ve en la Figura 2, cuando el artículo 21 consumible se inserta en el aparato 1, se extiende a través del collar 33 y la cámara 35 hacia la cámara 29 de calentador.

Según se describe más arriba, en el presente ejemplo, la disposición 23 de calentador es, en general, en la forma de un tubo cilíndrico hueco y el presente tubo está en comunicación fluida con la abertura 20 en el extremo 3 de boca del dispositivo 1 mediante la cámara 35 y el collar 33.

Con referencia, ahora, a las Figuras 5a a 5d, en el presente ejemplo, la cámara 35 comprende un cuerpo 35a tubular que tiene un primer extremo 35b abierto y un segundo extremo 35c abierto. El cuerpo 35a tubular comprende una primera sección 35d que se extiende del primer extremo 35b abierto a aproximadamente la mitad del trayecto a lo largo del cuerpo 35a tubular y la segunda sección 35e se extiende de aproximadamente la mitad del trayecto a lo largo del cuerpo 35a tubular al segundo extremo 35c abierto. La primera sección 35d tiene un diámetro interno sustancialmente constante y la segunda sección 35e tiene un diámetro interno que se reduce hacia el segundo extremo 35c abierto.

La cámara 35 además comprende una estructura 35f de refrigeración, la cual, en el presente ejemplo, comprende múltiples aletas 35f de refrigeración espaciadas a lo largo del cuerpo 35a, cada una de las cuales se dispone circunferencialmente alrededor del cuerpo 35a.

La cámara 35 también comprende una porción 35g de reborde alrededor del segundo extremo 35c abierto y múltiples salientes o clips 35h también dispuestos alrededor del segundo extremo 35c abierto. Cada clip 35h tiene, en general, forma de "L" y comprende una primera porción 35h1 que se une a la porción 35g de reborde y una segunda porción 35h2 que es, en general, perpendicular a la primera porción 35h1 y que se extiende en una dirección, en general, paralela al eje longitudinal del cuerpo 35a tubular. Cada segunda porción 35h2 comprende una superficie 35i escalonada que mira hacia un eje que se extiende a lo largo del eje longitudinal del cuerpo 35a tubular y cuya superficie 35i escalonada es ligeramente curva.

Como mejor se ve en la Figura 3, en el presente ejemplo, la cámara 35 se ubica en la carcasa 9 entre el collar 33 y el tubo 31 de vacío/calentador 23. De manera más específica, (i) en el segundo extremo 35c, el reborde 35g hace tope con una porción de extremo de un tubo de políimida de la disposición 23 de calentador con los clips 35h conectándose de manera elástica al tubo de políimida mediante sus superficies 35i escalonadas y las superficies exteriores de los clips correspondiéndose con el interior de la manga 31 de vacío (ii) en el primer extremo 35b abierto, la cámara 35 se conecta al collar 33 por medio de crestas 60, las cuales forman parte del collar 33 y se proyectan hacia la cámara 35. Las crestas 60 están en ángulo de un primer extremo 62 del collar 33 a un segundo extremo 63 del collar hacia un eje que se extiende a lo largo del eje longitudinal del collar 33 y cámara 35. Las crestas se encuentran al mismo nivel que la superficie interna de la cámara 35 para formar un ajuste exacto.

Como mejor se aprecia a partir de la Figura 2, el diámetro interior de la primera sección 35d de la cámara 35 hueca es más grande que el diámetro externo del artículo 21 consumible. Hay, por lo tanto, un espacio 36 de aire entre la cámara 35 hueca y el artículo 21 consumible cuando este se inserta en el aparato sobre al menos parte de la longitud de la cámara 35 hueca. El espacio 36 de aire se encuentra alrededor de toda la circunferencia del artículo 21 consumible en dicha región.

Como mejor se ve en la Figura 5c y Figura 5d, en el segundo extremo 35c abierto, la cámara 35 comprende múltiples (en el presente ejemplo, 3) lóbulos pequeños o crestas 35j dispuestas circunferencialmente alrededor de una superficie interior de la cámara 35 en la periferia del segundo extremo 35c abierto. Cada uno de los lóbulos 35j se extiende una pequeña distancia en una dirección paralela al eje longitudinal de la cámara 35 y también se extiende una pequeña cantidad radialmente en el segundo extremo 35c abierto. Juntos, los lóbulos 35j proveen una sección de agarre que sujeta el artículo 21 consumible con el fin de posicionar y retener correctamente la porción del artículo 21 consumible que se encuentra dentro de la cámara 35 cuando el artículo 21 consumible se encuentra dentro del aparato 1. Entre ellos, los lóbulos 35j comprimen o aprietan ligeramente el artículo 21 consumible en la región o regiones del artículo consumible que se contactan por los lóbulos 35j. Los lóbulos 35j pueden estar hechos de un material elástico (o ser elásticos de otra manera) de modo que se deforman ligeramente (por ejemplo, se comprimen) para sujetar mejor el artículo 21 consumible cuando este se inserta en el aparato 1 pero luego vuelven a su forma original cuando el artículo 21 consumible se retira del aparato 1. Los lóbulos 35j pueden formarse integralmente con la cámara 35 o pueden ser componentes separados que se fijan dentro de la cámara 35. El diámetro interior alrededor de los lóbulos puede ser, por ejemplo, de 5,377 mm.

En un ejemplo alternativo que se muestra en la Figura 6, una sección 35k de agarre elástica dentro de la cámara 35 hueca define una abertura 35l sustancialmente ovalada que puede extenderse a lo largo del eje longitudinal de la cámara 35 hueca y que, cuando el artículo 21 consumible se inserta en el aparato 1, ligeramente comprime o aprieta la sección del artículo 21 consumible que se encuentra en la abertura 35l ovalada de modo que la presente sección del artículo 21 consumible se deforma de ser circular a ser ovalada en sección transversal. En un ejemplo, la sección 35k de agarre se ubica hacia el primer extremo 35b abierto. En un ejemplo, el ancho de la sección ovalada puede aumentarse o reducirse para aumentar o reducir la fuerza de inserción/retención. En un ejemplo adicional, pequeñas ranuras (no se muestran) pueden añadirse en la superficie de la abertura 35l ovalada que interferirán con el artículo 21 consumible antes que toda el área de superficie de la abertura 35l ovalada. Ello minimizará la sensibilidad de inserción/extracción a las transiciones de los varios componentes de artículo consumible (tabaco, papel boquilla, tubo de papel) que atraviesan la sección 35k de agarre.

En un ejemplo adicional, una combinación de los lóbulos 35j y la sección 35k de agarre ovalada puede usarse para retener el artículo 21 consumible en la cámara 35 hueca. Por ejemplo, una sección 35k de agarre ovalada y la disposición de los lóbulos 35j pueden espaciarse longitudinalmente en la cámara 35 hueca y actuar de forma separada para retener un artículo 21 consumible insertado en el lugar, o los lóbulos 35j pueden disponerse alrededor de la superficie de la sección 35k de agarre ovalada.

La cámara 35 puede estar hecha, por ejemplo, de un material plástico, incluido, por ejemplo, poliéter éter cetona (PEEK).

Con referencia, nuevamente, a las Figuras 2 a 4, en un ejemplo, la cámara 29 de calentamiento tiene una región 38 de diámetro interno reducido hacia el extremo 5 distal. La presente región 38 provee un tope de extremo para el artículo 21 consumible que atraviesa la abertura en el extremo 3 de boca. La presente región 38 de diámetro interno reducido puede, por ejemplo, proveerse por un tubo hueco del tipo descrito en detalle en nuestra solicitud de patente provisional de Estados Unidos pendiente no. 62/185,227, presentada el 26 de junio de 2015, cuyo contenido total se incorpora a la presente por referencia.

El aparato 1 puede además comprender una puerta 39 en el extremo 5 distal que abre y cierra una abertura en el panel posterior para proveer acceso a la cámara 29 de calentamiento de modo que la cámara de calentamiento pueda limpiarse. Ejemplos de puertas apropiadas también se describen en mayor detalle en nuestra solicitud pendiente 62/185,227.

Con referencia, ahora, a las Figuras 7 a 10 en particular, se muestra un ejemplo del panel 17 superior del aparato 1. El panel 17 superior forma, en general, el extremo 3 frontal de la carcasa 9 del aparato. El panel 17 superior soporta el collar 33 que define un punto de inserción en la forma de la abertura 20 a través de la cual el artículo 21 consumible se inserta, de manera extraíble, en el aparato 1 durante el uso.

El collar 33 se extiende alrededor de y se proyecta desde la abertura 20 hacia el interior de la carcasa 9. En un ejemplo, el collar 33 está integrado al panel 17 superior de la carcasa de modo que el collar 33 y el panel 17 superior forman una sola pieza. En un ejemplo alternativo, el collar 33 es un elemento distinto del panel 17 superior, pero puede fijarse al panel 17 superior a través de una fijación como, por ejemplo, un mecanismo de bloqueo, adhesivo, tornillos. Otras fijaciones que son apropiadas para fijar el collar 33 al panel 17 superior pueden usarse.

En el presente ejemplo, el collar 33 comprende múltiples crestas 60 dispuestas circunferencialmente alrededor de la periferia de la abertura 20 y las cuales se proyectan hacia la abertura 20. Las crestas 60 ocupan espacio dentro de la abertura 20 de modo que el tramo abierto de la abertura 20 en las ubicaciones de las crestas 60 es menor que el tramo abierto de la abertura 20 en las ubicaciones sin las crestas 60. Las crestas 60 se configuran para conectarse a un artículo 21 consumible insertado en el aparato para ayudar a asegurarlo dentro del aparato 1.

En un ejemplo, las crestas 60 se encuentran circunferencial e igualmente espaciadas alrededor de la periferia de la abertura 20. En un ejemplo, hay cuatro crestas 60, en otros ejemplos puede haber más o menos de cuatro crestas 60.

La Figura 10 muestra una vista en planta del panel 17 superior del aparato con un artículo 21 consumible insertado en la abertura 20. Las crestas 60 se proyectan hacia la abertura 20 para conectarse al artículo 21 consumible. Los espacios 61 abiertos definidos por pares adyacentes de crestas 60 y el artículo 21 consumible forman trayectos 61 de ventilación alrededor del exterior del artículo 21 consumible. Dichos trayectos 61 de ventilación, como se explicará en mayor detalle más abajo, permiten que vapores calientes que han escapado del artículo 21 consumible abandonen el aparato 1 y permiten que aire frío fluya hacia el aparato 1 alrededor del consumible 21. El ejemplo en la Figura 10 muestra cuatro trayectos 61 de ventilación ubicados alrededor de la periferia del artículo 21 consumible, los cuales proveen ventilación para el aparato 1, aunque puede haber más o menos trayectos 61 de ventilación.

Según se describe más arriba, las crestas 60 se proyectan radialmente hacia la abertura 20 pero, como mejor se aprecia a partir de la Figura 8, también se extienden desde el panel 17 superior hacia la carcasa 9. La proyección de las crestas 60 es en ángulo unas con respecto a otras, de modo que a medida que las crestas 60 se extienden hacia la carcasa, la distancia entre las crestas 60 se reduce. Como mejor se ve en la Figura 3, la proyección de las crestas 60 hacia la carcasa permite al collar 33 conectarse a la cámara 35 por medio de las crestas 60 que se extienden a través del primer extremo 35b abierto de la cámara 35 y que conectan una pared interior de la cámara 35.

