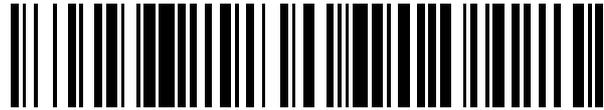


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 473 591**

51 Int. Cl.:

**G05D 11/00** (2006.01)

**A24F 47/00** (2006.01)

**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 02759199 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 1412829**

54 Título: **Método y aparato para generar líquidos volatilizados**

30 Prioridad:

**31.07.2001 US 308608 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.07.2014**

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 2 473 591 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 líquidos volatilizados

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.

20 [0003] Un generador de aerosol (21) de acuerdo con la patente estadounidense N° 5.743.25.1 se muestra en forma esquemática con referencia a la .Figura I. El generador de aerosol (21) incluye un tubo (23) que posee un extremo abierto (25). Un calentador (27) se ubica en forma adyacente a al menos una porción del tubo (23), pero preferentemente de manera que proporcione una zona calentada alrededor del tubo que maximiza 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.

30 [0004] Durante el funcionamiento, un material (no mostrado) en forma líquida se introduce en un tubo (23). El calentador (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 periodos de tiempo. El material volatilizado se expande hacia afuera del extremo abierto (25) del tubo (23). El material volatilizado se mezcla con el aire del ambiente fuera del tubo y se condensa para formar partículas; formándose así el aerosol.

35

[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 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 resultar en una obstrucción.

40

45 [0006] El tubo (23) puede cerrarse en un segundo extremo (31) y el material en forma líquida puede introducirse en el tubo (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.

50

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

**RESUMEN DE LA INVENCION**

60 [0008] La invención proporciona un instrumento programable para volatilizar materiales líquidos, facilitando así el uso de investigación del líquido vaporizado para varias aplicaciones.

65 [0009] Se suministra un material en forma líquida a un pasaje de flujo y el material líquido se calienta a una temperatura 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. El instrumento y método respectivo se definen en las reivindicaciones anexas 1 y 11.

[0010] Una forma de realización se dirige hacia un instrumento y un método para generar aerosol con un pasaje de flujo definido por un tubo de metal capaz de conducir electricidad. El tubo posee un primer extremo abierto y un suministro de energía para suministrar energía a un calentador que comprende una sección del tubo de metal tal de manera que el tubo se calienta a una temperatura suficiente para volatilizar el material líquido del pasaje de flujo. El material volatilizado se expande hacia afuera del extremo abierto del pasaje de flujo y entonces puede mezclarse con el aire del ambiente para formar un aerosol.

[0011] Otra forma de realización se dirige hacia un instrumento y un método para generar un líquido volatilizado que comprende un pasaje de flujo que posee un primer extremo abierto y un calentador que calienta el pasaje de flujo a una temperatura suficiente para volatilizar el material en forma líquida; de manera que el material volatilizado se expanda hacia afuera del extremo abierto del pasaje de flujo. El material volatilizado puede entonces mezclarse con el aire del ambiente para formar un aerosol. Un controlador es operable para mantener la temperatura del pasaje de flujo y regular el flujo del material. El controlador es preferentemente capaz de aceptar la entrada manual de comandos o programas asociados con los parámetros de operación del instrumento. Asimismo, el controlador es configurado para ser programado para diferentes parámetros asociados con la generación del aerosol y/o vapor precursor, de manera que el controlador pueda utilizarse para el ensayo experimental.

[0012] Una forma de realización adicional se dirige a un instrumento y método para generar líquido volatilizado que incluye un pasaje de flujo con un primer extremo abierto y varios calentadores para calentar el pasaje de flujo a una temperatura suficiente para volatilizar el material en forma líquida en el pasaje de flujo de manera que el material volatilizado se expanda hacia afuera del extremo abierto y pueda mezclarse con el aire del ambiente para formar un aerosol.

[0013] Un método para generar un aerosol y vapor comprende los pasos de fijar un parámetro deseado como objetivo, tal como la resistencia de una disposición de calentador, tal como un calentador de resistencia, correspondiente a una temperatura suficiente para volatilizar un material líquido dentro de un pasaje de flujo calentado por el calentador; suministrar un material líquido al pasaje de flujo; determinar periódicamente el parámetro del calentador; comparar el parámetro con el parámetro deseado; y energizar el calentador cuando el parámetro es menor que el parámetro deseado. En otras formas de realización, el método comprende fijar una serie o rango de parámetros deseados (es decir, parámetros deseados múltiples o variables), como por ejemplo una serie o rango de valores de resistencia de un calentador.

[0014] 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

[0015] 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 una forma de realización de un instrumento donde una sección de un tubo de metal se utiliza como calentador.

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

La Figura 4 muestra una forma de realización de un instrumento en donde varias zonas de calentamiento calientan el líquido.

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

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 en 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

5 [0016] 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 Huida. Los aerosoles se pueden producir desde de un único pasaje de flujo o desde una disposición de múltiples pasajes de flujo.

15 [0017] 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.

25 [0018] 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, en donde el gasto del lubricante puede facilitarse con la introducción de una concentración de partículas del lubricante.

30 [0019] 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.

