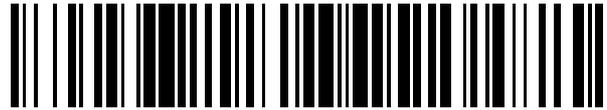


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 474 600**

51 Int. Cl.:

A61M 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2002 E 12165904 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014 EP 2495004**

54 Título: **Método y aparato para generar un material volatilizado**

30 Prioridad:

31.07.2001 US 308608 P

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

09.07.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MCRAE, DOUGLAS D.;
FELTER, JOHN L.;
BLAKE, CLINTON E.;
CAPPS, MARK T.;
COX, KENNETH A.;
KEELER, DAVID H. y
GUPTA, RAJIV**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 474 600 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para generar un material volatilizado

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

10 [0001] La invención se refiere generalmente a una plataforma flexible que genera aerosoles y vapores a través de la volatilización de un líquido para ensayos de laboratorio y para el desarrollo de aplicaciones para líquidos volatilizados.

Descripción de técnicas relacionadas

15 [0002] La patente estadounidense N° 5.743.251, divulga un generador de aerosol que incluye un tubo que posee un primer extremo abierto. El generador de aerosol incluye además un calentador para calentar el tubo hasta una temperatura suficiente para volatilizar el material en forma líquida en el tubo de manera que el material volatilizado se expanda hacia afuera del extremo abierto del tubo y se mezcle con el aire del ambiente para formar un aerosol. La US 5 913 401 revela un nebulizador y el control de éste para proveer líquido medicinal y pulverizado para inhalación. La DE 40 09 067 describe un método y un aparato para cantidades controladas de alimentación de un aerosol en un flujo de
20 aire usando un atomizador.

[0003] Un generador de aerosol 21 de acuerdo con la Patente Estadounidense N° 5.743.251 se muestra en forma esquemática con referencia a la Figura 1. El generador de aerosol 21 incluye un tubo 23 que posee un extremo abierto
25 25. Un calentador 27 se ubica en forma adyacente en al menos una porción del tubo 23, pero preferentemente de manera que proporcione una zona calentada alrededor del tubo que maximice la transferencia de calor en forma pareja a través de la zona calentada. El calentador 27 se conecta a un suministro de energía 29, preferentemente un suministro de energía DC (corriente continua), como por ejemplo una batería.

[0004] Durante el funcionamiento, un material (no mostrado) en forma líquida se introduce en un tubo 23. El calentador
30 27 calienta la porción del tubo 23 a una temperatura suficiente para volatilizar el material líquido. En el caso de material líquido orgánico, el calentador calienta preferentemente el material líquido justo hasta el punto de ebullición del material líquido, y preferentemente mantiene la temperatura de la superficie del tubo 23 por debajo de 400 ° C, ya que la mayoría de los materiales orgánicos no son estables cuando se los expone a temperaturas superiores a dicha temperatura durante períodos de tiempo. El material volatilizado se expande hacia afuera del extremo abierto 25 del tubo 23. El
35 material volatilizado se mezcla con el aire del ambiente fuera del tubo y se condensa para formar partículas; formándose así el aerosol.

[0005] El tubo 23 es un tubo capilar o una porción del mismo que posee un diámetro interno de entre 0,05 y 0,53
40 milímetros y el diámetro interno del tubo puede ser de aproximadamente 0,1 milímetros. El tubo 23 puede ser una porción de una columna capilar de sílice fusionado, un tubo cerámico de silicato de aluminio, o de otros materiales sustancialmente no reactivos capaces de soportar repetidos ciclos de calentamiento y presiones generadas y de tener propiedades conductoras de calor adecuadas. Si se deseara o fuera necesario, puede proporcionarse una pared interna del tubo 23 con un recubrimiento para reducir la tendencia del material a adherirse a la pared del tubo, lo cual puede
45 resultar en una obstrucción.

[0006] El tubo 23 puede cerrarse en un segundo extremo 31 y el material en forma líquida puede introducirse en el tubo
50 23 a través del extremo abierto 25 cuando se desee formar un aerosol. De este modo, cuando el material líquido se calienta mediante el calentador 27, el material volatilizado puede expandirse solamente al salir el tubo 23 a través del extremo abierto 25. Sin embargo, el segundo extremo 31 del tubo se conecta a una fuente 33 (mostrada por la línea de puntos en la Figura 1) del material líquido. Se evita que el material líquido de la porción del tubo 23 volatilizado mediante el calentador 27 se expanda hacia la dirección del segundo extremo 31, y es forzado hacia afuera del extremo abierto
25 del tubo, como resultado de la contrapresión del líquido desde la fuente 33 del material líquido. La contrapresión del líquido es de entre aproximadamente 20 hasta aproximadamente 30 psi.

[0007] Se observa que pueden desarrollarse una variedad de usos para el generador de aerosol descrito
55 precedentemente. A fin de investigar dichos usos, sería deseable contar con un instrumento capaz de generar vapores y aerosoles para su evaluación.

60 RESUMEN DE LA INVENCION

[0008] La invención proporciona un instrumento programable para volatilizar materiales líquidos, facilitando así el uso de investigación del líquido vaporizado para varias aplicaciones.

[0009] Se suministra un material en forma líquida a un pasaje de flujo y el material líquido se calienta a una temperatura
65 suficiente para volatilizar el material de manera que el material se expanda hacia afuera del pasaje del flujo, lo cual resulta en la forma de vapor del material volatilizado y, entonces, si se desea, el material volatilizado se condensa al

mezclarse con aire para formar un aerosol. Se utiliza un controlador programable para controlar la entrega del material líquido al pasaje de flujo y controlar el calentamiento de una disposición de calentador para volatilizar el líquido.

5 [0010] Otra forma de realización se refiere a un instrumento para generar material volatilizado, que comprende al menos un pasaje de flujo que posee un extremo abierto; un suministro de líquido operable para suministrar material líquido al pasaje del flujo; al menos un calentador adaptado para calentar el pasaje del flujo a una temperatura suficiente para volatilizar material en forma líquida en el pasaje del flujo de manera que el material volatilizado se expanda hacia afuera del extremo abierto del pasaje del flujo, y dicho material volatilizado se mezcla opcionalmente con aire para formar un aerosol; una primera vía de flujo en comunicación fluida con el extremo abierto del pasaje de flujo; una segunda vía de flujo en comunicación fluida con el extremo abierto del pasaje de flujo, siendo dicha segunda vía de flujo diferente de la primera vía de flujo; una primera válvula en comunicación fluida con el extremo abierto del pasaje de flujo; y un controlador operable para controlar el estado del calentador y para controlar el funcionamiento de la primera válvula de manera que el material volatilizado o el aerosol (i) fluya a través de la primera vía de flujo cuando el calentador se encuentra en estado no ajustado y (ii) fluya a través de la segunda vía cuando el calentador se encuentra en un estado ajustado.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

20 [0011] Las características y ventajas de la invención se comprenden bien mediante la lectura de la siguiente descripción detallada junto con los dibujos:

La Figura 1 es una vista esquemática de un generador de aerosol de acuerdo con la técnica anterior.

La Figura 2 muestra un instrumento donde una sección de un tubo de metal se utiliza como calentador.

25 La Figura 3 muestra un instrumento donde un controlador opera un suministro de fluido y una disposición de calentador.

La Figura 4 muestra un instrumento donde varias zonas de calentamiento calientan el líquido.

La Figura 5 es un diagrama de temperatura respecto a la resistencia de un calentador de resistencia.

30 La Figura 6 es un diagrama de resistencia de un elemento de calentamiento de resistencia respecto del tiempo, los puntos trazados indican cuando se suministra energía al elemento de calentamiento y cuando no se suministra energía al elemento de calentamiento.

La Figura 7 muestra otra forma de realización de un instrumento donde un controlador opera un suministro de fluido y una disposición de calentador.

La Figura 8 ilustra un diagrama de tiempo como ejemplo para operar el instrumento de la Figura 7.

DESCRIPCION DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

35 [0012] La invención proporciona un instrumento, que incorpora capacidades de control y medición durante la generación de líquido vaporizado, el cual se puede condensar en el aire ambiente para formar un aerosol. El instrumento se puede utilizar para fines médicos, agrícolas, industriales y científicos. El instrumento incorpora una disposición de calentador que se utiliza para volatilizar material líquido. El instrumento permite la aplicación precisa de energía a la disposición calentadora bajo varios programas de control para generar de ese modo aerosoles en forma sólida o líquida. Los aerosoles se pueden producir desde de un único pasaje de flujo o desde una disposición de múltiples pasajes de flujo.

40 [0013] Los aerosoles resultan útiles en una amplia variedad de aplicaciones. Por ejemplo, se desea frecuentemente tratar enfermedades respiratorias, o suministrar medicamentos por medio de atomizadores de aerosol de partículas finamente divididas de líquido y/o sólido, por ejemplo polvo, medicamentos, etc., que se inhalan en los pulmones del paciente. Asimismo, los aerosoles se utilizan para fines como el de proporcionar perfumes deseados a habitaciones, aplicar perfumes en la piel, y suministrar pinturas y lubricantes. También, se han considerado a los aerosoles para sistemas de suministro de combustible para motores de alto rendimiento y turbinas en las que un tamaño pequeño de partícula influye en la velocidad de encendido, la eficacia de la combustión y la velocidad de llama. La generación de aerosoles en zonas de combustión resulta inicialmente en la formación de aerosoles, pero después del encendido resultan solamente en la producción de vapor, debido a la temperatura experimentada en la combustión.

45 [0014] Los aerosoles y el vapor precursor pueden también aplicarse en la creación de nanopartículas y otros polvos. La volatilización de los metales líquidos posibilita la producción de micro cojinetes de bolas, metales de espumas y revestimientos metálicos de manera precisa y económica. Los usos de los aerosoles y del vapor precursor también poseen aplicaciones en el área de la lubricación, donde el gasto del lubricante puede facilitarse con la introducción de una concentración de partículas del lubricante.

50 [0015] El desarrollo de dichas aplicaciones puede investigarse mediante el uso de plataformas versátiles capaces de producir vapor precursor de aerosol con una variedad de elementos de control, funciones programables y sistemas de registro no disponibles en la actualidad. El instrumento puede utilizarse para fines de investigación o para la producción comercial de productos formados como resultado del aerosol o de la volatilización de uno o más de estos materiales o por la conjunción de ellos.

65 [0016] El instrumento incorpora un generador de vapor programable como se describe precedentemente. Las formas de realización del instrumento pueden incorporar varios hardware y software diseñados para lograr los objetivos deseados.

Por ejemplo, el instrumento puede utilizarse para controlar y medir la energía aplicada para generar el vapor en escalas de tiempo de cien milisegundos o menos. El instrumento puede programarse para controlar la generación de vapor mediante una variedad de estrategias de control y usando una variedad de diseños de generadores de vapor diferentes. Entre algunas de las estrategias de control se incluyen: perfiles de potencia constante y variable, perfiles de energía constante y variable, perfiles de resistencia de calentadores constante y variable (temperatura), perfiles del caudal de fluido constante y variable, perfiles de presión de fluido constante y variable, control de valvulaje de fluido hacia el generador de vapor, control de transferencia de calor del fluido caliente, control de energía activa, calentamiento inductor, diseños de calentadores diferentes, múltiples calentadores de zonas múltiples, calentadores múltiples. Otras estrategias de control incluyen perfiles de resistencia variable escalonada de calentador, como por ejemplo mediante la variación del parámetro de resistencia en el tiempo utilizando una o más funciones y/o ecuaciones predeterminadas. Otras estrategias de control que pueden utilizarse incluyen perfiles de ciclos de trabajo variables y constantes. Se observa que el instrumento se puede utilizar para caracterizar aerosoles para la administración de medicamentos a los pulmones, para caracterizar aerosoles para experimentos de laboratorio, caracterizar aerosoles para estudios de inhalación, caracterizar aerosoles para la aplicación de plaguicidas, caracterizar vapores utilizados en aplicaciones de combustión, y similares. Sin embargo, si se deseara, el instrumento se puede utilizar para la producción comercial de productos.