Con referencia, nuevamente, en particular, a la Figura 2, en un ejemplo, el artículo 21 consumible es en la forma de una varilla cilíndrica que tiene o contiene material 21a fumable en un extremo posterior en una sección del artículo 21 consumible que se encuentra dentro de la disposición 23 de calentamiento cuando el artículo 21 consumible se inserta en el aparato 1. Un extremo frontal del artículo 21 consumible se extiende desde el aparato 1 y actúa como un conjunto 21b de boquilla que incluye uno o más de un filtro para filtrar aerosol y/o un elemento 21c de refrigeración para enfriar el aerosol. El filtro/elemento 21c de refrigeración se encuentra espaciado del material 21a fumable por un espacio 21d y también se encuentra espaciado de la punta del conjunto 21b de boquilla por un espacio 21e adicional. El artículo 21 consumible se envuelve circunferencialmente en una capa exterior (no se muestra). En un ejemplo, la capa exterior del artículo 21 consumible es permeable para permitir que algunos componentes volatilizadores calientes del material fumable escapen del artículo 21 consumible.

Durante el funcionamiento, la disposición 23 de calentador calentará el artículo 21 consumible para volatilizar al menos un componente del material 21a fumable.

El trayecto de flujo principal para los componentes volatilizadores calientes del material 21a fumable es axialmente a través del artículo 21 consumible, a través del espacio 21d, el filtro/elemento 21c de refrigeración y el espacio 21e adicional antes de entrar en la boca de un usuario a través del extremo abierto del conjunto 21b de boquilla. Sin embargo, algunos de los componentes volatilizadores pueden escapar del artículo 21 consumible a través de su envoltorio exterior permeable y hacia el espacio 36 que rodea el artículo 21 consumible en la cámara 35.

No será deseable que los componentes volatilizadores que fluyen del artículo 21 consumible hacia la cámara 35 se inhalen por el usuario, dado que dichos componentes no atravesarán el filtro/elemento 21c de refrigeración y, por consiguiente, estarán sin filtrar y no estarán fríos.

De manera ventajosa, el volumen de aire que rodea el artículo 21 consumible en la cámara 35 y la pared interior de aleta refrigerada de la cámara 35 hace que al menos algunos de los componentes volatilizadores que escapan del artículo 21 consumible a través de su capa exterior se enfríen y condensen en la pared interior de la cámara 35 y, de esta manera, se evita que dichos componentes volatilizadores se inhalen posiblemente por un usuario.

El presente efecto de refrigeración puede asistirse por aire frío que puede entrar desde el exterior del aparato 1 hacia el espacio 36 que rodea el artículo 21 consumible en la cámara 35 mediante trayectos 61 de ventilación, lo cual permite que el fluido fluya hacia y fuera del aparato. Un trayecto 61 de ventilación se definirá entre un par de las múltiples crestas 60 vecinas para proveer ventilación alrededor del exterior del artículo 21 consumible en el punto de inserción.

En un ejemplo, un segundo trayecto 61 de ventilación se provee entre un segundo par de crestas vecinas para que al menos un componente volatilizado caliente fluya desde el artículo 21 consumible en una segunda ubicación. Por lo tanto, la ventilación se provee alrededor del exterior del artículo 21 consumible en el punto de inserción por el primer y segundo trayectos 61 de ventilación.

Además, componentes volatilizadores calientes que escapan del artículo 21 consumible a través de su envoltorio exterior no se condensan en la pared interna de la cámara 35 y pueden fluir de manera segura fuera del aparato 1 mediante los trayectos 61 de ventilación sin inhalarse por un usuario.

La cámara 35 y la ventilación ayudan, ambas, a reducir la temperatura y el contenido de la composición de vapor de agua liberada en componentes volatilizadores calientes del material fumable.

Ejemplos de un esquema de control de calentador basado en pendiente (bucle de control) se describirán ahora en detalle. El bucle de control de calentador basado en pendiente puede implementarse por un controlador incluido en los circuitos 25 de control con el fin de controlar el funcionamiento de la disposición 23 de calentador para calentar una zona de la cámara 29 de calentamiento.

- 5 Según se describe más arriba, la disposición 23 de calentador puede estar formada por múltiples elementos de calentamiento. Los diferentes elementos de calentamiento de la disposición 23 de calentamiento pueden controlarse de forma individual por el controlador.

10 Con referencia, ahora, a la Figura 11, en el presente ejemplo, la disposición 23 de calentador incluye un elemento 23a de calentamiento y la cámara 29 de calentamiento comprende una zona 29a de calentamiento que se calienta por el elemento 23a de calentamiento. En el presente ejemplo, el elemento 23a de calentamiento funciona para calentar el material fumable posicionado dentro de la zona 29a de calentamiento. El elemento 23a de calentamiento tiene un sensor 111a de temperatura correspondiente asociado a aquel. En el presente ejemplo, el controlador usa mediciones de temperatura del sensor 111a para controlar el funcionamiento del elemento 23a de calentamiento.

15 En el presente ejemplo, el elemento 23a de calentamiento se configura para aumentar su temperatura y, de esta manera, aumentar la temperatura dentro de la zona 29a de calentamiento cuando está funcionando. Se hace referencia al estado en el cual el elemento 23a de calentamiento está funcionando como el estado en el cual el elemento 23a de calentamiento está encendido. Por el contrario, cuando el elemento 23a de calentamiento no está funcionando, se hace referencia a este como apagado. De aquí en adelante, se hará referencia a la duración de tiempo durante la cual el elemento 23a de calentamiento se encuentra encendido como la duración de encendido del elemento de calentamiento.

20 En el presente ejemplo, el controlador implementa el control del elemento 23a de calentamiento mediante el control de un conmutador (no se muestra) configurado para encender o apagar el calentador.

25 El sensor 111a de temperatura usado para el bucle de control de calentador basado en pendiente puede ser cualquier sensor de temperatura apropiado. En un ejemplo, el sensor 111a de temperatura es un detector de temperatura de resistencia o un termopar. En un ejemplo, el sensor 111a de temperatura es un sensor que puede detectar temperaturas de al menos hasta 300°C.

30 En el presente ejemplo, el controlador está en comunicación de datos con el sensor 111a de temperatura, y se configura para adquirir mediciones de temperatura del sensor 111a de temperatura dentro del elemento 23a de calentamiento. El controlador determina la temperatura actual de la zona 29a mediante la adquisición de mediciones de temperatura del sensor 111a de temperatura en primeros intervalos de tiempo dados. En el presente ejemplo, los primeros intervalos de tiempo dados son intervalos de tiempo regulares. En un ejemplo específico, el controlador adquiere mediciones de temperatura del sensor 111a de temperatura cada, por ejemplo, 10 ms. Cualquier intervalo de tiempo regular diferente de 10 ms es posible. En otros ejemplos, los primeros intervalos de tiempo dados son intervalos de tiempo irregulares. En un ejemplo, el controlador adquiere un número de mediciones de temperatura con una medición adquirida cada 10 ms, y deja de adquirir mediciones de temperatura adicionales hasta un tiempo sustancialmente posterior a 10 ms después de la última medición de temperatura.

35 De aquí en adelante, en el presente ejemplo, se supone que los primeros intervalos de tiempo dados, es decir, los intervalos de tiempo en los cuales el controlador monitorea la temperatura medida por el sensor 111a de temperatura, son intervalos de tiempo regulares que duran 10 ms.

40 Los primeros intervalos de tiempo dados definen la frecuencia con la cual el controlador adquiere mediciones de temperatura del sensor 111a de temperatura. Es decir, la frecuencia con la cual la temperatura dentro de la zona 29a de calentamiento se determina.

45 En un ejemplo, el controlador calcula la velocidad de cambio de temperatura con el tiempo, en otras palabras, una "pendiente de temperatura", basada en múltiples mediciones de temperaturas adquiridas en primeros intervalos de tiempo dados del sensor 111a de temperatura. La pendiente de temperatura se calcula mediante el uso de mediciones de temperatura adquiridas cuando el elemento 23a de calentamiento se enciende. La presente pendiente de temperatura calculada corresponde a la velocidad de cambio de temperatura en la zona 29a de calentamiento cuando el elemento 23a de calentamiento está encendido. En el presente ejemplo, el controlador calcula la pendiente de temperatura según dos mediciones de temperatura. Si la duración de encendido del elemento de calentamiento es de 50 300 ms, el controlador puede usar la medición de temperatura adquirida al inicio de la presente duración de 300 ms, y la medición adquirida al finalizar la duración de 300 ms con el fin de calcular la pendiente de temperatura. En otros ejemplos, el controlador calcula la pendiente de temperatura dentro de cualquier intervalo de tiempo apropiado durante la duración de encendido del elemento de calentamiento. En el presente ejemplo, el controlador determina la velocidad de cambio actual de temperatura en la zona 29a mediante el uso de mediciones de temperatura adquiridas del sensor 55 111a de temperatura durante la última duración de encendido del elemento de calentamiento.

En el presente ejemplo, el controlador calcula la pendiente mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{Pendiente calculada} = \frac{(T_2 - T_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (1)$$

5 en donde T_2 representa la medición de temperatura adquirida en un tiempo denotado por t_2 y T_1 representa la medición de temperatura adquirida en un tiempo denotado por t_1 (donde t_2 es un tiempo posterior a t_1). En el ejemplo en el cual $(t_2 - t_1)$ es un intervalo de tiempo durante la duración de encendido del elemento de calentamiento, la pendiente calculada provee una indicación de la velocidad de cambio de temperatura que el elemento 23a de calentamiento puede lograr cuando está encendido.

10 En un ejemplo, el controlador establece un punto de ajuste de temperatura que es una temperatura objetivo a la cual se desea que la zona 23a de calentamiento se encuentre durante una sesión de uso del aparato 1. La presente temperatura objetivo puede depender de cómo el material 21a fumable dentro de la zona 29a de calentamiento se calentará. En el presente ejemplo, el punto de ajuste de temperatura es una temperatura de entre 160°C y 240°C. El controlador puede también variar el punto de ajuste de temperatura durante una sesión de uso del aparato 1.

15 En el presente ejemplo, al inicio de una sesión de uso del aparato 1, el controlador establece un punto de ajuste de temperatura de entre 160°C y 240°C, y enciende el elemento 23a de calentamiento. Una vez que el elemento 23a de calentamiento está encendido, el controlador determina, de manera repetida, la temperatura actual de la zona 29a y la pendiente de temperatura actual en la zona 29a según se describe más arriba.

20 En el presente ejemplo, si la temperatura actual es menor que la temperatura objetivo, el controlador entonces calcula una duración de encendido de elemento de calentamiento total deseada, en otras palabras, el tiempo de encendido restante para el elemento 23a de calentamiento para la cual el elemento 23a de calentamiento debe encenderse con el fin de alcanzar la temperatura objetivo mediante el uso de la pendiente de temperatura actual y la temperatura actual en la zona 29a. En otras palabras, el tiempo de encendido restante es un tiempo en el que el elemento 23a de calentamiento necesita operarse con el fin de lograr un cambio en la temperatura de la temperatura actual al punto de ajuste de temperatura. En el presente ejemplo, la temperatura actual se toma como la última medición de temperatura adquirida por el controlador del sensor 111a de temperatura.

25 El tiempo de encendido restante puede calcularse mediante el establecimiento de la pendiente que se espera lograr cuando el elemento 23a de calentamiento está encendido, en la pendiente calculada calculada según se describe más arriba mediante el uso de mediciones de temperatura obtenidas por el controlador del sensor 111a de temperatura durante un tiempo cuando el elemento 23a de calentamiento estaba encendido.