[0017] El líquido puede entregarse a la disposición calentadora mediante diversas técnicas. Por ejemplo, una bomba de jeringa se puede utilizar para entregar líquido a la disposición calentadora en cuyo caso se puede entregar el líquido a una velocidad constante durante un tiempo predeterminado. Sin embargo, si se desea, puede utilizarse la bomba de jeringa para entregar líquido a la disposición calentadora a una velocidad variable. Un controlador programado puede ejecutar las instrucciones para operar la bomba de jeringa para entregar una cantidad deseada de líquido a la disposición calentadora. Otra posibilidad consiste en utilizar una bomba de líquido, que extrae líquido de un contenedor y entrega el líquido a una velocidad constante a la disposición calentadora. Sin embargo, si se desea, la bomba de líquido puede entregar el líquido a una velocidad variable a la disposición calentadora. Con dicha disposición, la bomba haría circular continuamente al líquido y se utilizaría una válvula para desviar el líquido hacia la disposición calentadora de acuerdo con las instrucciones del controlador. Una posibilidad adicional es el uso de una disposición de fluido presurizado en donde se utiliza una válvula para entregar el líquido presurizado a la disposición calentadora de acuerdo con las instrucciones del controlador.

[0018] La disposición calentadora puede diseñarse como una unidad reemplazable. Por ejemplo, el instrumento se puede diseñar de manera que aloje disposiciones calentadoras intercambiables donde el tamaño del pasaje de flujo puede variar con respecto a la longitud y/o ancho del mismo. Asimismo, el calentador utilizado para volatilizar líquido en el pasaje de flujo puede tomar varias formas como por ejemplo un calentador único o disposiciones de calentadores múltiples.

[0019] Preferentemente, el pasaje de flujo es un pasaje de flujo de tamaño capilar con dimensiones transversales de 0,01 a 10 mm, preferentemente 0,05 a 1 mm, y más preferentemente aproximadamente 0,1 a 0,5 mm. Alternativamente, el pasaje capilar puede definirse mediante una zona de sección transversal del pasaje, que puede ser de 8×10^{-5} a 80 mm^2 , preferentemente 2×10^{-3} a $8 \times 10^{-1} \text{ mm}^2$, y más preferentemente 8×10^{-3} a $2 \times 10^{-1} \text{ mm}^2$. Como ejemplo, la disposición calentadora puede comprender un tubo de acero inoxidable que posee conductores eléctricos fijos en dicho tubo para que la corriente DC pase a través del tubo. El tubo de acero inoxidable puede ser de cualquier diámetro deseado. Para investigar la conducta de los fluidos aerosolizados incluida la medicación para inhalación, el tubo puede comprender varios calibradores de agujas hipodérmicas. Una aguja calibrada 32 posee un diámetro interno de 0,11 mm (0,004 pulgadas) y una aguja calibrada 26 posee un diámetro interno de 0,26 mm (0,01 pulgadas). De este modo, si se desea una mayor velocidad de flujo, se puede utilizar un pasaje de flujo más grande para volatilizar el líquido. Si bien se puede utilizar un tubo de acero inoxidable como combinación del calentador/pasaje de flujo, se pueden utilizar otras disposiciones para la disposición calentadora/pasaje de flujo. Por ejemplo, se puede grabar una capa de cerámica para proporcionar una acanaladura, que define el pasaje del flujo y la capa de cerámica se puede superponer con otra capa de cerámica, que incorpora un calentador, tal como un calentador de platino, dispuesto para calentar el líquido en la acanaladura. Al igual que el tubo de acero inoxidable, el calentador de resistencia puede calentarse haciendo pasar corriente DC a través del mismo.

[0020] El instrumento se puede programar para lograr varios programas de control. Por ejemplo, se puede utilizar un esquema de control de resistencia para minimizar el sobrecalentamiento y calentamiento inferior de la disposición calentadora. En particular, se puede utilizar un programa para enviar energía al calentador hasta que se alcanza un valor de resistencia deseado. Bajo un programa de control, se suministra cierta cantidad de energía a la disposición calentadora y la energía se controla y se ajusta para mantener la disposición calentadora a una temperatura deseada. En un esquema de control de voltaje, se puede suministrar en forma continua cierto voltaje (por ejemplo 4 voltios) a la disposición calentadora y se utiliza un programa (por ejemplo algoritmo) para controlar y mantener el voltaje a un valor deseado. Como ejemplo, el controlador se puede programar para controlar la entrega de un pulso de energía (por ejemplo, ciclo de trabajo de 25% a 100% utilizando un pulso fijo y un ancho de pulso de 1 a 10 mseg.) al calentador, medir la caída de voltaje a través del calentador, calcular la resistencia del calentador dependiente de la temperatura y controlar el suministro de energía en encendido/apagado a la disposición calentadora para mantener un valor de resistencia deseado de la disposición calentadora. En una disposición preferida, el tiempo de encendido del ciclo de trabajo es de 2 a 4 milisegundos y el tiempo de apagado varía entre 2 y 16 milisegundos.

[0021] El instrumento se puede operar junto con varios detectores para analizar el fluido volatilizado. Por ejemplo, se puede utilizar un filtro para recoger el aerosol y el aerosol recogido se puede pesar o someter a cromatografía de gas o líquido para una evaluación adicional. A fin de determinar el tamaño y la distribución de las partículas, se puede ubicar un dispositivo de recolección próximo al chorro del líquido atomizado producido por la disposición calentadora, o se puede utilizar un distribuidor para confinar el aerosol y dirigirlo hacia el dispositivo colector. Otra posibilidad consiste en utilizar un dispositivo que hace pasar luz a través del aerosol para medir el espesor del aerosol y de ese modo medir la concentración de las partículas en el aerosol. El instrumento se puede utilizar para estudiar los efectos de la vaporización de diferentes combustibles de hidrocarburos como el combustible de reactor, gasolina, diesel, keroseno, o similares. Otra posibilidad consiste en utilizar el instrumento para estudiar la aplicación de plaguicidas, por ejemplo la disposición calentadora se puede utilizar para producir una bruma fina o un rocío grueso para fumigar plantas. El instrumento se puede utilizar para estudios toxicológicos en donde se pueden utilizar animales de laboratorio, por ejemplo ratas, se pueden utilizar para observar los efectos del material inhalado.

[0022] El controlador se puede programar para trazar o almacenar valores de interés durante el funcionamiento de la disposición calentadora. Por ejemplo, se puede utilizar una memoria para almacenar tiempo y otros parámetros, que varían con el tiempo, como la resistencia del calentador, la energía total enviada al calentador, la potencia, el voltaje y/o la corriente. También, la memoria se puede utilizar para almacenar los ciclos de trabajo y/o el tiempo para llegar al estado permanente. Asimismo, dichos parámetros se pueden trazar en una pantalla o imprimirse durante el funcionamiento de la disposición calentadora o en un momento posterior.

[0023] El instrumento se puede diseñar para producir diversos líquidos vaporizados. Por ejemplo, se puede disponer un conducto o distribuidor para recibir la producción aerosolizada de múltiples disposiciones calentadoras. Por ejemplo, se pueden disponer dos o más disposiciones calentadoras a lo largo de la longitud axial del tubo y los pasajes de flujo de las disposiciones calentadoras se pueden orientar para entregar el fluido vaporizado en dirección perpendicular al eje del tubo, o las direcciones del líquido vaporizado pueden no ser perpendiculares al eje del tubo. Las múltiples disposiciones calentadoras pueden separarse axialmente a lo largo de la longitud del tubo, o se pueden separar en forma circunferencial alrededor del diámetro externo del tubo.

[0024] Es posible operar el controlador mediante una interfaz del usuario, que permite la selección de variables programables para ser introducidas en la memoria para la operación del instrumento. El controlador se puede programar para utilizar un algoritmo que realice cálculos basados en las siguientes variables. Se puede utilizar cualquier algoritmo adecuado para lograr el esquema de control deseado, por ejemplo algoritmos provistos de un equipo de diagnóstico comercial disponible de Agilent Technologies, Inc., Palo Alto, California. Ver, por ejemplo, las Patentes Estadounidenses números 6.269.267; 6.173.207, 6.246.613 y 6.205.362. Una variable de "hecho" enciende el programa entre "esperando a procesar" (hecho = 0) y "procesando el calentador" (hecho = 1). Una variable de hecho "disparador" activa el contador para percibir una señal disparadora. Una variable de "pulso" corresponde al estado de salida para enviar energía al calentador (piso = 1). En una forma de realización preferida, una variable "conteo de pulso" activa un contador para un ciclo del calentador de 8 milisegundos. Una variable "conteo de hecho" corresponde al tiempo acumulativo en milisegundos durante un proceso. Una variable "objetivo de resistencia" corresponde a la resistencia deseada para el calentador durante la operación. Una variable "energía" es la energía acumulativa enviada al calentador. Una variable "resistencia" es la resistencia medida del calentador. Una variable "COEF de energía" corresponde a la coeficiencia de calibración de energía. Una variable "COEF de resistencia" es el coeficiente de calibración de la resistencia. Una variable "montada" indica que clase de disparador se utilizará para comenzar el proceso. Una variable "tiempo" es la duración del tiempo de un proceso definido como el tiempo en el que se provee de energía al calentador y se expresa en milisegundos. Una variable "conteo de vd" activa un contador para cronometrar el retraso de la válvula o de la energía. Una variable "retraso de válvula" puede utilizarse para abrir la válvula antes de activar el calentador, siendo el retraso de la válvula el intervalo de tiempo en milisegundos entre que se provee energía y se abre la válvula. Una variable "retraso de calentador" se puede usar para abrir la válvula antes de que esté activado el calentador, siendo el retraso de calentador el tiempo en milisegundos entre la apertura de la válvula y la aplicación de potencia al calentador.

[0025] La Figura 2 muestra una forma de realización del generador de líquido volatilizado 220. El generador de líquido volatilizado incluye un miembro 221 que define un pasaje de flujo o canal 223 capaz de conducir un fluido o vapor a un primer extremo abierto 225 y un suministro de energía 229 para aplicar un voltaje al miembro 221 de manera que una corriente en dicho miembro calienta el canal a una temperatura suficiente para volatilizar un material líquido en el pasaje de flujo 223, de manera que el material volatilizado se expanda hacia afuera del extremo abierto 225 del pasaje de flujo 223 y, si se desea, que se mezcle con el aire ambiente para formar un aerosol. El líquido puede proporcionarse desde una fuente de material mediante una bomba 235 u otro mecanismo adecuado.

[0026] El pasaje de flujo 223 de esta forma de realización es preferentemente de acero inoxidable 304. Sin embargo, se podría utilizar cualquier material eléctricamente conductor capaz de ser resistente al calentarse, de retener la integridad estructural necesaria a la temperatura de operación experimentada por el pasaje de flujo 223, y de ser suficientemente no reactivo con el material líquido. Entre dichos materiales se incluyen, aunque sin limitarse a éstos, cobre, aluminio, compuestos de metal, u otros metales y aleaciones. El pasaje de flujo 223 posee un extremo abierto 225 que permite que el material calentado se escape y un extremo 231 que permite que se proporcione el material líquido.

[0027] El suministro de potencia para aplicar un voltaje en la presente realización incluye una fuente de voltaje 229 y dos terminales 227a y 227b. La fuente de voltaje 229 puede ser una batería de corriente directa. Sin embargo, también podría ser eficaz el uso de una corriente alterna. Las terminales 227a y 227b se encuentran preferentemente en contacto con al menos una porción del perímetro del miembro 221. Las terminales de contacto 227a y 227b son preferentemente de un material de baja resistencia en comparación con el miembro 221 y poseen un coeficiente de expansión térmica que evita la separación del miembro 221.

[0028] El miembro 221 se calienta preferentemente mediante calentamiento por resistencia. La energía transferida al miembro 221 de la fuente de voltaje 229 se encuentra regida por la ley de Ohm.

$$V \text{ (voltaje)} = I \text{ (corriente)} \cdot R \text{ (resistencia)} \quad (1)$$

$$\text{Energía} = V \cdot t = V^2/R \quad (2)$$

[0029] En un ejemplo, para un tubo de acero inoxidable 304 con un diámetro interno de 0,001 a 0,020 pulgadas/diámetro externo de 0,018 a 0,030 pulgadas con una resistencia interna promedio de aproximadamente 3,12 ohmios (para este ejemplo se supone que la resistencia permanece constante para todas las temperaturas) y la fuente de voltaje suministra 2,5 voltios DC, la velocidad de transferencia de energía hacia el pasaje de flujo (223) es la siguiente:

$$\text{Energía} = (2,5 \text{ V})^2 / (3,12 \text{ ohmios}) = 19,5 \text{ julios/seg.} \quad (3)$$

De este modo, el calor generado en el tubo es una función de V (caída de voltaje a través del pasaje de flujo) y la resistencia promedio R del tubo.

[0030] Se halló que un generador de líquido volatilizado, consistente con el ejemplo precedente funciona exitosamente en la producción de vapor a partir de propilenglicol líquido, cuando se lo opera en forma continua a aproximadamente 2,5 voltios y 0,8 Amps. La potencia suministrada por la fuente de voltaje que opera a este nivel se aproxima a los requisitos de potencia mínima para volatilizar propilenglicol a una velocidad de 1,5 miligramos por segundo a presión atmosférica, lo cual muestra que el generador de líquido volatilizado 220 puede ser operado en forma eficiente.

[0031] El generador de líquido volatilizado 220 puede operarse en forma intermitente, por ejemplo según se solicite, como se discute a continuación con más detalle, continuamente, o de acuerdo con un perfil predeterminado. Cuando se desea generar un líquido volatilizado intermitente, se puede proporcionar el material líquido en forma intermitente para calentar la zona 226 ubicada entre las terminales 227a y 227b cada vez que se desee generar el vapor precursor o el aerosol. Adicionalmente, en la operación intermitente, se podría apagar el calentador para evitar que se volatilice el líquido del pasaje de flujo. Preferentemente, el material líquido fluye desde la fuente 223 del material hacia la zona de calentamiento 226, por medio de una bomba 235, fuente presurizada u otra disposición de suministro adecuada.

[0032] Pueden proporcionarse una o más válvulas en una línea de flujo entre la fuente 233 del material y la zona de calentamiento 226 para interrumpir el flujo de líquido. Preferentemente, el material líquido es bombeado por una bomba 235 en cantidades dosificadas (por ejemplo, volumen, masa, velocidad de flujo, etc. predeterminados) a la zona de calentamiento 226. El material restante en la línea de flujo entre la fuente 233 del material y la zona de calentamiento 226 proporciona una barrera para evitar la expansión del material volatilizado en la dirección del extremo de corriente ascendente 231 del pasaje de flujo 223. La bomba puede operarse mediante un motor escalonado para lograr dosificaciones precisas de material líquido. Sin embargo, se pueden utilizar otras disposiciones para entregar líquido al pasaje de flujo 223, por ejemplo, una bomba de jeringa, que contiene una cantidad de líquido y entrega cantidades precisas de líquido o entrega líquido a velocidades de flujo constantes; un mecanismo de entrega de un solo disparo, que entrega una cantidad precisa de líquido; una disposición de contenedor de líquido presurizado, que entrega líquido a una válvula solenoide, que controla la entrega del líquido al pasaje de flujo 223, etc.

[0033] La Figura 3 ilustra una forma de realización de un instrumento 300 para la vaporización controlada del material líquido. El instrumento incluye un pasaje de flujo 323 con un primer extremo abierto inferior 325, calentador 310 para calentar el pasaje de flujo 323 a una temperatura suficiente para volatilizar material líquido en el pasaje de flujo 323, de manera que el material volatilizado se expanda hacia afuera del extremo abierto 325 del pasaje de flujo y, si se desea, que se mezcle con el aire ambiente para formar un aerosol.

[0034] El instrumento 300 incluye un controlador 350 para operar el calentador 310 y entregar el líquido desde la fuente de líquido 333 al pasaje de flujo mediante la operación de la válvula 342 y la bomba 335. El controlador 350 también dirige el almacenamiento de los parámetros asociados con la generación del líquido volatilizado en una memoria 351. El controlador 350 también opera una disposición de interruptores o interruptor 340 para aplicar energía al calentador 310. La memoria 351 se proporciona para registrar parámetros, como por ejemplo la velocidad de flujo del material líquido y la transferencia de energía, así como programas de operaciones de almacenamiento. El mantenimiento y/o registro de parámetros asociados con respecto a la operación del generador de líquido volatilizado puede desearse cuando se realizan experimentos o se controla la calidad del vapor precursor y del aerosol. Asimismo, asociado con el controlador

350 se encuentra un visor 352 para que el usuario controle visualmente el generador durante su operación y para indicar las calibraciones del usuario y el contenido de la memoria 351.

5 [0035] El calentador 310 puede activarse mediante la aplicación de un voltaje a través de una porción eléctricamente conductora del mismo o de otra disposición adecuada. Por ejemplo, un elemento de calentamiento puede estar compuesto de un rollo de alambre o de una capa de material conductor a lo largo del pasaje de flujo (323). El uso de un intercambiador de calor o exposición a gases combustionados podría utilizarse para calentar el pasaje de flujo. También son posibles ondas de láser y electromagnéticas, así como métodos químicos y mecánicos de vaporización de líquido en el pasaje. La disposición calentadora de resistencia calienta el material líquido dentro del pasaje de flujo, en la forma de realización particular mediante la conversión de energía eléctrica en energía calórica como resultado de la resistencia eléctrica del tubo o del elemento de calentamiento y el voltaje y corriente inducida a través de él. El voltaje es aplicado mediante una fuente de energía 329 a través de los terminales del elemento de calentamiento 327a y 327b. La aplicación de voltaje al calentador 310 se regula, mediante el controlador 350, a través de entradas de energía manuales o de un programa de operación, a través de un interruptor 340. En esta forma de realización, el interruptor 15 340 es un transistor de efecto de campo que permite la conmutación rápida a través de ciclos menores de 10 milisegundos, preferentemente menores de 1 milisegundo.

[0036] El controlador 350 recibe una entrada relacionada con la temperatura del pasaje de flujo 323, a través de un dispositivo de medición 341 y una entrada relacionada con la velocidad de flujo del material líquido hacia el pasaje de flujo 323 desde el dispositivo de medición 342. Se pueden utilizar también como dispositivo de medición 342 canales venturi, bombas de desplazamiento positivo y otros equipos capaces de realizar dichas mediciones. La temperatura del líquido del pasaje de flujo 323 se calcula en base a la resistencia medida o calculada del elemento de calentamiento. En una forma de realización preferida, el calentador 310 es una porción de un tubo de metal, o el calentador puede consistir en una tira o rollo de material de calentamiento de resistencia. El controlador 350 regula la temperatura del pasaje de flujo 323 mediante el control de la resistencia del calentador. 20 25

[0037] El control de resistencia se puede basar en un principio simple como el de que la resistencia del calentador 310 aumenta a medida que aumenta la temperatura. A medida que se aplica potencia, mediante un interruptor 340, al elemento de calentamiento 310, su temperatura aumenta por causa del calentamiento resistivo y la resistencia real del calentador también aumenta. Cuando se desconecta la potencia, la temperatura del calentador 310 disminuye y su resistencia disminuye correspondientemente. De este modo, mediante el control de un parámetro del calentador (por ejemplo, el voltaje a través del calentador utilizando corriente conocida para calcular la resistencia) y mediante el control de la aplicación de potencia, el controlador 350 puede mantener el calentador 310 a una temperatura que corresponda a una resistencia específica deseada. El uso de uno o más elementos resistivos podría emplearse también para controlar la temperatura del líquido calentador en los casos en que no se emplea un calentador de resistencia para calentar el líquido en el pasaje de flujo. 30 35

[0038] La resistencia deseada se selecciona de manera que corresponda a una temperatura suficiente para inducir una transferencia calórica hacia el material líquido de modo que dicho líquido resulte volatilizado y se expanda hacia afuera del extremo abierto 325 del pasaje de flujo 323. El controlador 350 efectúa un cierre del interruptor 340, que activa el calentamiento aplicando así, durante un período de tiempo, energía al calentador 310, y luego y/o durante dicho período, determina la resistencia de tiempo real del calentador, utilizando una entrada desde el dispositivo de medición 341. En una modalidad preferida, la resistencia del calentador se calcula mediante la medición del voltaje a través de un resistor derivador (no mostrado) en serie con el calentador 310 (para determinar de ese modo la corriente que fluye hacia el calentador) y mediante la medición de la caída de voltaje a través del calentador (para determinar de ese modo la resistencia basada en la medición del voltaje y de la corriente que fluye a través del resistor derivador). Para obtener una medición continua, se puede pasar una pequeña cantidad de corriente a través del resistor derivador y del calentador a fin de hacer el cálculo de resistencia, y se pueden emplear pulsos de mayor corriente para lograr la calefacción del calentador en la temperatura deseada. 40 45 50

[0039] Si se desea, la resistencia del calentador puede derivar de una medición de la corriente que pasa por el calentador, o pueden utilizarse otras técnicas para obtener la misma información. El controlador 350 toma decisiones respecto de si debe enviarse o no una duración adicional de energía basada en la diferencia entre la resistencia deseada como objetivo para el calentador 310 y la resistencia real determinada por el controlador 350. 55

[0040] En un modelo de desarrollo, la duración de la potencia suministrada al calentador se fijó en 1 milisegundo. Si la resistencia controlada del calentador 310 menos un valor de ajuste es menor que la resistencia fijada como objetivo, el controlador 350 se programa para suministrar otra duración de energía dejando el interruptor 340 en la posición abierta ("on"). El valor de ajuste toma en cuenta factores como la pérdida de calor del calentador cuando no se encuentra activado, el error del dispositivo de medición y un período cíclico del controlador y del dispositivo de interrupción, entre otras posibilidades. En efecto, dado que la resistencia del calentador varía en función de su temperatura, el control de resistencia se puede emplear para lograr el control de la temperatura. 60

[0041] La ecuación para el coeficiente de temperatura de resistividad para el acero inoxidable tipo 304 es la siguiente: 65

$$\rho \text{ (ohmio-cm)} = 4,474 \times 10^{-5} + 1,0 \times 10^{-7}T - 3,091 \times 10^{-11}T^2$$

donde T es la temperatura en grados Kelvin. En la Figura 5 se muestra un diagrama de la temperatura promedio de un calentador que comprende un calibrador 28, un tubo capilar largo de 44 mm con resistencia al frío (temperatura ambiente, 24 ° C) de 0,669 ohmios en función de su resistencia. Los valores mostrados en la Figura 5 representan la temperatura promedio del calentador, es decir la temperatura real a lo largo de la longitud del calentador puede variar debido a factores tales como las pérdidas de calor de los conductores eléctricos y la vaporización del fluido, y la temperatura del calentador próxima al extremo 331 y el extremo abierto 325 del pasaje de flujo 323 tenderá a ser inferior que en la zona del medio del calentador.

[0042] El controlador 350 puede programarse para determinar la resistencia del calentador 310 mediante el procesamiento de los datos representativos de la caída de voltaje a través de un resistor derivador y de la caída de voltaje a través del calentador. La potencia enviada al calentador, la energía acumulativa enviada y la resistencia de tiempo real del calentador se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Energía} = (\text{Entrada 1} \cdot \text{Entrada 2} \cdot 0,100 \cdot \text{Coef. de Energía}) + \text{Energía} \quad (5)$$

$$\text{Resistencia} = (\text{Entrada 1}/(\text{Entrada 2} \cdot 100)) \cdot \text{Coef. de Resistencia.} \quad (6)$$

Estas ecuaciones se basan en la ley de Ohm. La entrada 1 es una unidad de control y medición multifuncional que mide la caída de voltaje a través del calentador, y la entrada 2 es el terminal de entrada que mide la caída de voltaje a través del resistor derivador. El resistor derivador puede tener una resistencia de 0,010 ohmios. De este modo, en julios es:

$$\text{Energía} = \text{Potencia} \times \text{Tiempo} = V_{\text{calentador}} \cdot I \cdot t. \quad (7)$$

donde $V_{\text{calentador}}$ representa la caída de voltaje a través del calentador (Entrada 1), "I" es la corriente a través del sistema, y "t" es el tiempo de duración (por ejemplo, 1 milisegundo) de la potencia aplicada al calentador. La corriente a través del sistema se puede calcular a partir de la caída de voltaje a través del resistor derivador y es resistencia conocida de la siguiente manera:

$$I = V_{\text{derivador}}/R_{\text{derivador}} \quad (8)$$

$$\text{Energía} = \text{entrada 1} \cdot \frac{\text{entrada 2}}{0,01 \text{ (ohmio)}} \cdot 0,001 \text{ (seg)} = \text{entrada 1} \cdot \text{entrada 2} \cdot 0,100 \quad (9)$$

donde $V_{\text{derivador}}$ es la caída de voltaje a través del resistor derivador (entrada 1) y $R_{\text{derivador}}$ es el valor de resistencia del resistor derivador (0,010 ohmio).

[0043] La energía por el valor de duración puede corregirse para variaciones instrumentales con un factor de calibración, ECF. La energía de duración se agrega al valor de energía anterior almacenado en la memoria (351) de manera que el instrumento mantenga el registro de la energía acumulativa enviada al calentador (310). Asimismo, para el valor de resistencia del calentador:

$$\text{Resistencia} = \frac{V_{\text{calentador}}}{I} = \left(\frac{V_{\text{calentador}}}{V_{\text{derivador}}/R_{\text{derivador}}} \right) \cdot \frac{\text{Entrada 1}}{\text{Entrada 2} \cdot 100} \quad (10)$$

El valor de resistencia es entonces corregido mediante un factor de calibración, RCF.