30 El tiempo de encendido restante puede denotarse como $t_{\text{encendido}} = t_{\text{objetivo}} - t_a$ en donde t_a denota el tiempo actual y t_{objetivo} denota el tiempo en el cual se espera alcanzar el punto de ajuste de temperatura/temperatura objetivo. Las siguientes fórmulas pueden usarse para calcular el tiempo de encendido restante que se espera que resulte en el alcance de la temperatura objetivo:

$$\frac{(T_{\text{objetivo}} - T_a)}{(t_{\text{apagado}} - t_a)} = \frac{(T_2 - T_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

$$t_{\text{encendido}} = \frac{(t_2 - t_1) \times (T_{\text{objetivo}} - T_a)}{(T_2 - T_1)} \quad (3)$$

35 En las fórmulas de más arriba, T_a denota la temperatura medida en el tiempo t_a y T_{objetivo} es el punto de ajuste de temperatura/temperatura objetivo que se espera alcanzar en un tiempo t_{apagado} después del tiempo t_a . El subíndice "a" indica que T_a y t_a se refieren a la temperatura actual de la zona 29a, y al tiempo actual, respectivamente.

40 En el presente ejemplo, el controlador implementa el bucle de control de calentador basado en pendiente llevando a cabo, de manera repetida, las etapas de determinar la temperatura actual T_a de la zona 29a de calentamiento, determinar la pendiente de temperatura actual de la zona 29a, y si la temperatura actual T_a se encuentra por debajo de la temperatura objetivo T_{objetivo} , determinar el tiempo de encendido restante $t_{\text{encendido}}$ para el elemento 23a de calentamiento según se describe más arriba. De aquí en adelante, se hará referencia a dichas etapas como las etapas de control.

45 En un ejemplo, el controlador repite las etapas descritas más arriba en segundos intervalos de tiempo dados. En el presente ejemplo particular, el controlador lleva a cabo dichas etapas cada 300 ms. Los segundos intervalos de tiempo dados definen, por lo tanto, períodos de control del bucle de control de calentador basado en pendiente. Se

comprenderá que los segundos intervalos de tiempo dados (el período de control), en la mayoría de los ejemplos, serán mayores que los primeros intervalos de tiempo dados en los cuales el controlador adquiere mediciones de temperatura del sensor 111a de temperatura.

5 En el presente ejemplo, el controlador se configura para controlar el elemento 23a de calentamiento para que esté encendido durante el tiempo de encendido restante $t_{\text{encendido}}$ determinado. Si el tiempo de encendido restante $t_{\text{encendido}}$ determinado es mayor que el período de control, el elemento 23a de calentamiento se mantiene encendido durante toda la duración del período de control, y al final del período de control, el controlador repite las etapas de control. Sin embargo, si el tiempo de encendido restante $t_{\text{encendido}}$ expira dentro del período de control, el controlador apaga el elemento 23a de calentamiento. Por ejemplo, si el período de control es de 300 ms de duración, y el tiempo de encendido restante $t_{\text{encendido}}$ determinado es de 200 ms, el controlador apaga el elemento 23a de calentamiento una vez que la duración de encendido de elemento de calentamiento de 200 ms haya expirado durante el período de control de 300 ms. Dentro de dicho intervalo de 300 ms, por lo tanto, el elemento de calentamiento se enciende para parte del intervalo, pero se apaga para otra parte del mismo intervalo. Al final de dicho período de control, y al inicio del período de control subsiguiente, el controlador determina una temperatura actual T_a , y si la temperatura actual T_a es menor que la temperatura objetivo T_{objetivo} , el controlador vuelve a encender el elemento 23a de calentamiento y calcula un tiempo de encendido restante según la pendiente de temperatura actual, la temperatura actual T_a y la temperatura objetivo T_{objetivo} . De allí en adelante, dado que el calentador se encuentra encendido, el controlador controla el funcionamiento del elemento 23a de calentamiento mediante la aplicación de las etapas de control descritas más arriba.

20 La implementación de más arriba del bucle de control basado en pendiente tiene el efecto de reducir la velocidad del cambio de temperatura de la zona 29a a medida que se aproxima a la temperatura objetivo. Cuando el tiempo de encendido restante $t_{\text{encendido}}$ es más corto que el período de control, el cambio de temperatura de la zona 29a con el tiempo se convierte en más lento que la pendiente de temperatura debido a que el elemento 23a de calentamiento se apaga para parte del período de control. De esta manera, la temperatura objetivo T_{objetivo} se alcanza sin sobrepasar ampliamente la temperatura T_a por encima del objetivo T_{objetivo} .

30 En el presente ejemplo, una vez que la temperatura objetivo T_{objetivo} se alcanza, el controlador implementa un modo de mantenimiento de temperatura, en cuyo modo el controlador controla el elemento 23a de calentamiento con el fin de mantener la zona 29a a la temperatura objetivo T_{objetivo} . El controlador apaga el elemento 23a de calentamiento cuando la temperatura actual T_a es igual a o se encuentra por encima de la temperatura objetivo T_{objetivo} . En el modo de mantenimiento de temperatura, el controlador enciende el elemento 23a de calentamiento si además de que la temperatura actual T_a sea al menos un primer valor umbral de temperatura por debajo del punto de ajuste T_{objetivo} , una o más de las condiciones enumeradas más abajo se satisfacen:

(i) la temperatura actual T_a es más baja que la medición de temperatura previa;

35 (ii) un tiempo mayor que un primer umbral de tiempo ha expirado desde que el elemento 23a de calentamiento se apagó y la temperatura actual T_a es al menos un segundo umbral de temperatura por debajo de la temperatura objetivo T_{objetivo} ; y

(iii) un tiempo mayor que un segundo umbral de tiempo ha expirado desde que el elemento 23a de calentamiento se apagó.

40 En un ejemplo, el primer umbral de temperatura puede ser de 1°C de modo que el controlador enciende el elemento 23a de calentamiento si la temperatura actual T_a es mayor que 1°C por debajo del punto de ajuste T_{objetivo} y la temperatura actual T_a es más baja que la medición de temperatura previa. En un ejemplo, el primer umbral de tiempo puede ser de 300 ms y el segundo umbral de temperatura puede ser de 10°C de modo que si un tiempo mayor que 300 ms ha transcurrido desde que el elemento 23a de calentamiento se apagó y la temperatura actual es al menos de 10°C por debajo del punto de ajuste T_{objetivo} , el controlador puede encender el elemento 23a de calentamiento. En un ejemplo, el segundo umbral de tiempo puede ser de 500 ms de modo que si un tiempo mayor que 500 ms ha expirado desde que el elemento 23a de calentamiento se apagó y la condición necesaria de que la temperatura sea al menos de 1°C por debajo del punto de ajuste T_{objetivo} se satisface, el controlador puede encender el elemento 23a de calentamiento. El controlador puede, por consiguiente, mantener la temperatura actual sustancialmente en el punto de ajuste de temperatura en el modo de mantenimiento de temperatura. Es decir, el controlador se configura para mantener el umbral de temperatura una vez que este se alcanza. Se comprenderá que cada vez que el elemento 23a de calentamiento se enciende, el controlador lleva a cabo las etapas de control e implementa el bucle de control basado en pendiente.

55 Durante el funcionamiento del aparato 1, el controlador puede cambiar la temperatura objetivo T_{objetivo} , como se ha descrito previamente. En un ejemplo, el controlador cambia la temperatura objetivo T_{objetivo} según un perfil de temperatura deseada, el perfil de temperatura siendo temperatura como una función de tiempo (un perfil de temperatura temporal). En otro ejemplo, el controlador cambia la temperatura objetivo T_{objetivo} según varios otros

factores, por ejemplo, el tiempo transcurrido desde el inicio de la sesión de uso del dispositivo 1 de calentamiento de material fumable, la cantidad de material fumable que permanece en la cámara 29 y similares.

Si el controlador aumenta la temperatura objetivo T_{objetivo} y la temperatura actual T_a es menor que la temperatura objetivo T_{objetivo} , en el presente ejemplo, el controlador enciende el elemento 23a de calentamiento y usa el esquema de control basado en pendiente descrito más arriba con el fin de alcanzar la temperatura objetivo T_{objetivo} . Si, por otro lado, el controlador reduce la temperatura objetivo T_{objetivo} , el elemento 23a de calentamiento se apaga hasta que la temperatura T_a caiga por debajo del nuevo punto de ajuste T_{objetivo} , después de lo cual el elemento 23a de calentamiento se enciende en base a que lista de condiciones descrita más arriba para el calentador que se enciende durante el modo de mantenimiento de temperatura se satisface.

Un ejemplo específico del control de calentador basado en pendiente se describirá ahora con referencia a la Figura 12. La Figura 12 muestra la temperatura objetivo T_{objetivo} de un elemento 23a de calentamiento como una función de tiempo, y la temperatura actual T_a adquirida por el controlador de un sensor 111a de temperatura como una función de tiempo. El controlador adquiere mediciones de temperatura del sensor de temperatura cada 10 ms. Al inicio de una sesión de uso del aparato 1, el calentador se enciende para calentar el material 21a fumable en la zona 29a de calentamiento. En el presente ejemplo, la temperatura objetivo T_{objetivo} se establece en 240°C. La temperatura adquirida por el controlador del sensor 111a de temperatura en un tiempo de sesión de 0 s es de 72°C. El controlador implementa el control de calentador basado en pendiente con el fin de alcanzar la temperatura objetivo T_{objetivo} . La parte 121 de la temperatura medida T_a ilustra el cambio de temperatura hacia el punto de ajuste durante la implementación del control basado en pendiente. A medida que la temperatura medida T_a se aproxima a la temperatura objetivo T_{objetivo} , el cambio general de la temperatura medida T_a con el tiempo de sesión de la zona 23a de calentamiento puede verse como una que se reduce como resultado del tiempo de encendido restante $t_{\text{encendido}}$ determinado que se convierte en más corto que el período de control, de 300 ms en el presente ejemplo, a medida que se aproxima a la temperatura objetivo T_{objetivo} . Ello puede verse más fácilmente en la parte 121 de la temperatura medida T_a en la Figura 12 cercana en temperatura a la temperatura objetivo T_{objetivo} de 240°C. En otras palabras, la evolución temporal de la temperatura medida T_a se aplan a medida que T_a se aproxima a la temperatura objetivo T_{objetivo} . La parte 122 de la temperatura actual medida T_a ilustra el controlador que mantiene la temperatura en la temperatura objetivo T_{objetivo} de 240°C en el modo de mantenimiento de temperatura. En un tiempo de 145 segundos después del inicio del funcionamiento del aparato 1, el controlador baja la temperatura objetivo T_{objetivo} a 220°C. El controlador entonces apaga el elemento 23a de calentamiento y la temperatura actual medida T_a baja con el tiempo como se muestra en 123 hasta que la temperatura actual medida T_a se encuentre por debajo de la nueva temperatura objetivo más baja T_{objetivo} de 220°C. El controlador entonces conecta el modo de mantenimiento de temperatura según se ilustra por la parte 124 una vez que la nueva temperatura objetivo T_{objetivo} de 220°C se alcanza. Según se ha descrito previamente, el controlador puede configurarse para controlar múltiples elementos 23a y 23b de calentamiento de forma individual y, por consiguiente, controlar la temperatura en múltiples zonas 29a y 29b de calentamiento correspondientes. En un ejemplo, según se ilustra en la Figura 13, la disposición 23 de calentador incluye dos elementos 23a y 23b de calentamiento y la cámara 29 de calentamiento comprende dos zonas 29a y 29b de calentamiento y los elementos 23a y 23b de calentamiento funcionan para calentar material fumable posicionado dentro de las zonas 29a y 29b de calentamiento, respectivamente. En el ejemplo de la Figura 13, el controlador se configura para controlar el funcionamiento de los elementos 23a y 23b de calentamiento según mediciones de temperatura adquiridas de los sensores 111a y 111b, respectivamente.