[0044] El control de resistencia mediante un controlador 350 ofrece varias ventajas para controlar el calentador. En primer lugar, cuando el calentador 310 se enciende inicialmente, el controlador 350 puede enviar energía en forma continua al calentador 310 hasta que alcanza su resistencia de operación deseada o un valor inferior para evitar el sobrecalentamiento inicial del calentador después de lo cual el calentador se puede calentar gradualmente hasta alcanzar la temperatura deseada. Ello proporciona un comienzo más rápido del calentador. En segundo lugar, el controlador puede ajustar automáticamente la energía enviada al calentador para alcanzar los requisitos para mantener la resistencia deseada sin consideración de la velocidad de entrega del material líquido, al menos hasta límite superior de la fuente de potencia 329. Siempre que se fije una resistencia como objetivo y la correspondiente temperatura dentro de los límites del material del calentador 310, el calentador no puede sobrecalentarse debido a un fallo del sistema de suministro de fluido. Un ejemplo de un ciclo de calentamiento se ilustra en la Figura 6, que muestra el ciclo de sincronización para el algoritmo de control de resistencia, siendo la resistencia deseada en este ejemplo de 0,785 ohmios. Ello también evita el sobrecalentamiento debido a la fijación demasiado elevada del voltaje de suministro de

potencia. Asimismo, se halló que este sistema responde con mayor rapidez que el sistema de control de temperatura actual basado en mediciones termopar.

[0045] Si la resistencia medida del calentador menos el valor de ajuste predeterminado es mayor que la resistencia deseada al final de una duración de pulso, el controlador 350 desconecta el interruptor 340, reteniendo de ese modo la energía del calentador 310. Después de otra duración predeterminada, el controlador enciende el interruptor 340 y repite el proceso. Por ejemplo, la segunda duración predeterminada puede fijarse en 8 milisegundos (por ejemplo, 2 milisegundos en encendido y 6 milisegundos en desconectado o 4 milisegundos en encendido y 4 milisegundos en desconectado, etc.) de la ocasión anterior cuando el interruptor 340 estaba en encendido.

[0046] La Figura 4 muestra los datos de una forma de realización adicional de un instrumento para generar un líquido volatilizado en el que se emplean varios calentadores separados para calentar el pasaje de flujo y el material líquido pasa a través del mismo de manera que el material se volatilice y se expanda hacia afuera del extremo abierto del canal. Como en las formas de realización previas, un pasaje de flujo 423 con un primer extremo abierto 425 posee un material líquido que le es proporcionado a través de un extremo 431, una válvula 442 controla la introducción del líquido, que es proporcionado desde una fuente de material líquido 433 mediante una bomba 435. En esta forma de realización particular, se emplean dos calentadores separados 410 y 410' para calentar el pasaje de fluido y el líquido. Se puede realizar el calentamiento a través de un calentamiento de resistencia. Sin embargo, como se menciona precedentemente, el calentamiento no se limita a este método.

[0047] La potencia es suministrada a cada uno de los calentadores a través de terminales 427a y 427b para el calentador 410 y los terminales 427a' y 427b' para el calentador 410'. La aplicación de potencia a los calentadores se controla mediante el controlador 450 con una memoria asociada 451 y un visor 452. El controlador 450 controla la aplicación de potencia a través del circuito de interruptores 440 u otra disposición adecuada para controlar la potencia. El circuito de interrupción es capaz de aplicar potencia de forma independiente a cada uno de los calentadores. La potencia es suministrada por una fuente de voltaje 429. El controlador controla la aplicación de la potencia a los calentadores de forma separada utilizando información de los dispositivos de medición 441 y 441' así como la entrada desde la válvula 442. El controlador es capaz de ser programado para funcionar de forma autónoma o en respuesta a una interacción del usuario.

[0048] Los dispositivos de medición 441 y 441' de esta forma de realización particular miden la corriente a través del resistor derivador y se combinan con la caída de voltaje a través de los respectivos calentadores para determinar la resistencia de los calentadores, que facilita el control mediante el controlador 450 como se describe previamente. Tal como se menciona precedentemente, la temperatura a través del pasaje de flujo 423 puede variar del extremo 431 en donde se proporciona el material líquido al extremo abierto 425 donde el material sale en forma de vapor. Por lo tanto, el uso de varios calentadores separados para controlar la temperatura del pasaje de fluido y del líquido de dicho pasaje es ventajoso en virtud de las diferentes características de transferencia de calor de las porciones del pasaje de flujo. A fin de regular adicionalmente la transferencia de calor del pasaje de flujo hacia el líquido, se pueden agregar calentadores adicionales y controlarse según se desee.

[0049] De forma similar a la Figura 3, la transferencia de calor hacia el material líquido desde los calentadores puede realizarse utilizando un calentador único con diferentes zonas de calentamiento. Por ejemplo, un único calentador que posee diferentes zonas puede aplicar más calor en una ubicación determinada a lo largo del pasaje, por ejemplo más calor en un extremo del pasaje de fluido 423 y menos calor en el medio, según se desee. Aunque el control dinámico de las diferentes zonas de calentamiento resultaría más difícil, se podría obtener un perfil de calor más deseable mediante el uso de un sólo calentador. El calentamiento de múltiples zonas podría lograrse con un calentador que posea múltiples rollos con un valor de resistencia elevado en el extremo del pasaje de fluido, mientras que en el medio, el valor de resistencia del elemento de calentamiento podría reducirse y por lo tanto reducirse la transferencia de calor a esa sección. Además, se podría emplear un precalentador para calentar el material antes de entrar en el pasaje de flujo a una temperatura justo por debajo del punto en el que el material líquido se volatilizaría.

[0050] Se pueden diseñar formas de realización del instrumento para entregar una cantidad específica deseada de líquidos vaporizados mediante el control de la potencia de salida de la disposición calentadora. Por ejemplo, la disposición calentadora puede conectarse a múltiples vías de flujo de fluido, como conductos o tuberías. La salida aerosolizada puede conducirse a través de distintas vías mediante la manipulación de válvulas. El control de las válvulas permite que la potencia de salida aerosolizada se dirija hacia diferentes salidas; durante un intervalo de tiempo predeterminado. Por ejemplo, el vapor/aerosol puede ser dirigido a través de una primera vía de flujo cuando el calentador se encuentra en un estado no ajustado (por ejemplo una condición de estado alterado), y una disposición de válvula se puede dirigir al vapor/aerosol a través de una segunda vía de flujo cuando el calentador está en un estado ajustado (por ejemplo, una condición de estado no alterado). Las formas de realización del instrumento se pueden utilizar para estudios clínicos en los que se desea administrar una dosis constante repetible a voluntarios humanos.

[0051] La Figura 7 ilustra una forma de realización de un instrumento 700 para la vaporización controlada de material líquido y para la entrega selectiva de aerosol. El instrumento 700 incluye un miembro 705 que define un pasaje de flujo o canal 723 capaz de conducir un fluido o vapor a una primera salida 725, y una fuente de potencia 729 para aplicar un voltaje al miembro 705 de manera que una corriente del miembro caliente el pasaje de flujo a una temperatura suficiente

para volatilizar el material líquido del pasaje de flujo 723, y expandir el material volatilizado hacia afuera de la salida 725 del pasaje de flujo 723 y, si se desea, mezclarlo con el aire del ambiente para formar un aerosol. Se puede proporcionar líquido desde una fuente 733 del material líquido mediante una bomba 735 u otro mecanismo adecuado.

5 [0052] El pasaje de flujo 723 de la presente realización es preferentemente acero inoxidable 304. Sin embargo, podría utilizarse cualquier material eléctricamente conductor capaz de ser resistente al calor, que retenga la integridad estructural necesaria a la temperatura de operación experimentada por el pasaje de flujo 723, y que sea suficientemente no reactivo con el líquido. Entre dichos materiales se incluye, sin limitarse a éstos, cobre, aluminio, compuestos de metal, u otros metales o aleaciones. El pasaje de flujo 723 posee un orificio de salida 725 que permite que el material calentado se escape y un orificio de entrada 731 que permite proporcionar el material líquido.

10 [0053] El instrumento 700 también incluye las válvulas 742 y 743. Las válvulas 742 y 743 son activadas por el controlador 750. La válvula 742 se encuentra en comunicación fluida con el calentador por medio de un pasaje de flujo 760a y dirige el material vaporizado o el aerosol desde el calentador 710 hacia la válvula 742. Si se desea, el aerosol se puede formar mediante la mezcla de material vaporizado generado por el calentador 710 con el aire presente y/o suministrado al pasaje de flujo 760a. Por ejemplo, una entrada de salida opcional 762 se puede disponer para introducir aire en el pasaje de flujo 760a, o el aire puede ser retenido alrededor del calentador 710 y llevado hacia el pasaje de flujo 760a. La válvula 742 se encuentra en comunicación fluida con una bomba aspirante de vacío 744 por medio de un pasaje de flujo 760b, y se encuentra en comunicación fluida con una válvula 743 mediante un pasaje de flujo 760c. La válvula 743 se encuentra en comunicación fluida con un pasaje de flujo 760d. La bomba 744 incluye un filtro, preferentemente un filtro de aire en partículas de alta eficiencia (HEPA), para eliminar el material del aerosol o el vapor antes de que el aire sea descargado hacia la atmósfera. Los pasajes de flujo 760a, 760b, 760c y 760d se hacen preferentemente con tuberías respiratorias de grado médico. La válvula 743 se encuentra en comunicación fluida con una boquilla 770, a través de la cual el usuario puede inhalar el aerosol. Sin embargo, la boquilla 770 puede omitirse o reemplazarse con cualquier equipo adecuado, tal como un equipo analítico, dispositivos recolectores, etc.

15 [0054] En el caso de un inhalador, el instrumento incluye preferentemente un sensor de presión 745 conectado eléctricamente al controlador 750 y en comunicación fluida con la boquilla 770. El sensor de presión 745 es activado por el usuario que inhala sobre la boquilla 770. La inhalación causa la caída de presión en la boquilla 770, percibida por el sensor de presión 745. El sensor de presión 745 puede ser extremadamente sensible. Por ejemplo, el sensor de presión 745 puede dispararse a una caída de presión seleccionada y/o valor umbral del flujo de aire, por ejemplo, tan bajo como aproximadamente 3 litros/minuto, que es aproximadamente 1/10 de la proporción de inhalación típica humana. De acuerdo con ello, el sensor de presión 745 puede ser disparado por un usuario sin desperdiciar una capacidad pulmonar considerable.

20 [0055] Las válvulas 742 y 743 preferentemente funcionan de la siguiente manera. Cuando la válvula 742 se encuentra en posición de agotamiento, el aerosol puede fluir a lo largo de la primera vía de flujo. Por ejemplo, el pasaje de flujo 760a lleva aerosol desde el calentador 710 hacia la válvula 742, y el pasaje de flujo 760a lleva aerosol desde la válvula 742 hacia la bomba 744. El aerosol se filtra mediante el filtro proporcionado en la bomba 744 y se descarga hacia el ambiente. Cuando la válvula 742 se encuentra en posición de agotamiento, el pasaje de flujo 760c se encuentra vacío (es decir, no hay movimiento de aerosol dentro de dicho pasaje). De acuerdo con ello, no se permite ningún flujo de aerosol hacia la boquilla 770.

25 [0056] Cuando la válvula 742 se encuentra en posición estándar, la válvula 743 también se encuentra en posición estándar. Cuando la válvula 743 se encuentra en su posición estándar, el pasaje de flujo 760d dirige el aire del ambiente a través de la válvula 743 hacia la boquilla 770.

30 [0057] En las formas de realización preferidas, el aerosol generado mediante el calentador 710 se descarga hacia la bomba 744, y el flujo de aerosol no se suministra a la boquilla 770, hasta que el calentador 710 alcanza una condición ajustada. Por ejemplo, una condición controlada del calentador 710 puede ser la resistencia, y la condición ajustada puede darse cuando la resistencia medida alcanza una condición de estado permanente, por ejemplo casi constante en la resistencia objetivo. En la condición de estado estable, el aerosol generado es de este modo óptimo para la inhalación humana. La condición ajustada puede ser alternativamente, por ejemplo, un rango de temperatura seleccionado del pasaje de flujo 723. Una vez lograda la condición deseada del calentador 710, se puede entregar el aerosol a la boquilla 770 mediante una segunda vía de flujo.