En algunos ejemplos, el controlador controla el funcionamiento de múltiples elementos 23a y 23b de calentamiento mediante la implementación de un bucle/esquema de control separado para cada uno de los elementos 23a y 23b de calentamiento. En el ejemplo de la Figura 13, el controlador implementa el bucle de control de calentador basado en pendiente descrito más arriba para cada elemento 23a y 23b de calentamiento mediante el uso de mediciones de temperatura de los sensores 111a y 111a de temperatura de cada elemento de calentamiento respectivo. Un conmutador (no se muestra) puede proveerse para cada uno de los elementos 23a y 23b de calentamiento, cada conmutador configurándose para conmutar su respectivo elemento de calentamiento del estado apagado al estado encendido y viceversa. El controlador puede controlar cada elemento 23a y 23b de calentamiento mediante el control de su respectivo conmutador con el fin de encender y apagar los elementos 23a y 23b de calentamiento. La salida del respectivo bucle de control de cada elemento de calentamiento puede controlar los respectivos conmutadores configurados para controlar los elementos 23a y 23b de calentamiento. En un ejemplo, la salida de cada bucle de control habilita o deshabilita un pasador en el controlador para cada elemento 23a y 23b de calentamiento respectivo.

En un ejemplo, los conmutadores que permiten que el controlador controle los elementos 23a y 23b de calentamiento son transistores o cualquier otro dispositivo electrónico apropiado para llevar a cabo la función de un conmutador. Puede proveerse un conmutador principal que habilita o deshabilita los conmutadores individuales para cada elemento de calentamiento respectivo.

La Figura 14 ilustra el control del funcionamiento de dos elementos 23a y 23b de calentamiento por el controlador. Las temperaturas objetivo T_{objetivo} y T_{objetivo} pueden establecerse, de forma individual, para cada uno de los elementos

23a y 23b de calentamiento. Las temperaturas actuales medidas T_{a_a} y T_{b_a} se adquieren por el controlador de los sensores 111a y 111b de temperatura asociados a cada uno de los elementos 23a y 23b de calentamiento. En el presente ejemplo, la evolución temporal de la temperatura objetivo de punto de ajuste $T_{a_{objetivo}}$ y de la temperatura actual T_{a_a} que pertenece al elemento 23a de calentamiento correspondiente a la zona 29a es según se describe en relación con la Figura 12 anteriormente. La temperatura objetivo $T_{b_{objetivo}}$ para la zona 23b es inicialmente cero; sin embargo, según se indica por la parte 141 de la temperatura actual T_{b_a} , la temperatura actual T_{b_a} aumenta gradualmente mientras la temperatura objetivo $T_{b_{objetivo}}$ permanece en cero. Esto puede tomarse como la influencia de la temperatura del elemento 23a de calentamiento vecino (y de la zona 29a) que aumenta debido a que el funcionamiento del elemento 23a se controla por el controlador con el fin de que el elemento 23a de calentamiento alcance la temperatura objetivo $T_{a_{objetivo}}$. La temperatura actual T_{b_a} de la zona 29b se comporta de manera similar a la descrita en el contexto de la Figura 12 cuando la temperatura objetivo $T_{b_{objetivo}}$ se establece en un valor diferente de cero.

El tener al menos un sensor 111a y 111b de temperatura asociado a cada uno de múltiples elementos 23a y 23b de calentamiento de una disposición 23 de calentador, con el fin de que el controlador pueda controlar individualmente las funciones de los elementos 23a y 23b de calentamiento y, de esta manera, las temperaturas actuales T_{a_a} y T_{b_a} de las zonas 29a y 29b correspondientes, respectivamente, según las mediciones de temperatura del al menos un sensor 111a y 111b de temperatura asociado a los elementos 23a y 23b, puede permitir un mejor control general de la temperatura dentro de la cámara 29 en su conjunto y, por lo tanto, del volumen de material 21a fumable que se está calentando. Además, el controlador puede calentar el material 21a fumable a lo largo de la longitud de la cámara 29 en secuencias controladas. Por ejemplo, con referencia a la Figura 13, el controlador puede operar el elemento 23a de calentamiento durante un período antes de iniciar la operación del elemento 23b de calentamiento. En el presente ejemplo, el controlador puede operar los elementos 23a y 23b en secuencia mediante el establecimiento de temperaturas objetivo apropiadas para cada zona en diferentes tiempos.

La provisión de al menos un sensor 111a y 111b de temperatura en cada uno de los múltiples elementos 23a y 23b de calentamiento puede también proveer una protección contra fallos con respecto a un elemento de calentamiento fugado. Por ejemplo, si el sensor 111a de temperatura en el elemento 23a de calentamiento deja de funcionar y no mide un valor de temperatura, el controlador puede continuar operando el elemento 23a de calentamiento en un intento por alcanzar su temperatura objetivo $T_{a_{objetivo}}$. El elemento 23a de calentamiento puede, por lo tanto, encontrarse a una temperatura mucho más alta que la esperada, por ejemplo, la temperatura del elemento 23a de calentamiento puede superar 240°C. En el presente ejemplo, el sensor 111b de temperatura en el elemento 23b de calentamiento vecino puede también detectar una temperatura más alta que la esperada debido al calor de la zona 23a de fuga. En un ejemplo, el controlador compara las mediciones de temperatura adquiridas del sensor de temperatura en el elemento 23b con temperaturas esperadas según la potencia actual suministrada al elemento 23b con el fin de determinar la probabilidad de un calentador fugado vecino. El controlador puede también llevar a cabo dicha comparación con el fin de detectar otros fallos o condiciones no deseadas dentro de la cámara 29 de calentamiento.

El esquema/bucle de control de calentador basado en pendiente puede proveer la ventaja de no requerir el ajuste del parámetro de control durante o entre sesiones de uso del dispositivo 1 de calentamiento de material fumable. En este aspecto, el bucle de control de calentador basado en pendiente puede proveer un bucle de control más simple y más fácil de implementar que, por ejemplo, un bucle de control proporcional, integral y derivativo (PID, por sus siglas en inglés). El bucle de control de temperatura basado en pendiente más simple puede, por consiguiente, proveer suficiente control de la temperatura mientras es más fácil de configurar e implementar.

En una realización, los circuitos 25 de control comprenden una memoria, y al menos un procesador configurado para ejecutar etapas del método aplicables según la invención. Además, el método según la invención puede implementarse con uno o varios programas de ordenador que pueden ejecutarse por al menos un procesador o controlador.

En una realización, las etapas del método, aparato y el programa de ordenador según la invención pueden implementarse por al menos un módulo de hardware separado o incorporado.

El(los) programa(s) de ordenador puede(n) almacenarse en al menos un medio legible por ordenador como, por ejemplo, un circuito de memoria, tarjeta de memoria, disco magnético u óptico. Algunas entidades funcionales pueden implementarse como módulos de programa vinculados a otra entidad funcional. Las entidades funcionales pueden también almacenarse en memorias separadas y ejecutarse por procesadores separados, que se comunican, por ejemplo, mediante un bus de mensaje. Un ejemplo de dicho bus de mensaje es el bus de Interconexión de Componentes Periféricos (PCI, por sus siglas en inglés).

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar una disposición (23) de calentador en un aparato (1) dispuesto para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente de dicho material fumable, el método comprendiendo:
- 5 la implementación de un bucle de control de calentador para controlar un elemento (23a) de calentamiento de la disposición (23) de calentador para calentar una zona (29a) del aparato (1) hasta una temperatura objetivo, en donde el bucle de control comprende, en uno o más períodos de control sucesivos, llevar a cabo las etapas de:
- determinar una temperatura actual en la zona (29a);
- determinar una velocidad de cambio actual de temperatura en la zona (29a); y
- 10 determinar un tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento de la disposición (23) de calentamiento para calentar la zona (29a) hasta la temperatura objetivo según la velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona (29a).
2. El método de la reivindicación 1, el método además comprendiendo:
- hacer que la disposición (23) de calentador apague el elemento (23a) de calentamiento que está calentando la zona (29a) si el tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento expira.
- 15 3. El método de la reivindicación 2, el método además comprendiendo:
- hacer que la disposición (23) de calentador apague el elemento (23a) de calentamiento que está calentando la zona (29a) si el tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento calculado en el período de control actual expira durante el período de control actual.
4. El método de la reivindicación 2 o reivindicación 3, el método además comprendiendo:
- 20 en un período de control posterior hasta el período de control durante el cual el elemento (23a) de calentamiento se apagó:
- determinar una temperatura actual en la zona (29a) y si la temperatura actual en la zona (29a) es menor que la temperatura objetivo, volver a encender el elemento (23a) de calentamiento y determinar un tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento para calentar la zona (29a) hasta la temperatura objetivo según una velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona (29a).
- 25 5. El método de cualquier reivindicación precedente, el método además comprendiendo:
- hacer que la disposición (23) de calentador apague el elemento (23a) de calentamiento que está calentando la zona (29a) si se determina que la temperatura actual se encuentra en o por encima de la temperatura objetivo; y
- 30 posteriormente entrar en un modo de mantenimiento de temperatura.
6. El método de la reivindicación 5, el método además comprendiendo:
- cuando se encuentra en el modo de mantenimiento de temperatura, volver a encender el elemento (23a) de calentamiento si además de que la temperatura actual sea al menos un primer valor umbral de temperatura por debajo de la temperatura objetivo, una o más de las siguientes condiciones también se satisfacen:
- 35 la temperatura actual se encuentra por debajo de la medición de temperatura previa;
- un tiempo mayor que un primer valor umbral de tiempo ha expirado desde que el elemento (23a) de calentamiento se apagó y la temperatura actual es al menos un segundo valor umbral de temperatura por debajo de la temperatura objetivo; y
- 40 un tiempo mayor que un segundo valor umbral de tiempo ha expirado desde que el elemento (23a) de calentamiento se apagó, en donde
- el segundo valor umbral de temperatura es mayor que el primer valor umbral de temperatura; y
- el segundo valor umbral de tiempo es mayor que el primer valor umbral de tiempo.
7. El método de cualquier reivindicación precedente, en donde;

la disposición (23) de calentador comprende múltiples elementos (23a) de calentamiento, y el método además comprende;

proveer al menos un sensor de temperatura asociado a cada uno de los múltiples elementos (23a) de calentamiento; e

5 implementar independientemente el método de cualquier reivindicación precedente para cada uno de los múltiples elementos (23a) de calentamiento.

8. Un aparato (1) configurado para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente de dicho material fumable, el aparato (1) comprendiendo:

una disposición (23) de calentador que comprende un elemento (23a) de calentamiento;

10 un controlador configurado para implementar un bucle de control de calentador para controlar el elemento (23a) de calentamiento de la disposición (23) de calentador para calentar una zona (29a) del aparato (1) hasta una temperatura objetivo, en donde el bucle de control comprende, en uno o más períodos de control sucesivos, llevar a cabo las etapas de:

determinar una temperatura actual en la zona (29a);

15 determinar una velocidad de cambio actual de temperatura en la zona (29a); y

determinar un tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento para calentar la zona (29a) hasta la temperatura objetivo según la velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona (29a).

9. El aparato (1) de la reivindicación 8, en donde el controlador se configura además para:

20 hacer que la disposición (23) de calentador apague el elemento (23a) de calentamiento que está calentando la zona (29a) si el tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento expira.

10. El aparato (10) de la reivindicación 8 o reivindicación 9, en donde el controlador se configura además para:

25 hacer que la disposición (23) de calentador apague el elemento (23a) de calentamiento que está calentando la zona (29a) si el tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento calculado en el período de control actual expira durante el período de control actual.

11. El aparato (1) de la reivindicación 9 o reivindicación 10, en donde el controlador se configura además para:

en un período de control posterior hasta el período de control durante el cual el elemento (23a) de calentamiento se apagó:

30 determinar una temperatura actual en la zona (29a) y si la temperatura actual en la zona (29a) es menor que la temperatura objetivo, volver a encender el elemento (23a) de calentamiento y determinar un tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento para calentar la zona (29a) hasta la temperatura objetivo según una velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona (29a).

12. El aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en donde el controlador se configura además para:

35 hacer que la disposición (23) de calentador apague el elemento (23a) de calentamiento que está calentando la zona (29a) si se determina que la temperatura actual se encuentra en o por encima de la temperatura objetivo; y

posteriormente entrar en un modo de mantenimiento de temperatura.

13. El aparato (1) según la reivindicación 12, en donde el controlador se configura además para:

40 cuando se encuentra en el modo de mantenimiento de temperatura, volver a encender el elemento (23a) de calentamiento si además de que la temperatura actual sea al menos un primer valor umbral de temperatura por debajo de la temperatura objetivo, una o más de las siguientes condiciones también se satisfacen:

la temperatura actual se encuentra por debajo de la medición de temperatura previa;

45 un tiempo mayor que un primer valor umbral de tiempo ha expirado desde que el elemento (23a) de calentamiento se apagó y la temperatura actual es al menos un segundo valor umbral de temperatura por debajo de la temperatura objetivo; y

un tiempo mayor que un segundo valor umbral de tiempo ha expirado desde que el elemento (23a) de calentamiento se apagó, en donde

el segundo valor umbral de temperatura es mayor que el primer valor umbral de temperatura; y

el segundo valor umbral de tiempo es mayor que el primer valor umbral de tiempo.

- 5 14. El aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en donde el controlador se configura además para cambiar la temperatura objetivo durante una sesión de uso del aparato dispuesto para calentar material fumable o en donde el controlador se configura además para determinar la temperatura actual en la zona (29a) en primeros intervalos de tiempo dados y, preferiblemente, en donde los períodos de control duran durante segundos intervalos de tiempo dados, los segundos intervalos de tiempo dados siendo mayores que los primeros intervalos de tiempo dados.
- 10 15. Un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que comprende un conjunto de instrucciones legibles por ordenador allí almacenadas, las cuales, cuando se ejecutan por un sistema de procesamiento, hacen que el sistema de procesamiento lleve a cabo un método para controlar una disposición (23) de calentador en un aparato (1) dispuesto para calentar material fumable para volatilizar al menos un componente de dicho material fumable, el método comprendiendo:
- 15 la implementación de un bucle de control de calentador para controlar un elemento (23A) de calentamiento de la disposición (23) de calentador para calentar una zona (29a) del aparato (1) hasta una temperatura objetivo, en donde el bucle de control comprende, en uno o más períodos de control sucesivos, llevar a cabo las etapas de:
- determinar una temperatura actual en la zona (29a);
- determinar una velocidad de cambio actual de temperatura en la zona (29a); y
- 20 determinar un tiempo de encendido restante actual para el elemento (23a) de calentamiento de la disposición (23) de calentamiento para calentar la zona (29a) hasta la temperatura objetivo según la velocidad de cambio actual de temperatura, la temperatura objetivo y la temperatura actual de la zona (29a).