35 [0058] El instrumento 700 puede funcionar de manera que las válvulas 742 y 743 permanezcan en sus posiciones de no-estándar durante un período de tiempo seleccionado, durante el cual el aerosol se entrega a la boquilla. El período de tiempo seleccionado no es limitado y puede ser, por ejemplo, de 2/3 segundos, 1 segundo o 2 segundos. Una vez finalizado el período seleccionado, bajo el control del controlador 750, las válvulas 742 y 743 se mueven hacia las posiciones estándar, y finaliza la entrega del aerosol al pasaje de flujo 760c y la boquilla 770.

40 [0059] El instrumento 700 también puede funcionar de manera que la generación de vapor finalice a menos que el usuario inhale sobre la boquilla 770 dentro de un período de tiempo predeterminado, después de que al usuario se le haya instruido inhalar. Por ejemplo, el instrumento puede incluir la indicación de un mensaje o de una luz, que informa al usuario que el instrumento se encuentra listo para entregar una dosis del aerosol medicado. Alternativamente, el sensor

de presión 745 puede indicar que el usuario intenta recibir una dosis del aerosol, pero si el usuario detiene la inhalación durante un período de tiempo predeterminado, el instrumento cerrará el calentador 710 y mantendrá los valores en la condición estándar. De este modo, si dentro del período de tiempo predeterminado el controlador 750 deja de recibir señales desde el sensor de presión 745 que indican que el usuario está inhalando sobre la boquilla 770, el controlador 750 finaliza la generación del material volatilizado mediante el calentador 710. Por ejemplo, el período de tiempo puede ser de 5 segundos. Si dentro del período de tiempo seleccionado, el controlador (750) recibe una señal desde el sensor de presión 745 que indica que se ha sido disparado por un usuario que inhala sobre la boquilla 770, el controlador 750 mueve las válvulas 742 y 743 hacia las posiciones de no estándar de manera que el material volatilizado o el aerosol fluye a través del pasaje de flujo 760c y hacia la boquilla. La Figura 8 ilustra una forma de realización ejemplar de un diagrama de sincronización para operar el instrumento 700 durante un período de tiempo seleccionado de 5 segundos, que indica el tiempo de funcionamiento del instrumento, la detección de la inhalación (mediante el sensor de presión 745), la generación de aerosol y los ciclos de activación de la válvula.

[0060] En otras formas de realización del instrumento 700, la boquilla 770, el sensor de presión 745, y el pasaje de flujo 760d pueden omitirse. La válvula 743 puede incluirse opcionalmente, si se desea. Un pasaje de flujo opcional (no mostrado) puede proporcionarse en lugar de la boquilla. En dichas formas de realización el funcionamiento de la válvula 742 mediante el controlador 750 puede dirigir el material volatilizado o el aerosol mediante el pasaje de flujo (760c) hacia un detector para su análisis. El material volatilizado o el aerosol pueden utilizarse alternativamente para otros fines, como por ejemplo para aplicar recubrimientos, preparar polvos, interacciones químicas con otras sustancias, etc.

[0061] El controlador 750 es operable para controlar el funcionamiento del calentador 710 y la entrega del líquido desde la fuente de líquido 733 hacia el canal de flujo 723 mediante la operación de la bomba 735. Como se explica precedentemente, el controlador 750 recibe señales del sensor de presión 745, y opera válvulas 742 y 743 y la bomba 744 para controlar el flujo del aerosol desde el calentador 719 hacia la boquilla 770. El controlador 750 dirige el almacenamiento de los parámetros asociados con la generación de líquido volatilizado en una memoria 751. La memoria 751 puede registrar dichos parámetros con respecto a la operación del generador líquido volatilizado, que puede desearse cuando se realizan experimentos, o cuando se controla la calidad del vapor precursor y el aerosol. El controlador 750 también opera un circuito de interruptores 740 para aplicar potencia al calentador 710. Asimismo, asociado con el controlador 750 se encuentra un visor 752 para ayudar al usuario a visualizar el control del generador durante el funcionamiento, y también para indicar al usuario las determinaciones y el contenido de la memoria 751.

[0062] El suministro de potencia para aplicar un voltaje en esta forma de realización incluye la fuente de potencia 729 y dos terminales 727a y 727b. La fuente de potencia 729 puede ser una batería de corriente directa (DC) o un suministro de potencia de corriente directa. La aplicación del voltaje al calentador 710 se regula mediante el controlador 750 a través de entradas manuales o programas de operación, a través un interruptor 740. En esta forma de realización, el interruptor 740 es un transistor de efecto de campo, que permite la rápida conmutación a través de ciclos menores de 10 milisegundos, preferentemente menores de 1 milisegundo.

[0063] El controlador 750 recibe una entrada relacionada con la temperatura del pasaje de flujo 723, a través de un dispositivo de medición 741. La temperatura del líquido del pasaje de flujo 723 se calcula en base a la resistencia medida o calculada del elemento de calentamiento. En una forma de realización preferida, el calentador 710 es un tubo de metal. El controlador 750 regula la temperatura del pasaje de flujo 723 mediante el control de la resistencia del calentador.

[0064] Tal como se describe precedentemente, el control de la resistencia puede basarse en el principio de que la resistencia del calentador 710 aumenta a medida que aumenta su temperatura. A medida que se aplica potencia mediante el interruptor 740, su temperatura aumenta a causa de la calefacción de resistencia, y la resistencia real del calentador 710 también aumenta. Cuando la potencia se encuentra desconectada ("off"), la temperatura del calentador 710 disminuye como así también disminuye su resistencia de forma correspondiente. De este modo, mediante el control de un parámetro del calentador (por ejemplo, el voltaje a través del calentador que utiliza corriente conocida para calcular la resistencia) y el control de la aplicación de potencia, el controlador 750 puede mantener el calentador 710 a una temperatura que corresponda a una resistencia específica deseada. El uso de uno o más elementos resistivos podría utilizarse para controlar la temperatura del líquido calentado en las formas de realización en que no se utiliza un calentador de resistencia para calentar el líquido en el pasaje de flujo.

[0065] La resistencia deseada se selecciona de manera que corresponda a una temperatura suficiente para inducir una transferencia de calor hacia el material líquido de manera que el líquido se volatilice y expanda a través de una salida 725. El controlador 750 efectúa el cierre del interruptor 740, que activa el calentamiento, aplicando así durante un período de tiempo energía al calentador 710 y después de y/o durante dicho período, determina la resistencia de tiempo real del calentador utilizando una entrada desde el dispositivo de medición 741. En una forma de realización preferida, la resistencia del calentador se calcula mediante la medición del voltaje a través de un resistor derivador (no mostrado) en serie con el calentador 710 (para determinar así la corriente que fluye hacia el calentador), y medir la caída del voltaje a través el calentador (para determinar así la resistencia basada en el voltaje medido y la corriente que fluye a través del resistor derivador). Para obtener mediciones continuas, se puede pasar una pequeña cantidad de corriente

continua a través del resistor derivador y del calentador para hacer el cálculo de resistencia, y pueden utilizarse pulsos de mayor corriente para llevar a cabo el calentamiento del calentador a la temperatura deseada.

5 [0066] Si se desea, la resistencia del calentador puede derivar de una medición de la corriente que pasa por el calentador, u otras técnicas pueden emplearse para obtener la misma información. El controlador 750 entonces toma decisiones en cuanto a si debe enviar o no una duración adicional de energía basada en la diferencia entre una resistencia objetivo deseada para el calentador 710 y la resistencia real determinada por el controlador 750.

10 [0067] En un modelo de desarrollo, la duración de la potencia suministrada al calentador se fijó en 1 milisegundo. Si la resistencia controlada del calentador 710 menos un valor de ajuste es menor que la resistencia fijada como objetivo, el controlador 750 se programa para suministrar otra duración de energía dejando el interruptor 740 en la posición abierta ("on"). El valor de ajuste toma en cuenta factores como la pérdida de calor del calentador cuando no se encuentra activado, el error del dispositivo de medición y un período cíclico del controlador y del dispositivo de interrupción, entre otras posibilidades. En efecto, dado que la resistencia del calentador 710 varía en función de su temperatura, el control de resistencia se puede emplear para lograr el control de la temperatura.

15 [0068] El control 750 puede programarse para determinar la resistencia del calentador 710 mediante el procesamiento de los datos representativos de la caída del voltaje a través de un resistor derivador y la caída del voltaje del calentador. La potencia enviada al calentador, la energía acumulativa enviada, y la resistencia de tiempo real del calentador se calculan mediante las ecuaciones (5) y (6) descritas anteriormente. El resistor derivador puede poseer una resistencia de 0,010 ohmios. De este modo, la energía en julios se encuentra dada por la ecuación (7) descrita anteriormente.

20 [0069] La corriente a través del sistema se puede calcular a partir de la caída del voltaje a través del resistor derivador y su resistencia conocida mediante la ecuación (8) descrita anteriormente.

25 [0070] La energía por valor de duración puede corregirse en cuanto a variaciones instrumentales con un factor de calibración, ECF. La energía de duración se agrega al valor de energía anterior almacenado en la memoria 751 de manera que el instrumento mantenga el registro de la energía acumulativa enviada al calentador 710. Asimismo, para el valor de resistencia del calentador, se utiliza la ecuación (10) descrita anteriormente. El valor de resistencia es entonces corregido mediante un factor de calibración, RCF.

30 [0071] El control de resistencia mediante un controlador 750 ofrece varias ventajas para controlar el calentador. En primer lugar, cuando el calentador 710 se enciende inicialmente, el controlador 750 puede enviar energía en forma continua al calentador 710 hasta que alcanza su resistencia de operación deseada o un valor inferior para evitar el sobrecalentamiento inicial del calentador después de lo cual se puede calentar gradualmente hasta alcanzar la temperatura deseada. Ello proporciona un comienzo más rápido del calentador.

35 [0072] En segundo lugar, el controlador 750 puede ajustar automáticamente la energía enviada al calentador para alcanzar los requisitos para mantener la resistencia deseada sin consideración de la velocidad de entrega del material líquido, al menos hasta límite superior de la fuente de potencia 729. Siempre que se fije una resistencia como objetivo y la correspondiente temperatura dentro de los límites del material del calentador 710, se puede evitar el sobrecalentamiento del calentador 710 por un fallo del sistema de suministro de fluido. Un ejemplo de un ciclo de calentamiento se ilustra en la Figura 6 descrita anteriormente. Ello también evita el sobrecalentamiento debido a la fijación demasiado elevada del voltaje de suministro de potencia. Asimismo, se halló que este sistema responde con mayor rapidez que un sistema de control de temperatura real basado en mediciones termopar.

40 [0073] Si la resistencia medida del calentador 710 menos el valor de ajuste predeterminado es mayor que la resistencia deseada al final de una duración de pulso, el controlador 750 desconecta el interruptor 740, reteniendo de ese modo la energía del calentador 710. Después de otra duración predeterminada, el controlador enciende el interruptor 740 y repite el proceso. Por ejemplo, la segunda duración predeterminada puede fijarse en 8 milisegundos (por ejemplo, 2 milisegundos en encendido y 6 milisegundos en desconectado o 4 milisegundos en encendido y 4 milisegundos en desconectado, etc.) de la ocasión anterior cuando el interruptor 740 estaba en encendido.

45 [0074] Si se desea, se puede proporcionar al instrumento con múltiples generadores de vapor. Por ejemplo, se podrían disponer dos o más pasajes de flujo con calentadores como se describen anteriormente para entregar líquido vaporizado a un conducto a través del cual se hace pasar aire u otro medio. Podrían ubicarse dispositivos analíticos a lo largo y/o debajo del conducto para medir las distintas características del líquido vaporizado, por ejemplo los dispositivos para medir la cantidad del aerosol y/o distribución del tamaño de partículas, determinan los efectos de las interacciones químicas del líquido vaporizado, etc. Los generadores de vapor pueden disponerse de tal manera que entreguen el líquido vaporizado como corrientes de gas en intersección o no intersección. Por ejemplo, los pasajes de flujo pueden disponerse para dirigir el fluido vaporizado al conducto en forma de corrientes de gas paralelas adyacentes, radialmente dirigidas, corrientes de gas separadas en forma circunferencial o dirigidas radialmente, corrientes gaseosas separadas axialmente, etc. La disposición paralela del generador facilita la formación de un aerosol de combinación o de un vapor precursor de combinación formado mediante la mezcla de dos o más líquidos volatilizados generados en forma separada. La disposición de líquido volatilizado paralelo es particularmente útil cuando se desea formar un aerosol que comprende dos o más materiales, que no se mezclan bien en forma líquida.

[0075] El instrumento puede utilizarse para estudiar los distintos aspectos de la producción del aerosol, que varían en función de los parámetros del generador de aerosol y del material líquido proporcionado al generador de aerosol. Por ejemplo, si el fin de los aerosoles consiste en la inhalación humana, se puede producir un aerosol con un diámetro de partícula de partícula media de masa del aerosol menor de 2 micrones, preferentemente entre 0,2 y 2 micrones, y más preferentemente entre 0,5 y 1 micrón.

[0076] Se ha observado que los materiales líquidos, como el propilenglicol y el glicerol, pueden formarse en aerosoles que poseen diámetros de partículas medianas de masa y temperaturas en rangos deseables. Mientras no se desea limitarse a la teoría, se cree que los diámetros de partícula mediana de masa extremadamente pequeños de aerosol se logran, al menos en parte, como resultado del enfriamiento rápido y la condensación del material volatilizado que sale del pasaje de flujo calentado. La manipulación de los parámetros del generador líquido volatilizado, como el diámetro interno del pasaje de flujo, las características de transferencia de calor del material que definen el pasaje de flujo, la capacidad de calentamiento del calentador, y/o la velocidad en que el material líquido es proporcionado al pasaje de flujo, puede realizarse para afectar la temperatura del aerosol y el diámetro de las partículas medianas de masa. El instrumento puede utilizarse para investigar la formación de aerosol utilizando propilenglicol y glicerol como vehículos para medicamentos como la budesónida. El instrumento puede emplearse también para investigar la formación de aerosol y/o de las propiedades de fluido vaporizado de los materiales líquidos, como el combustible de reactores, plaguicidas, herbicidas, pintura y otros tipos de materiales.

[0077] Se apreciará que el instrumento puede ser bastante grande, como un artículo montado en una mesa, pero los principios del instrumento pueden implementarse en otras formas, como un dispositivo en miniatura. La capacidad del generador para miniaturizarse se debe, en gran parte, a la transferencia de calor altamente eficiente entre el calentador y el pasaje de flujo, que facilita el funcionamiento de la batería del generador líquido volatilizado con requisitos de baja potencia.

[0078] El instrumento puede implementarse como una unidad de laboratorio diseñada para incluir la operación programable de un generador de aerosol, en donde el líquido es vaporizado mediante una disposición calentadora. El instrumento puede ser la construcción en módulos de manera que los distintos componentes puedan cambiarse. El diámetro de partícula media de la masa del aerosol puede medirse utilizando un impulsor en cascada de acuerdo con los métodos especificados en las Recomendaciones del U.S.P. Advisory Panel on Aerosols on the General Chapters on Aerosols (601) y Uniformity of Dosage Units (905), Pharmacopeial forum, Vol. 2, N° 3, pag. 7477, y siguientes (Mayo-Junio 1994), y la masa puede medirse gravimétricamente a medida que es recogida por el impulsor.

[0079] El programa de control de resistencia básica utilizado mediante el instrumento puede adaptarse para diversas aplicaciones. Por ejemplo, el líquido se puede proporcionar mediante una bomba de jeringa y el aparato se puede programar para generar un aerosol para tiempos de funcionamiento muy prolongados. Por ejemplo, en el caso de estudios toxicológicos, puede desearse la generación de aerosol durante varias horas. En tal caso, se puede desear hacer funcionar cuatro calentadores en forma simultánea durante un período de tiempo extenso, como por ejemplo 4 horas. Por el contrario, si el instrumento se utiliza para imitar el funcionamiento de un inhalador manual, el tiempo de funcionamiento sería más bien del orden de 10 a 15 segundos. Durante los períodos de funcionamiento extenso, el operador del instrumento puede mantenerse informado de la operación del instrumento fijando que los datos se puedan controlar periódicamente, por ejemplo cada 10 segundos.

[0080] La resistencia objetivo óptima para un calentador puede determinarse experimentalmente utilizando un procedimiento de operación estándar. A medida que se disminuye la resistencia establecida como objetivo en el programa de control del instrumento de su valor óptimo, la calidad del aerosol también disminuye. En particular, se expulsará mayor cantidad de líquido del calentador en forma de gotas grandes y el exceso de fluido goteará del extremo del calentador. A medida que se aumenta la resistencia objetivo por encima de su valor óptimo, la calidad del aerosol se degradará. Por ejemplo, el generador empleará más energía necesaria para producir el aerosol y, a mayores valores de resistencia deseados, se puede producir una degradación térmica considerable del fluido del aerosol. En un límite extremo, el calentador puede comenzar a brillar con un color rojo y por lo tanto, podría dañarse.

[0081] El voltaje elegido para hacer funcionar al calentador determina la cantidad de energía que se enviará al calentador en cada pulso. Para pulsos de 1 milisegundo, la energía por pulsos en julios es dada por la ecuación: $\text{energía} = V^2 \cdot t/R$, donde V es el voltaje a través del calentador, R es la resistencia del calentador, y t es 1 milisegundo. El voltaje a través del calentador se relaciona directamente con el voltaje del suministro de potencia, pero es ligeramente inferior debido a las pérdidas en la instalación alámbrica. En general, el menor voltaje que puede utilizarse con una forma de realización preferida del instrumento es de 4 voltios. Este límite inferior es determinado mediante un voltaje mínimo requerido para operar el FET.

[0082] El instrumento es preferentemente provisto de alambres de manera que el suministro de potencia que proporciona la potencia al calentador también proporcione el voltaje de interrupción para el FET. Puede tomarse la resistencia del calentador en un estado permanente como casi constante a la resistencia objetivo. De este modo, al cambiar el voltaje, se puede lograr una gran diferencia en la energía enviada en cada pulso. Los efectos del voltaje aparecen principalmente en la operación en el estado permanente del calentador. Si el voltaje es demasiado bajo, el calentador puede presentar dificultades para alcanzar la resistencia fijada como objetivo y se puede degradar la calidad

del aerosol. Si la determinación del voltaje es demasiado alta en el caso en el que el algoritmo utiliza un ciclo de 8 milisegundos para controlar el calentador, si se envía demasiada energía en un solo pulso, el calentador puede exceder la resistencia fijada como objetivo en más de 0,002 ohmios. En dicho caso, puede llevar varios ciclos para que el calentador vuelva a encenderse pero para ese entonces el calentador pudo haberse enfriado sustancialmente por el paso del flujo de fluido por dicho calentador. De acuerdo con ello, la determinación del voltaje puede optimizarse para una velocidad de flujo particular y el material de líquido particular.

[0083] La potencia requerida por el calentador para producir un aerosol es directamente proporcional a la velocidad de flujo del fluido que pasa por dicho calentador. Si la velocidad del fluido es muy baja, por ejemplo menor a 0,1 ml/minuto, el calentador puede funcionar como si el voltaje fuera demasiado alto. Por otro lado, si la velocidad de flujo es demasiado elevada, el calentador puede funcionar como si el voltaje fuera demasiado bajo. Para compensar las altas velocidades de flujo puede requerirse el aumento del voltaje. La duración del ciclo de sincronización (trabajo) se establece preferentemente de manera que el calentador vuelva a encenderse antes de que se enfríe considerablemente. Los experimentos realizados con un tubo calibrador 32 de acero inoxidable como calentador a una velocidad de flujo de 0, 1 ml/min indican que los ciclos de sincronización de entre 4 y 10 milisegundos poseen poco efecto sobre el aerosol. Sin embargo, el ciclo de sincronización puede modificarse para compensar la conducta del calentador y/o las propiedades del aerosol. El objetivo del control de la resistencia consiste en mantener la resistencia de operación del calentador muy próxima a la resistencia fijada como objetivo. Por ejemplo, se puede determinar el voltaje de manera que el aumento de la resistencia para un solo pulso de energía sea relativamente pequeño. Por ejemplo, el controlador se puede programar para controlar la resistencia deseada del calentador y asegurar que la resistencia objetivo no exceda más de 0,002 ohmios cuando el algoritmo desconecte el calentador. De este modo, una disminución de 0,002 ohmios puede emplearse para disparar el suministro de potencia al calentador. En principio, el instrumento puede diseñarse para efectuar la operación del calentador con una modificación deseada en la resistencia objetivo diferente de la disminución de 0,002 ohmios descrita precedentemente .

[0084] Mientras la invención se ha descrito con referencia a las formas de realización precedentes, será evidente que se pueden realizar varias modificaciones al instrumento y/o al método de uso del mismo. Mientras que se ha descrito al instrumento como útil para caracterizar aerosoles para inhalación u otros usos tal como estudios de toxicología, dicho instrumento podría emplearse para otros usos como la aplicación de recubrimientos como recubrimientos ópticos para un sustrato, para preparar polvos como polvos de nanotamaño, para entregar combustible vaporizado a dispositivos como un microcombustor, entregar múltiples alimentaciones de fluidos volatilizados para la interacción química del mismo u otros propósitos, y similares.

REIVINDICACIONES

1. Instrumento (700) para la generación de material volatilizado, que comprende:

5 al menos un pasaje de flujo (723) que posee una salida (725);
 una fuente de líquido (733) accionable para proporcionar material líquido al pasaje de flujo (723);
 al menos un calentador (710) adaptado para calentar el pasaje del flujo (723) a una temperatura suficiente para volatilizar el material en forma líquida en el pasaje de flujo (723) de tal manera que el material volatilizado se expanda hacia afuera de la salida (725) del pasaje de flujo (723), siendo el material volatilizado incorporado opcionalmente con
 10 aire para formar un aerosol;
 un primer pasaje de flujo (760b) en comunicación fluida con la salida (725) del pasaje de flujo
caracterizado por el hecho de que el instrumento (700) además comprende:
 un segundo pasaje de flujo (760c) en comunicación fluida con la salida (725) del pasaje de flujo (723), siendo el
 segundo pasaje de flujo (760c) diferente al primer pasaje de flujo (760b);
 15 una primera válvula (742) en fluida comunicación con la salida (725) del pasaje de flujo (723); y
 un controlador (750) accionable para controlar la condición del calentador (710) y controlar el funcionamiento de la primera válvula (742) de tal manera que el material volatilizado o aerosol (i) fluya a través del primer pasaje de flujo (760b) cuando el calentador (710) sea una condición no conforme y (ii) fluya a través del segundo pasaje de flujo (760c) cuando el calentador (710) es una condición conforme.

20 2. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 1, que además comprende una bomba (744) en comunicación fluida con el primer pasaje de flujo (760b), siendo dirigido el material volatilizado o aerosol a la bomba (744) a través de la primera válvula (742) cuando el calentador (710) está en una condición no conforme y donde la bomba (744) preferentemente comprende un filtro que filtra el material volatilizado o aerosol y la bomba agota el aire filtrado al medio ambiente.

25 3. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 1, que además comprende:
 una boquilla (770) con una salida, estando la boquilla en comunicación fluida con el segundo pasaje de flujo (760c); y
 30 un sensor de presión (745) en comunicación fluida con la boquilla (770);
 donde el sensor de presión (745) genera al menos una señal al controlador (750) cuando un usuario inhala sobre la boquilla (770).

35 4. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 3, donde el controlador (750) es accionable para controlar la operación de la primera válvula (742) de tal forma que el material volatilizado o aerosol fluya a través del segundo pasaje de flujo (760c) y en la boquilla (770) cuando el sensor de presión (745) detecte una caída de la presión umbral en la boquilla (770).

40 5. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 3, donde el controlador (750) es accionable para controlar la operación de la primera válvula (742) de tal forma que el material volatilizado o aerosol fluya a través del segundo pasaje de flujo (760c) y en la boquilla (770) durante un periodo de tiempo seleccionado.

45 6. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 5, donde el controlador (750) es programado para finalizar la formación de material volatilizado a través del calentador (710) cuando el controlador (750) no recibe una señal del sensor de presión (745) indicando que la caída de la presión umbral ha sido detectado después de un intervalo de tiempo predeterminado o donde el controlador (750) es accionable para continuar la formación de material volatilizado a través del calentador (710) si, dentro de un intervalo de tiempo predeterminado, el controlador (750) recibe una señal del sensor de presión (745) indicando que la caída de la presión umbral ha sido detectado.

50 7. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 3, comprende además una segunda válvula (743) en comunicación fluida con la boquilla (770), siendo accionable el controlador (750) para controlar la operación de la segunda válvula (743) para dirigir el flujo de aire a la boquilla (770).