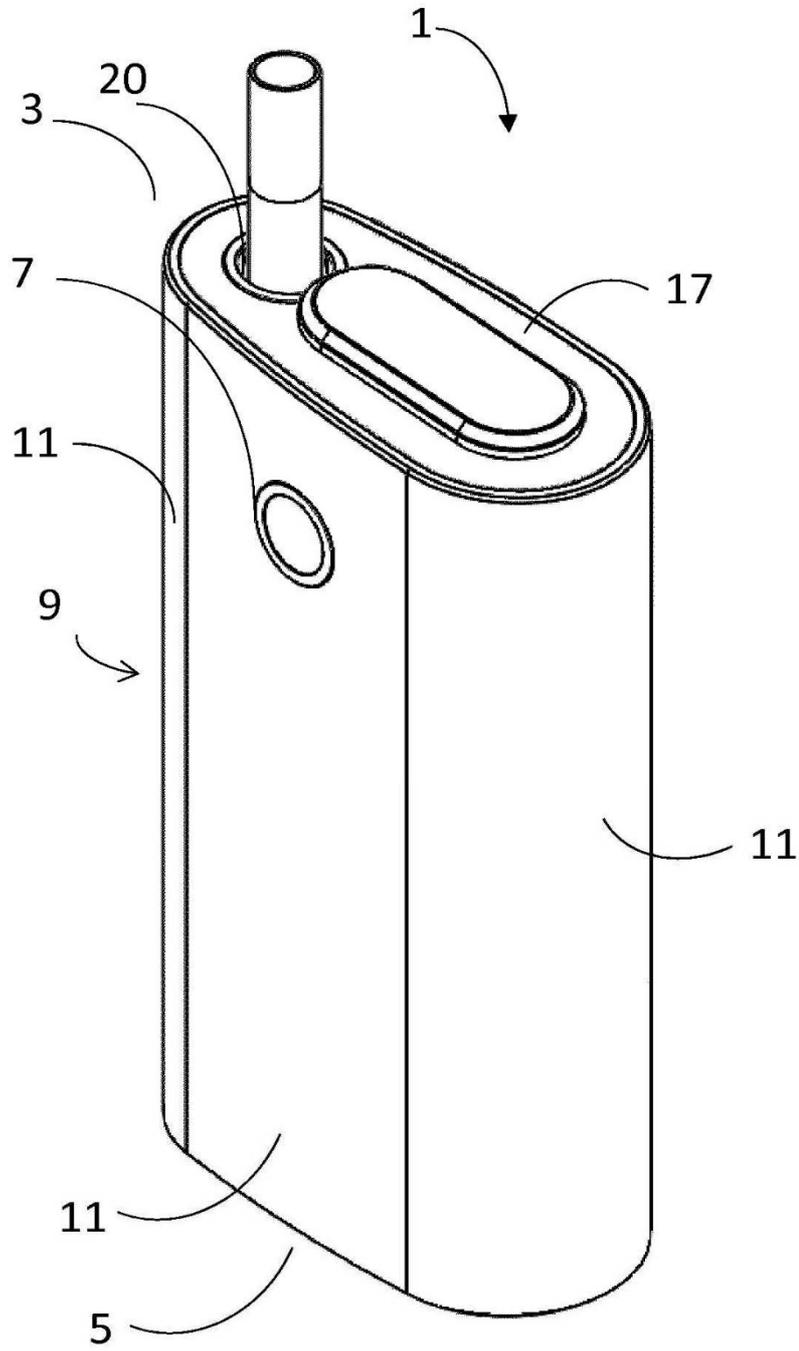


Figura 1

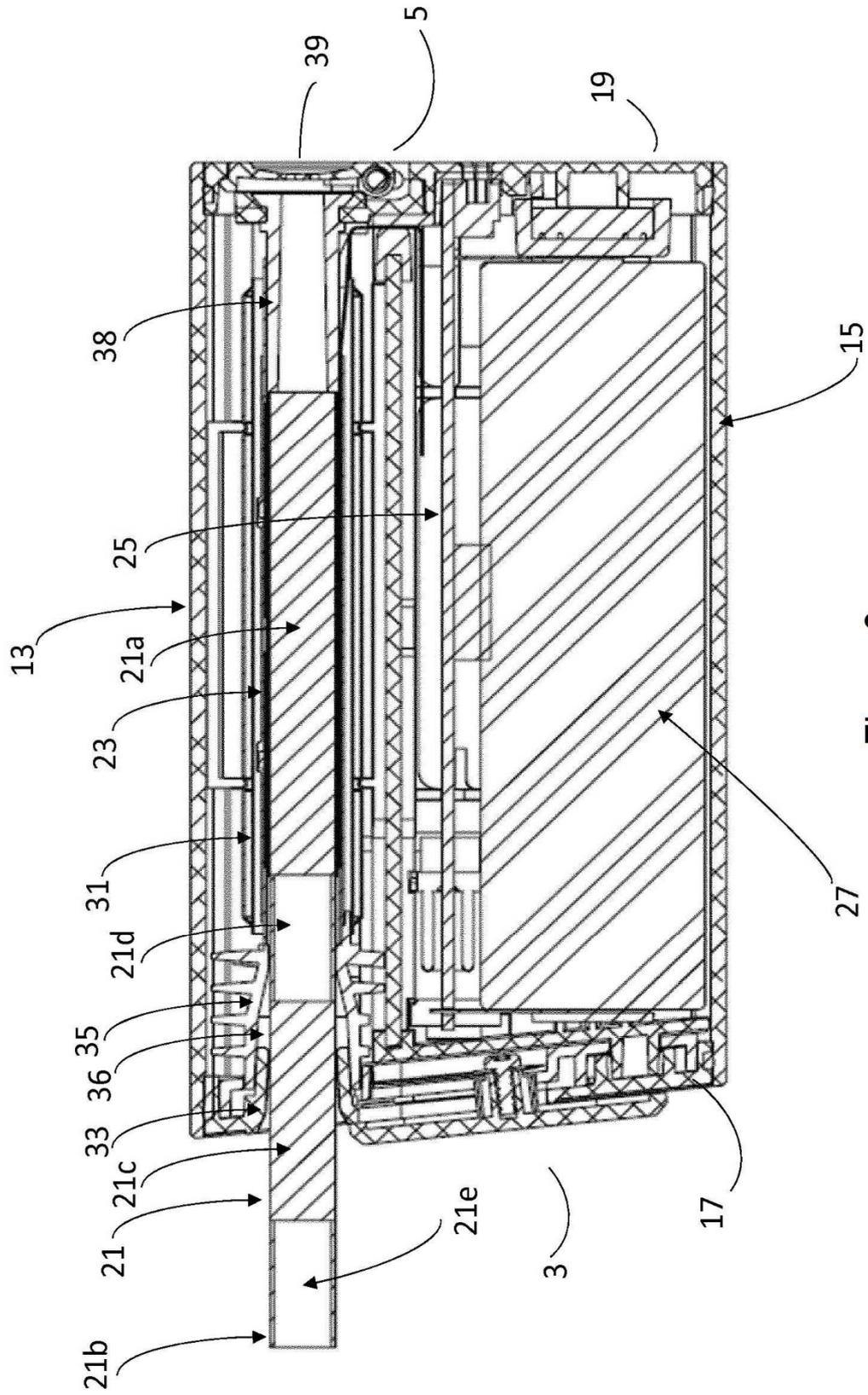


Figura 2

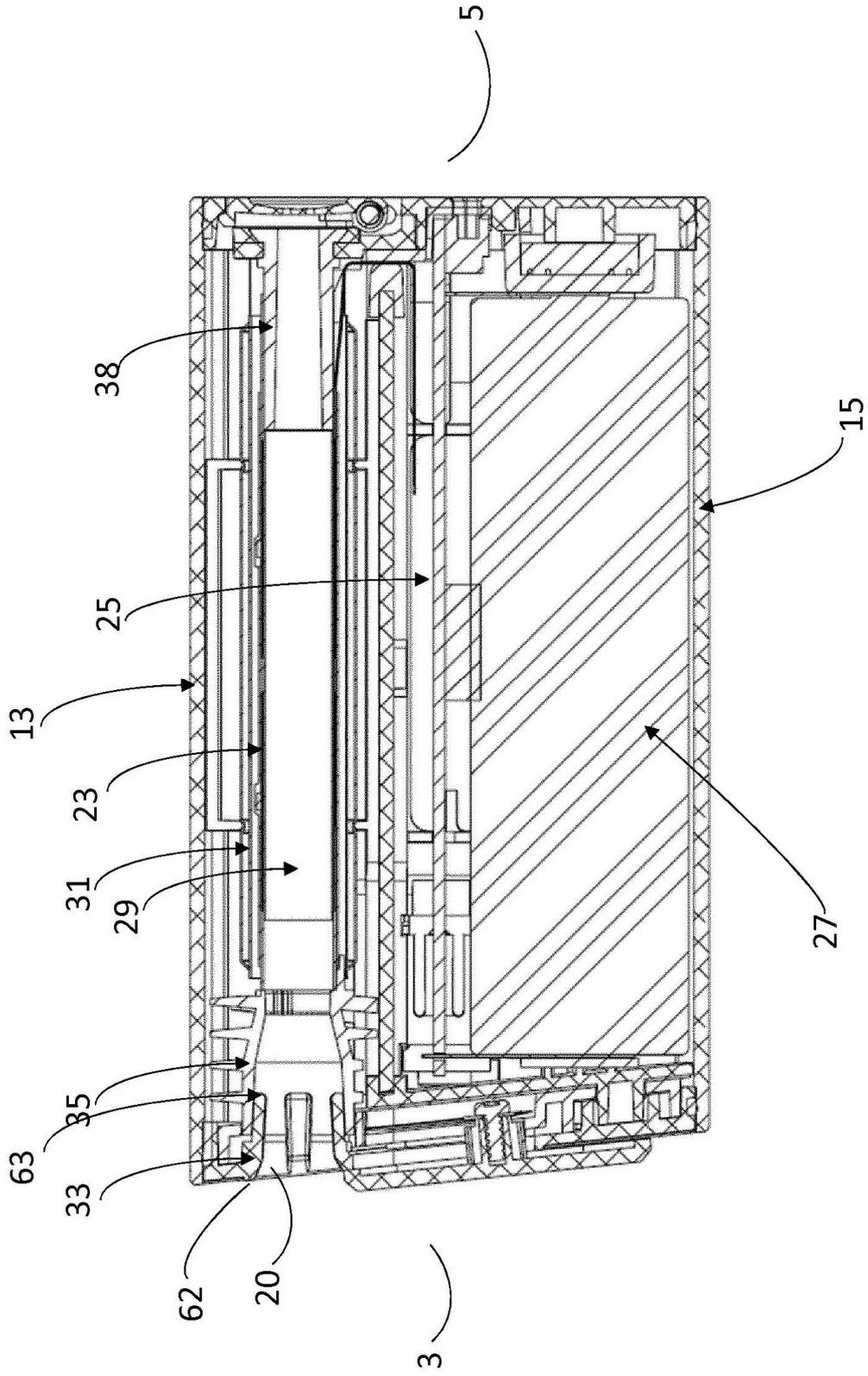


Figura 3

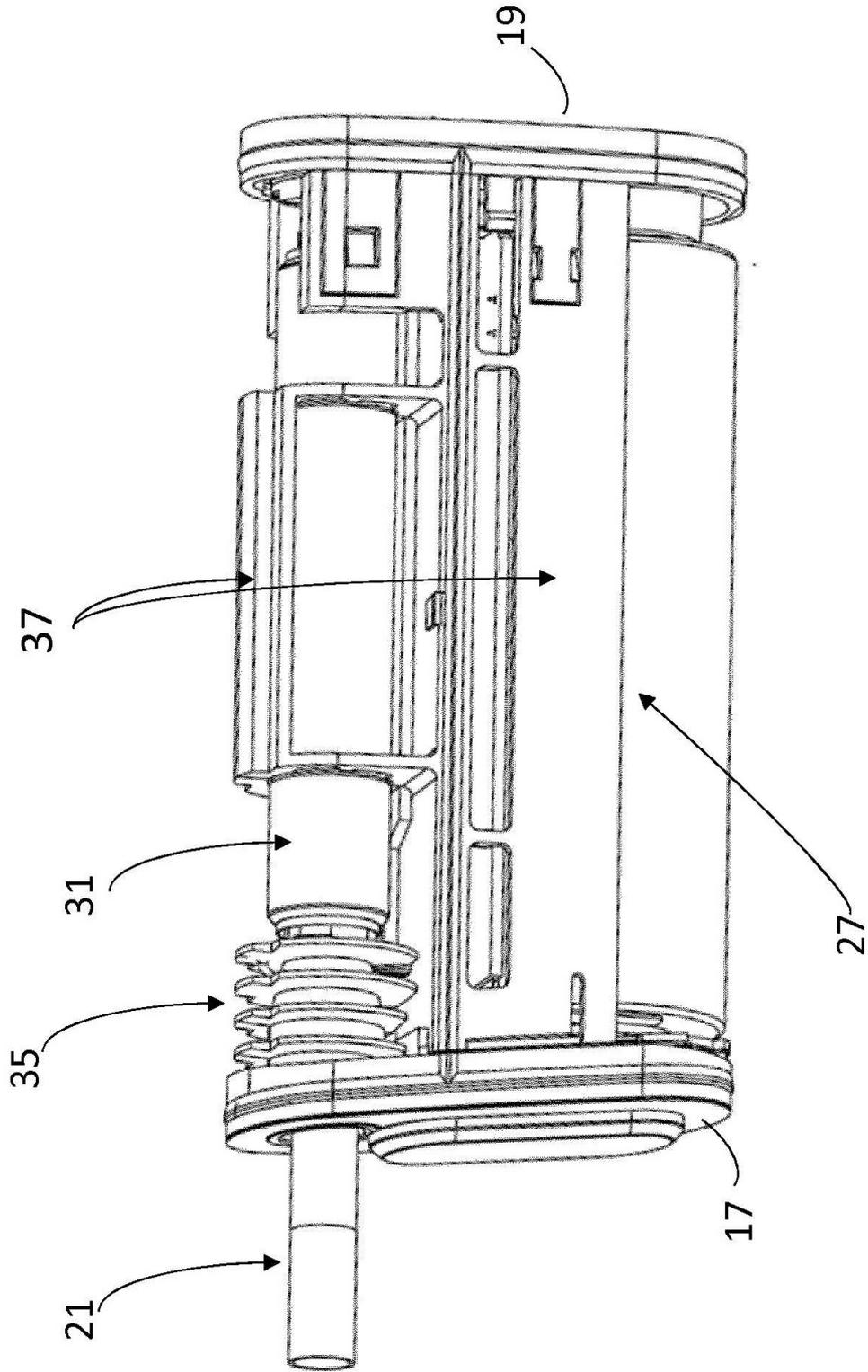


Figura 4

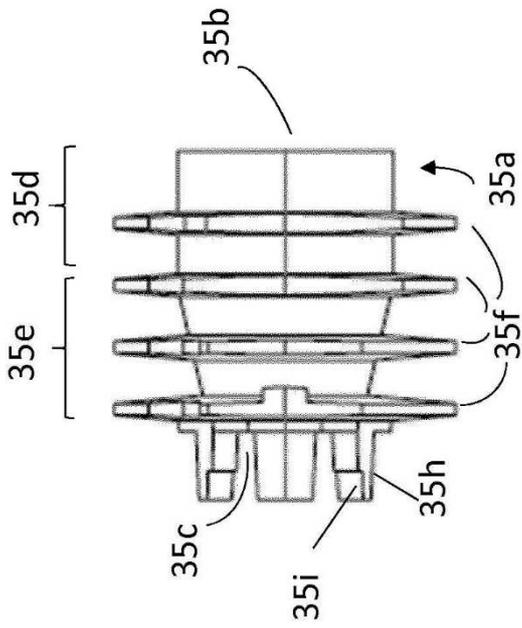


Figura 5a

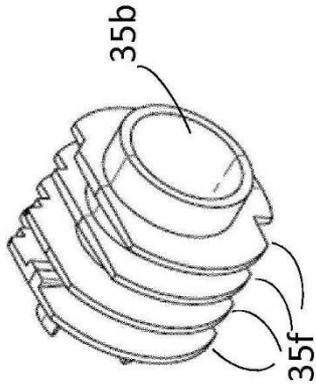