55 8. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 1, donde:
 el controlador (750) está programado para controlar la operación del calentador (710) y el abastecimiento de líquido, y el instrumento (700) además comprende:
 un mecanismo de supervisión accionable para proporcionar datos de rendimiento del calentador al controlador (750), siendo usados estos datos por el controlador (750) para proporcionar energía al calentador (710) o para desconectar la
 60 energía del calentador (710) para mantener el calentador (710) en el rango de temperatura deseado; y
 una memoria (751) accionable para almacenar parámetros asociados al instrumento.

65 9. Instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 1, donde el calentador (710) es al menos un calentador de resistencia (710) y donde preferentemente la condición conforme del calentador (710) es un valor de resistencia de estado estable o donde preferentemente la condición conforme del calentador (710) es un rango de temperatura del pasaje de flujo (723) o

el instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 1, donde el instrumento (700) incluye un abastecimiento de aire dispuesto de tal manera que el material volatilizado sea mezclado con aire para formar el aerosol.

10. Método para accionar el instrumento (700) de acuerdo con la Reivindicación 1, que comprende los siguientes pasos:

5

suministrar el material líquido al pasaje de flujo (723);

calentar el material líquido en el pasaje de flujo (723) con el calentador (710) de tal manera que el material volatilizado se expanda fuera de la salida (725) del pasaje de flujo (723);

opcionalmente, mezclar el material volatilizado con aire para formar un aerosol;

10

vigilando el calentador (710); y

controlar la operación de la primera válvula (742) de tal manera que el material volatilizado o aerosol (i) fluya a través del primer pasaje de flujo (760b) cuando el calentador (710) está una condición no conforme y (ii) fluye a través del segundo canal de flujo (760c) cuando el calentador (710) está en la condición conforme.

15

11. Método según la Reivindicación 10, donde la condición conforme del calentador (710) es un valor de resistencia de estado estable o donde la condición conforme del calentador (710) es un rango de temperatura seleccionado del pasaje de flujo (723) o que comprende además un filtrado del material volatilizado o aerosol que fluye a través del primer pasaje de flujo (760b) y expulsa aire al medio ambiente o que comprende además una mezcla del material volatilizado con aire para formar el aerosol.

20

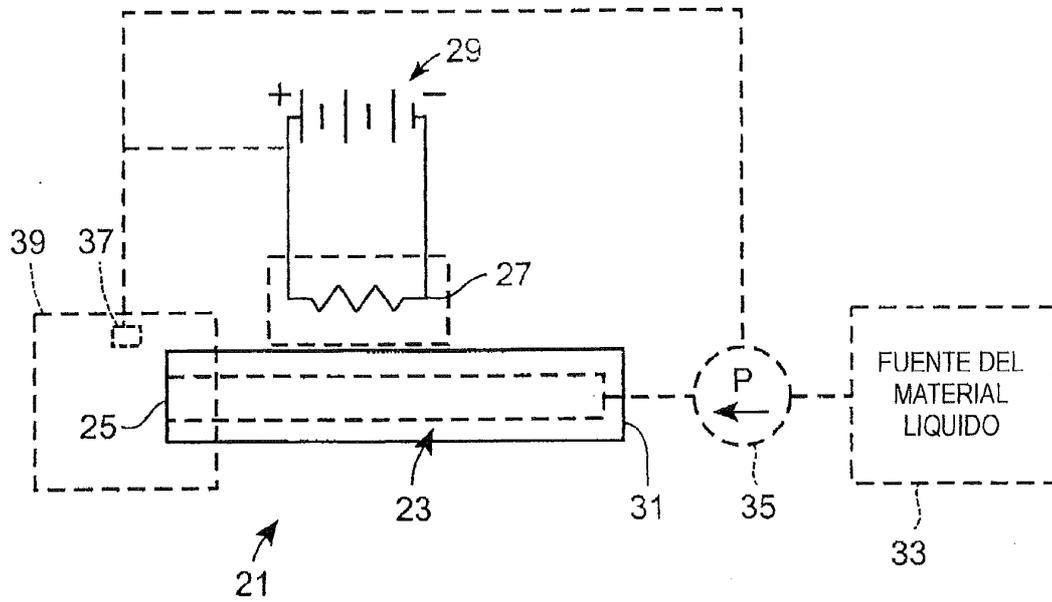


FIG. 1

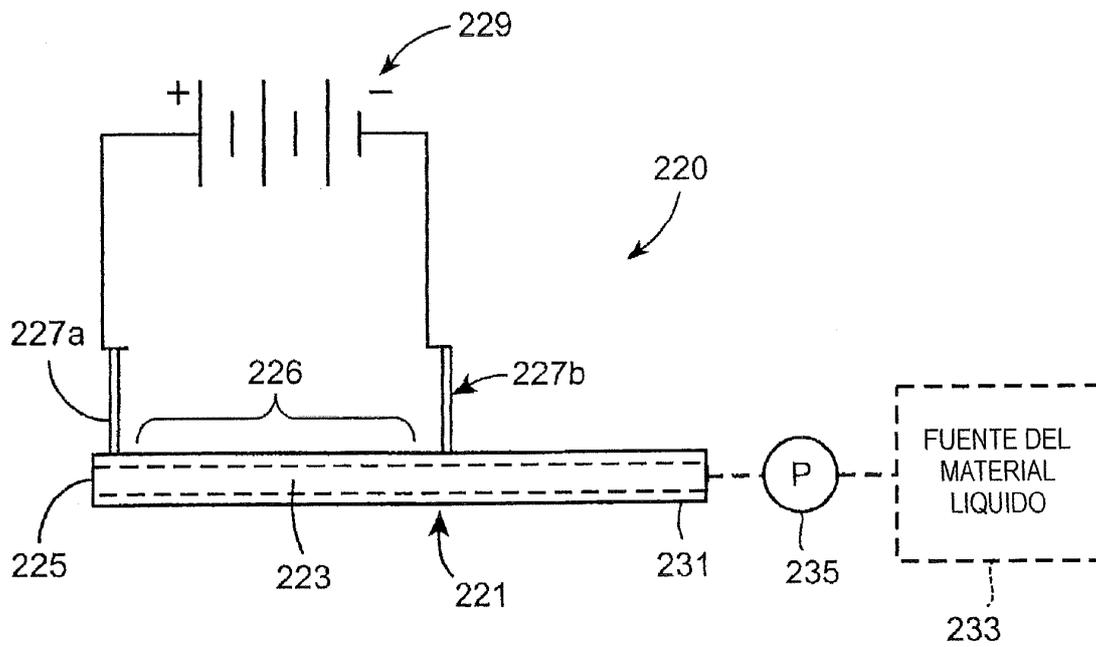


FIG. 2

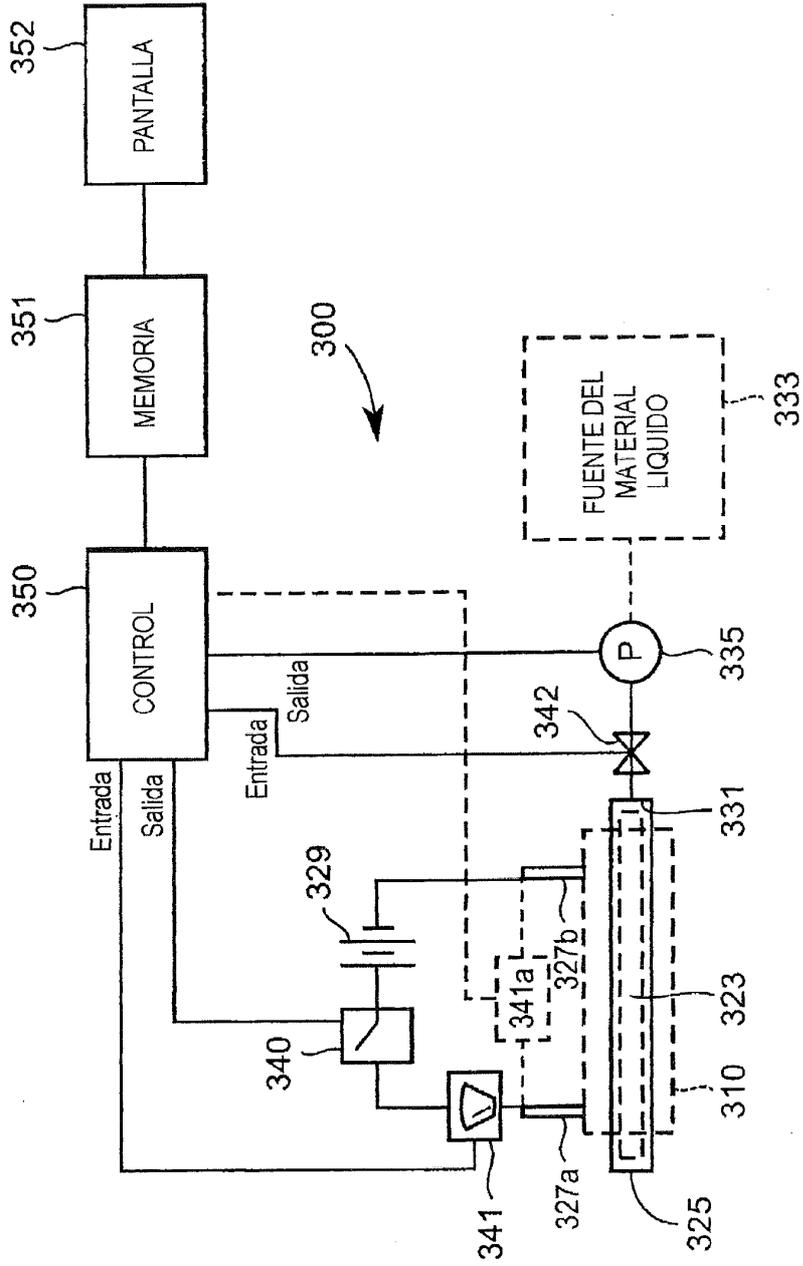
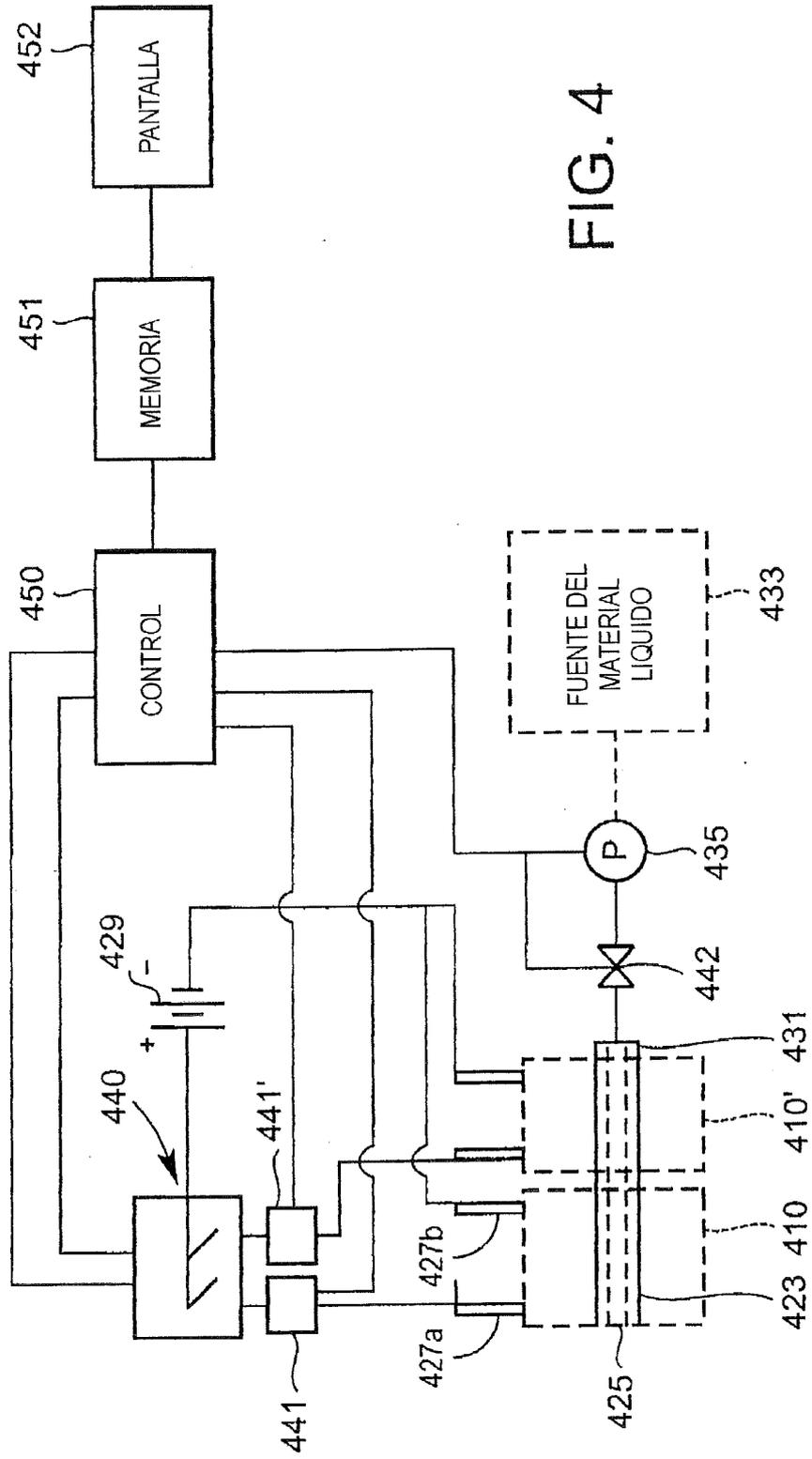


FIG. 3



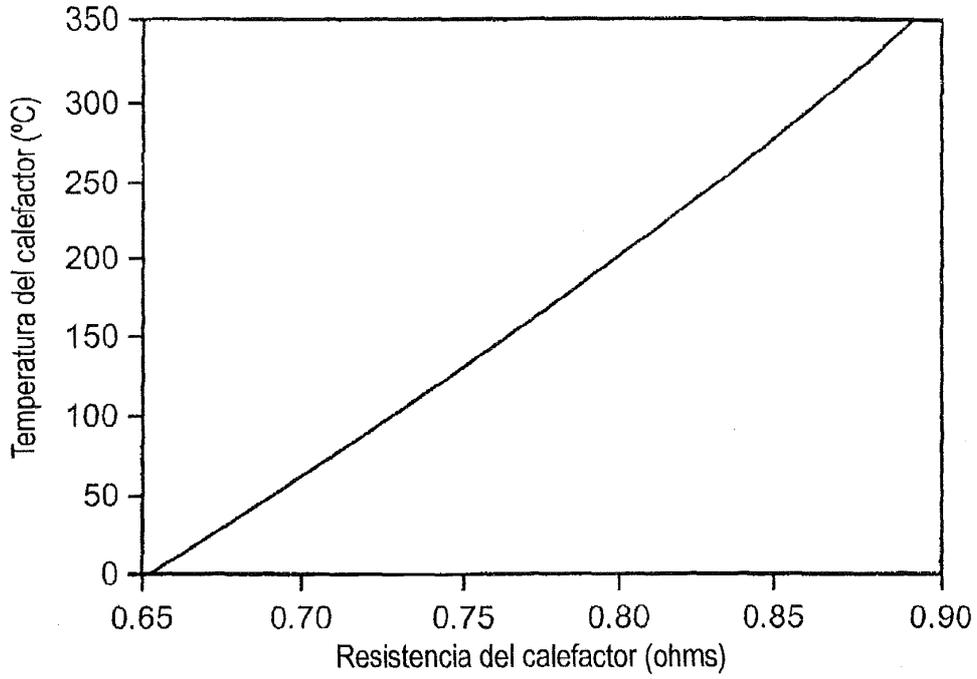


FIG. 5

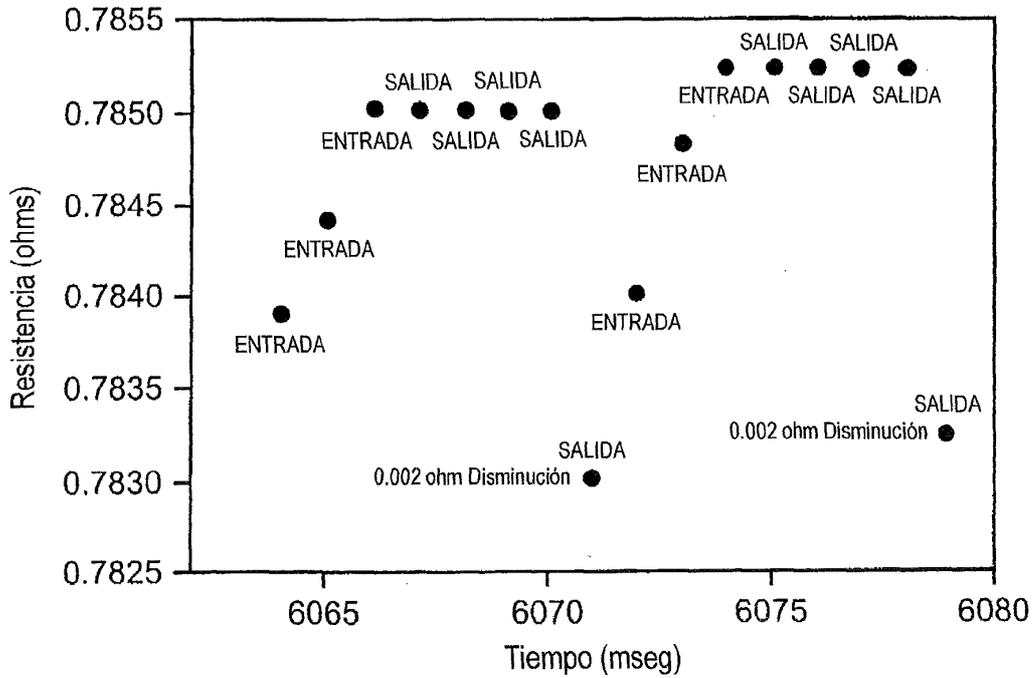


FIG. 6

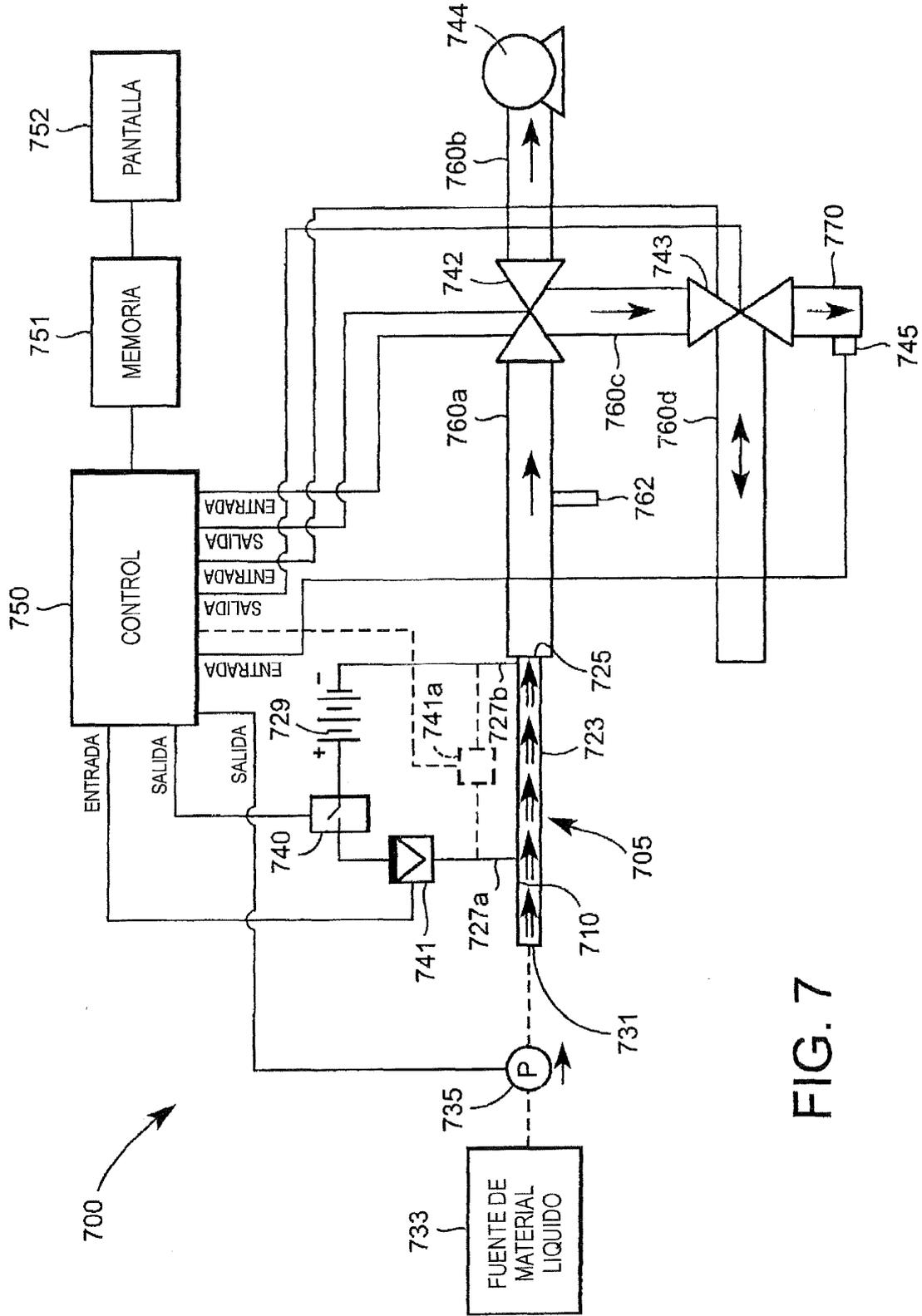


FIG. 7

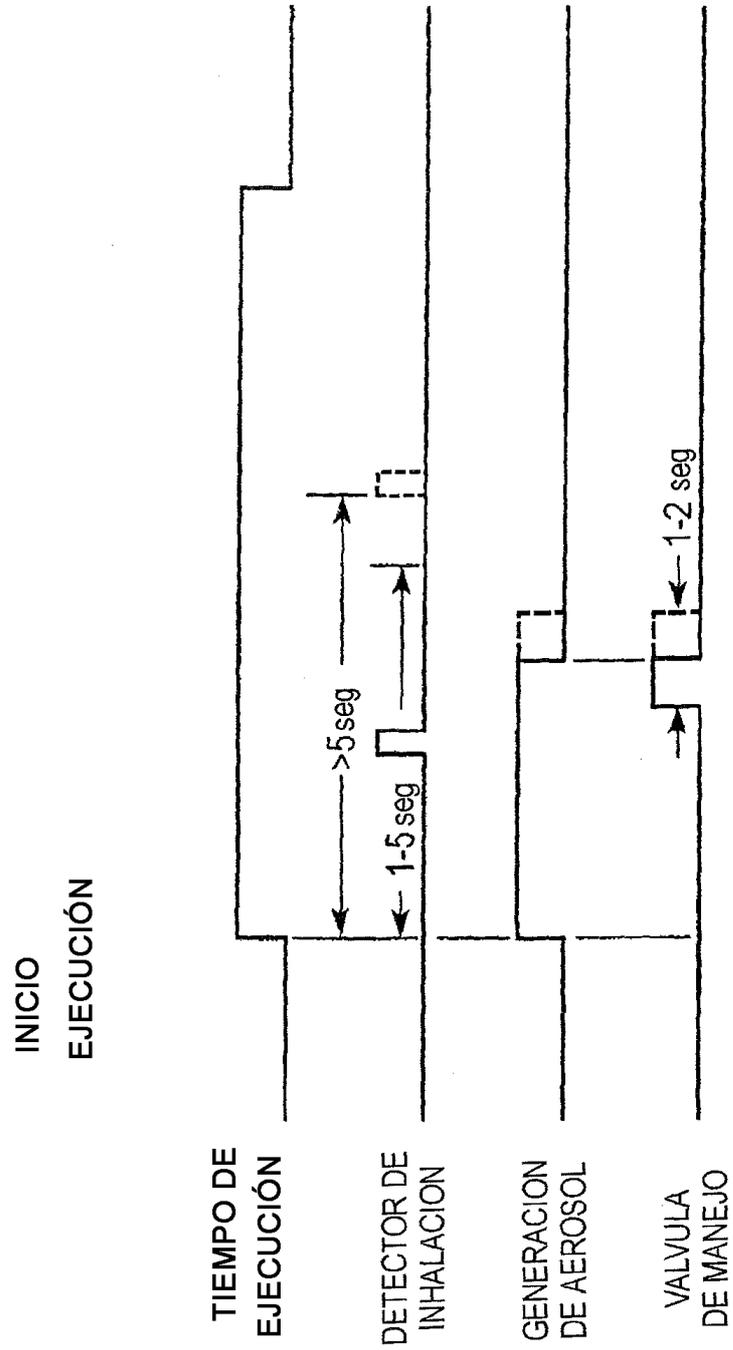


FIG. 8