Figura 5b

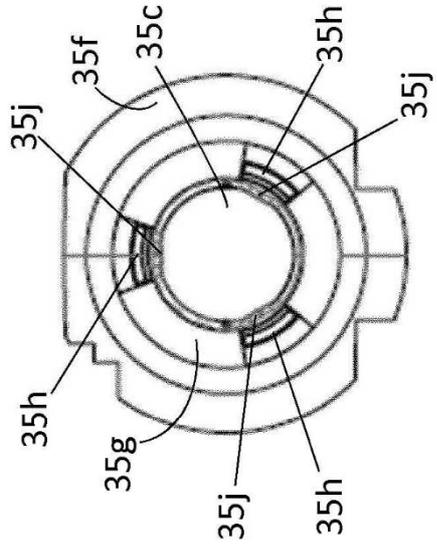


Figura 5d

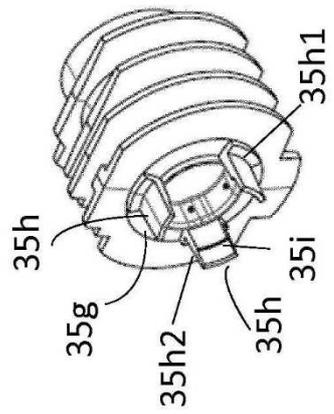


Figura 5c

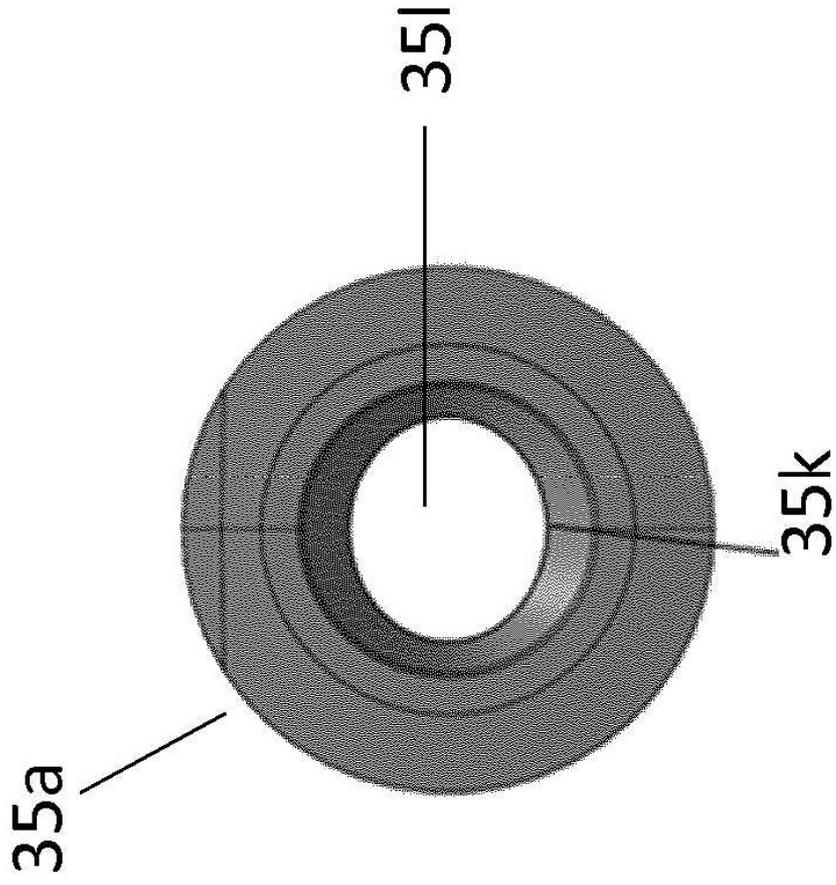


Figura 6

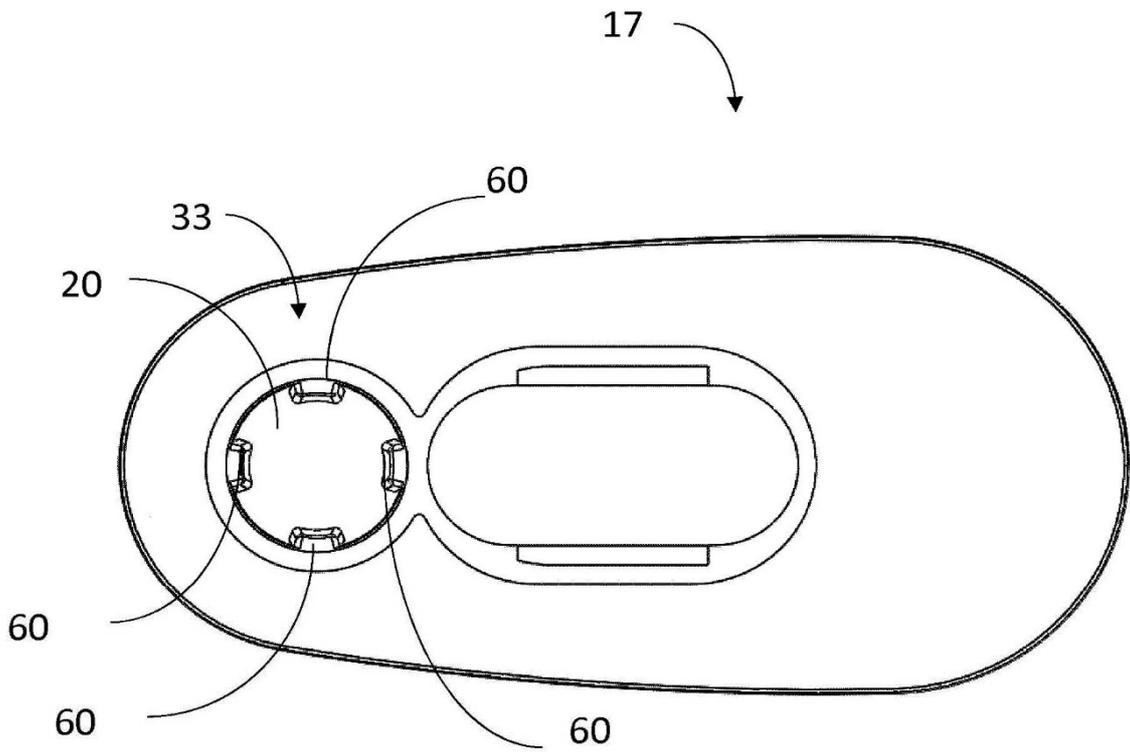


Figura 7

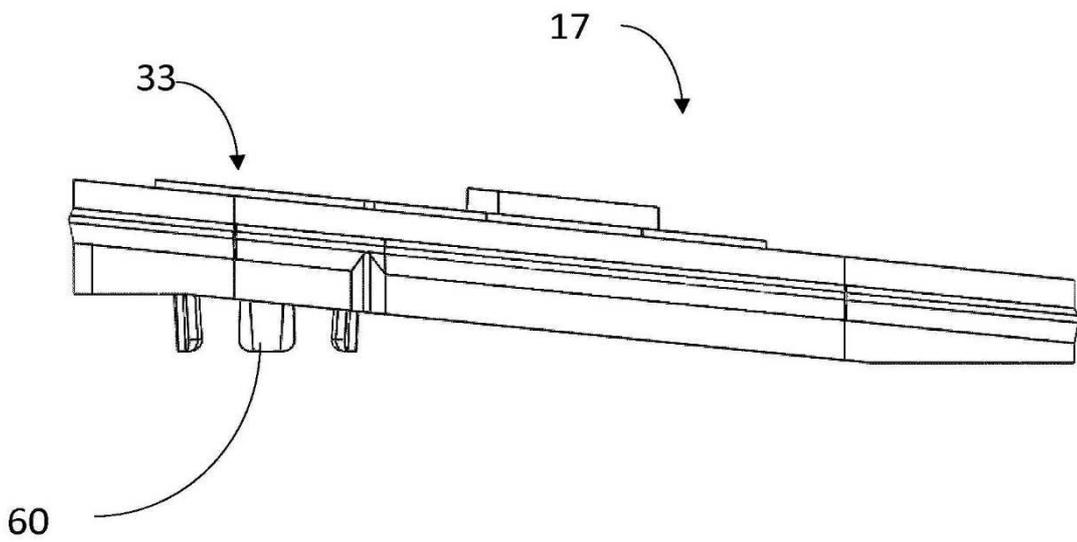


Figura 8

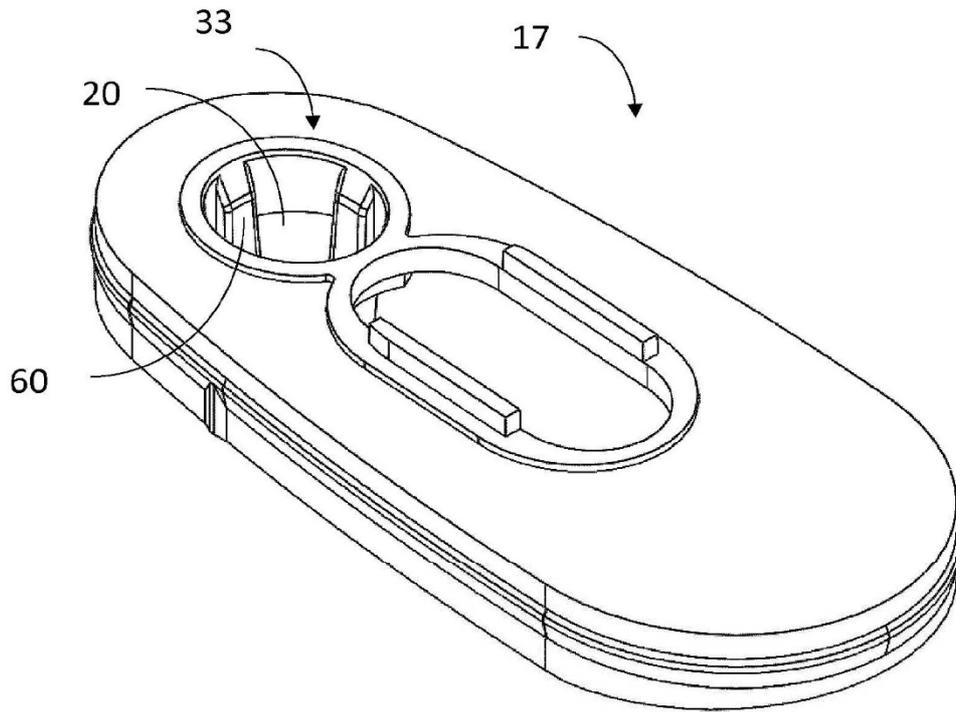


Figura 9

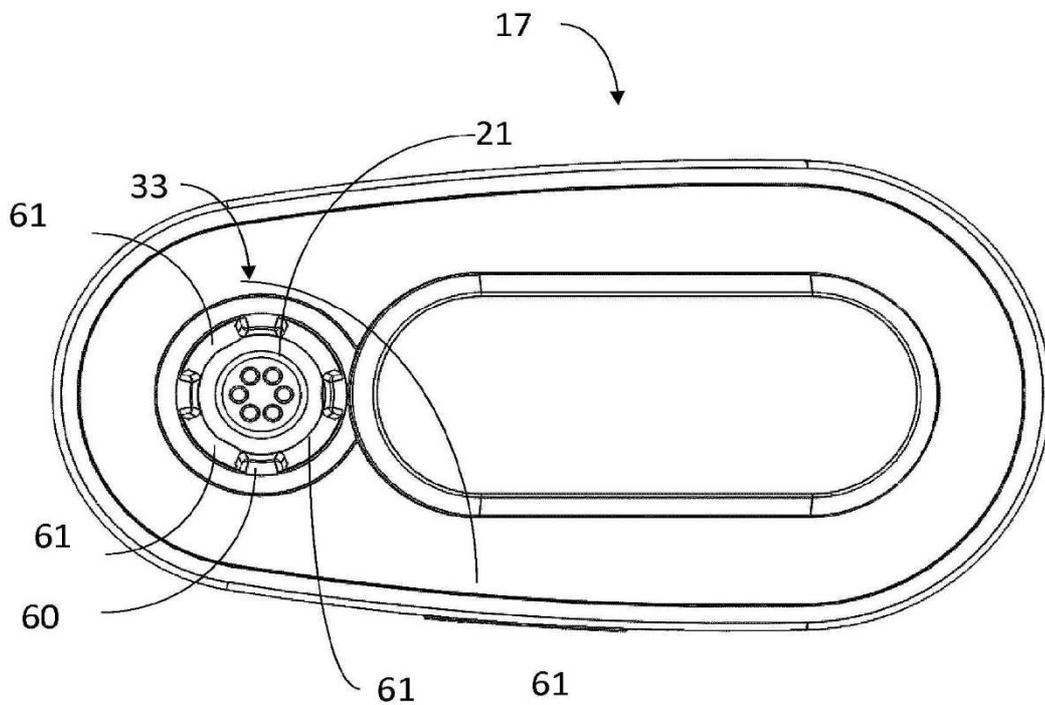


Figura 10

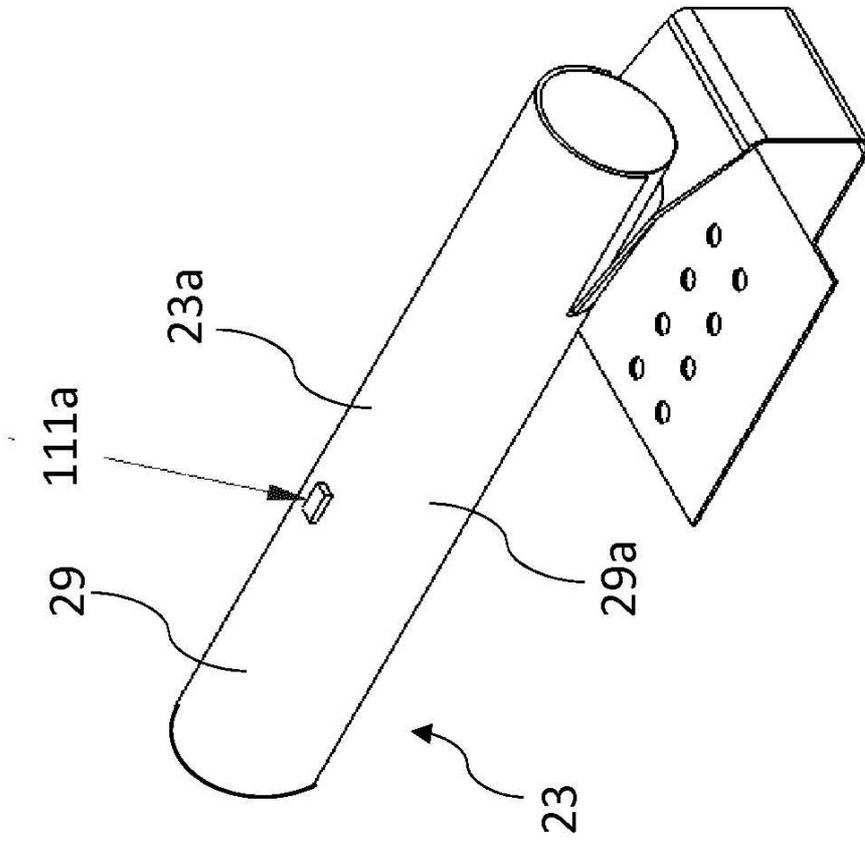


Figura 11

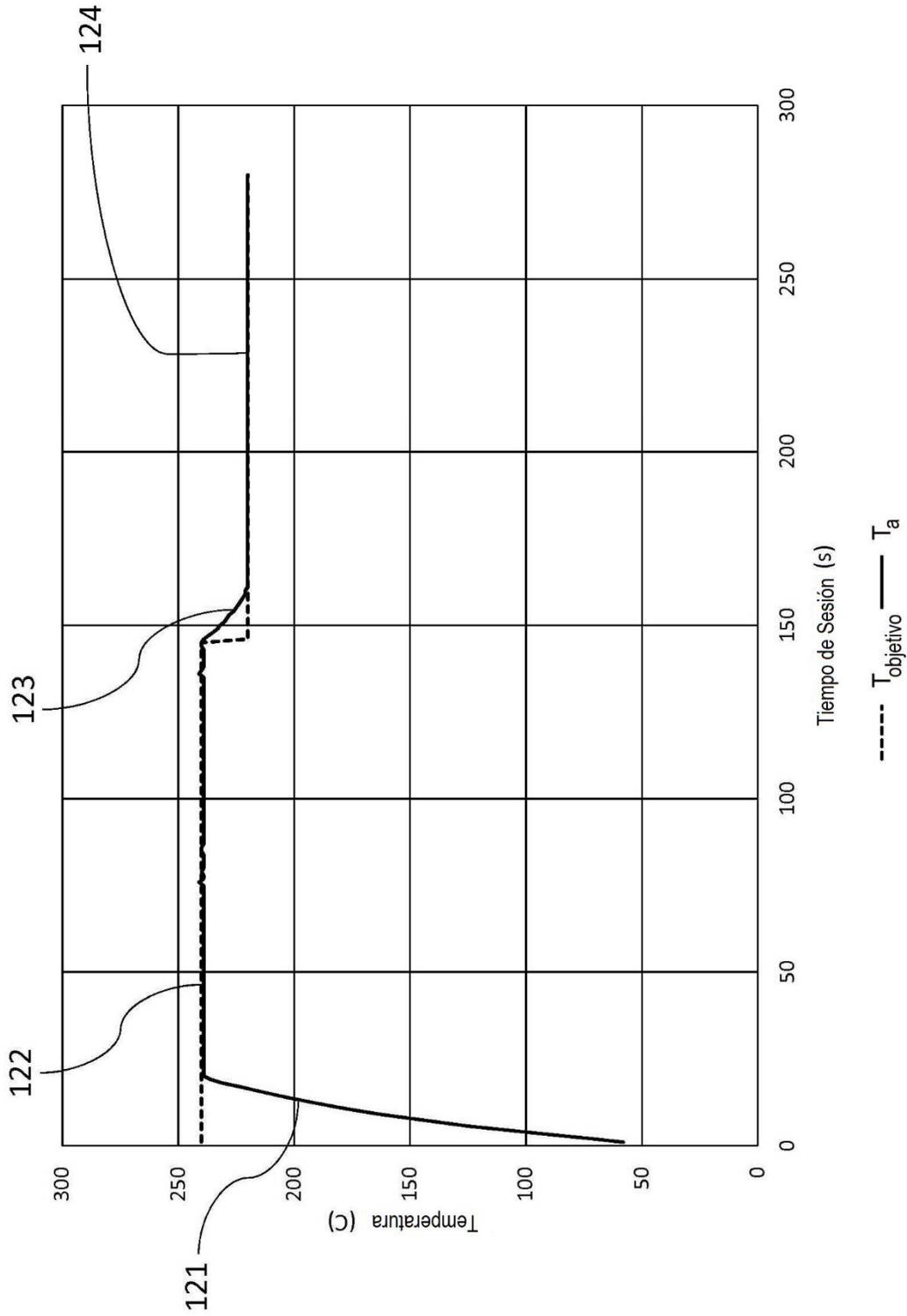


Figura 12

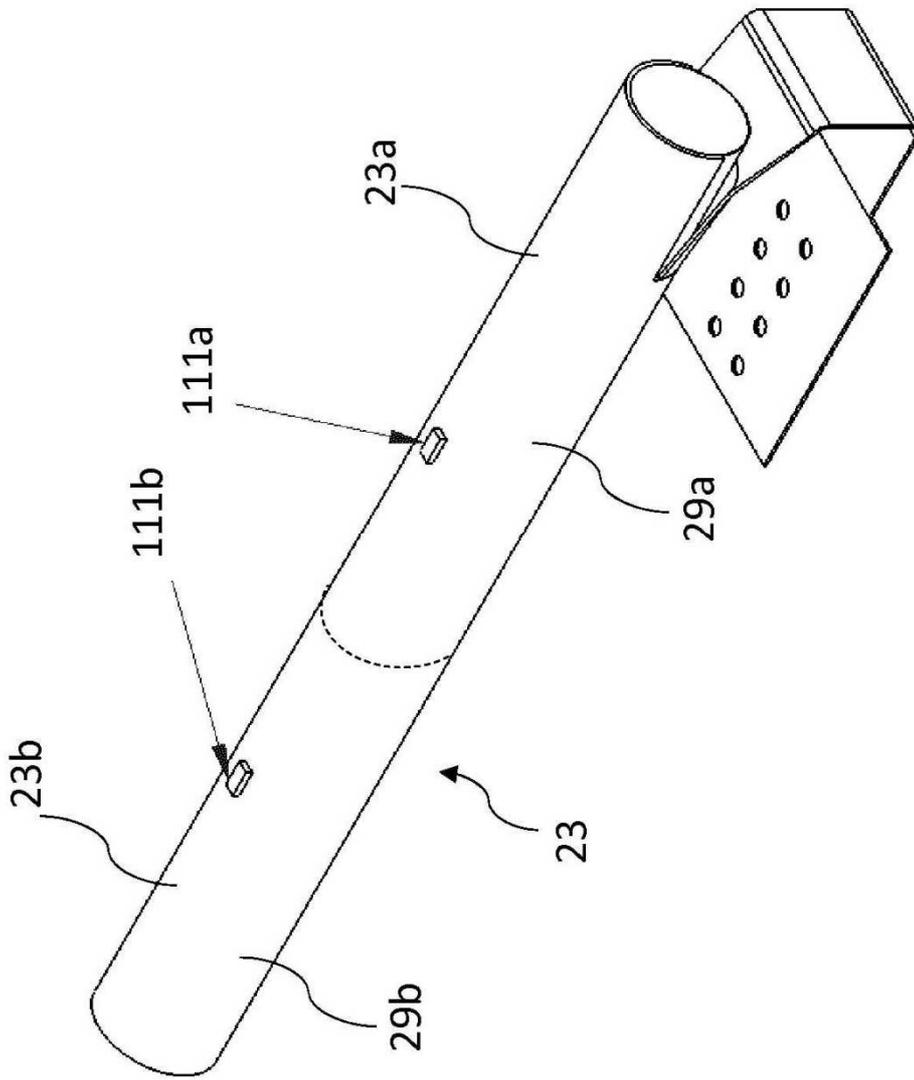


Figura 13

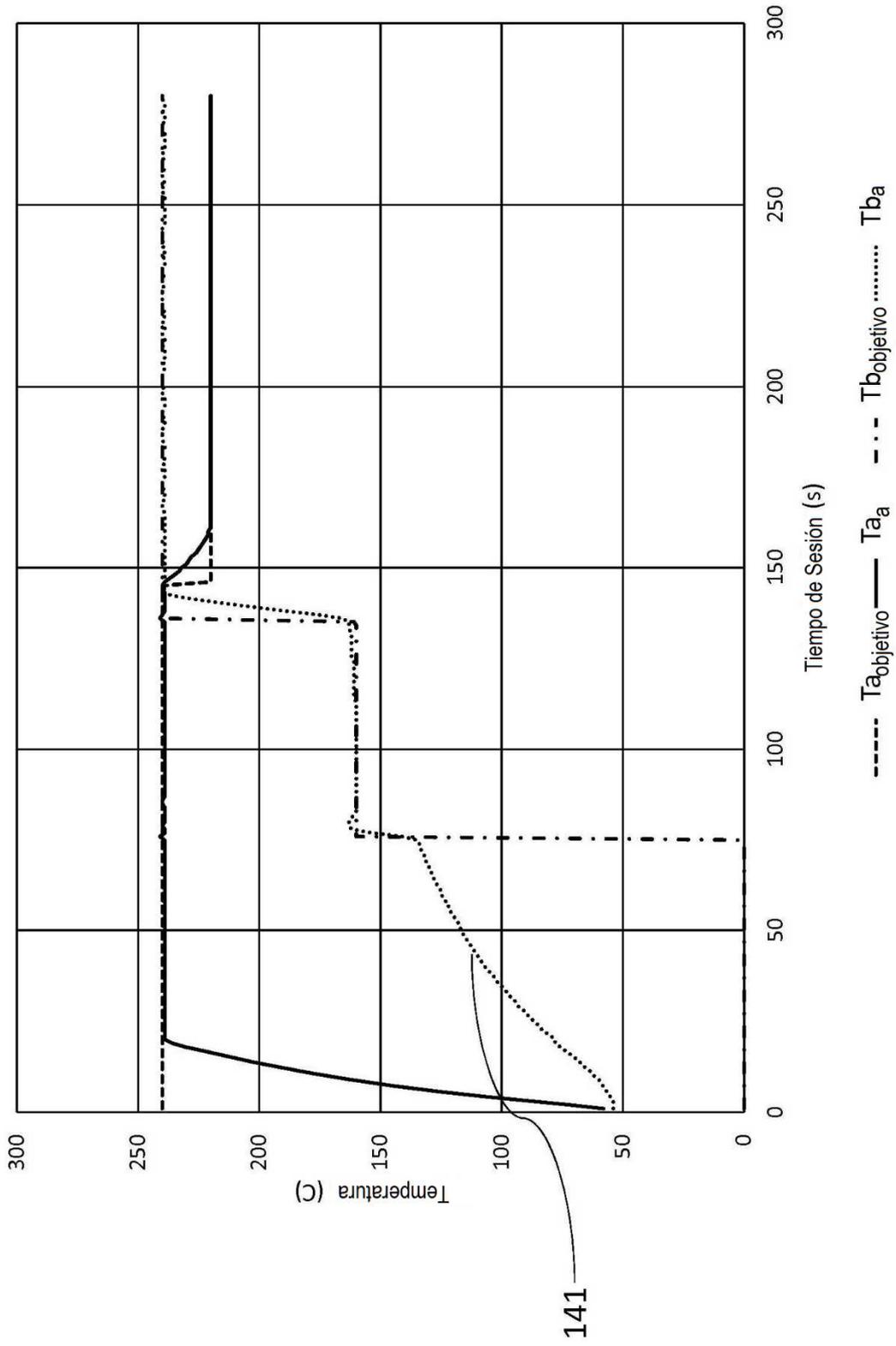


Figura 14