35 [0020] 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 con el uso de variados 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 de flujo 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, y similares. 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.

55 [0021] 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.

65

[0022] La disposición calentadora puede diseñarse como una unidad reemplazable. Por ejemplo, el instrumento se puede diseñar de manera que aloje disposiciones calentadoras intercambiables en 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.

[0023] 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  $8 \times 10^{-5}$  a  $80 \text{ mm}^2$ , preferentemente  $2 \times 10^{-3}$  a  $8 \times 10^{-1} \text{ mm}^2$ , y más preferentemente  $8 \times 10^{-3}$  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.

[0024] 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 del 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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 la

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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).

[0032] 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.

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

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

[0033] 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.

[0034] 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.

[0035] 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.

[0036] 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.

[0037] 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.

[0038] 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).

[0039] 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 (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.

[0040] 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.

[0041] 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.

[0042] 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 (352) 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.

[0043] 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).

[0044] 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.

[0045] La ecuación para el coeficiente de temperatura de resistividad para el acero inoxidable tipo (304) es la siguiente:

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

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.

[0046] 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:

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

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

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:

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

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

5 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).

10 [0047] 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:

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

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

20 [0048] 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.

35 [0049] 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.

45 [0050] 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 forma 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.

50 [0051] 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 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.

[0052] 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.

[0053] 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 dificultoso, 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.

[0054] 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.

[0055] 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 un primer extremo abierto (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 del extremo abierto (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.

[0056] 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.

[0057] El instrumento (700) también incluye 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.

[0058] 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

5 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.

10 [0059] 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).

15 [0060] 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).

20 [0061] 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.

30 [0062] 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).

35 [0063] 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.

50 [0064] 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.

60 [0065] 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).

5

[0066] 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.

10

[0067] 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.

15

[0068] 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.

20

25

[0069] 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 periodo de tiempo energía al calentador (710) y después de y/o durante dicho periodo, 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.

30

35

40

[0070] 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).

45

[0071] 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.

50

55

[0072] 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.

60

[0073] 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.

65

5 [0074] 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.

10 [0075] 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 (75.0) 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.

15 [0076] 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.

20 [0077] 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.

25 [0078] 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.

30 [0079] 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.

35 [0080] 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.

40 [0081] 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.

[0082] 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.

[0083] 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.

[0084] 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.

[0085] 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: 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.

[0086] 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.

[0087] 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.

5 [0088] 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.

10

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un instrumento para la generación programable de material volatilizado, que comprende:
- al menos un pasaje de flujo (323) que posee un primer extremo abierto (325);  
 un suministro de líquido (333) accionable para proporcionar material líquido al pasaje de flujo (323);  
 al menos una disposición calentadora (310) que incluye al menos un calentador de resistencia, que comprende  
 10 opcionalmente una sección de tubo metálico que define el pasaje de flujo (323), siendo adaptada la disposición  
 calentadora (310) para calentar el pasaje del flujo (323) a una temperatura suficiente para que el material volatilizado  
 salga hacia afuera desde el extremo abierto (325) del pasaje de flujo (323);  
 un controlador (35) accionable para controlar el funcionamiento del calentador (310) y controlar el funcionamiento del  
 suministro de líquido (333);  
 una disposición de control accionable para proporcionar los datos de rendimiento del calentador al controlador (350),  
 15 siendo los datos utilizados por el controlador (350) para suministrar potencia a la disposición calentadora (310) o para  
 cortar la potencia a dicha disposición calentadora (310) para mantener la disposición calentadora (310) a un rango de  
 temperatura deseado; y  
 una memoria operable (351) para almacenar parámetros relacionados con el instrumento (300),  
**caracterizado por el hecho de que**  
 20 la disposición de control incluye un dispositivo interruptor (340) que controla el suministro de energía  
 a la disposición calentadora (310), y  
 la disposición de control emite datos representativos de una resistencia dependiente de la temperatura del calentador de  
 resistencia y el controlador (350) calcula la resistencia controlada del calentador de resistencia basada en los datos  
 recibidos de disposición de control, el controlador (350) acciona el elemento interruptor (340) para suministrar pulsos de  
 25 potencia al calentador de resistencia al menos cuando la resistencia controlada cae por debajo de una resistencia  
 deseada.
2. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el pasaje de flujo (323) comprende un pasaje de tamaño  
 30 capilar tal como el interior de un tubo capilar.
3. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, donde al menos una disposición calentadora (310) comprende una  
 pluralidad de calentadores de resistencia.
4. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un visor (352) que visualiza las  
 35 calibraciones del instrumento (300) y comprende además un dispositivo de medición (342) que controla la cantidad de  
 material líquido suministrado al pasaje de flujo (323).
5. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la disposición calentadora (310) forma un aerosol que tiene  
 40 un diámetro de partícula medio de masa menor de  $2 \times 10^{-6} \text{m}$  (2 micrones), preferiblemente entre  $0,2 \times 10^{-6} \text{m}$  y  $2 \times 10^{-6} \text{m}$   
 (0,2 y 2 micrones), donde las partículas sólidas son suspendidas opcionalmente en solución en el material líquido, y  
 donde las partículas sólidas son forzadas hacia fuera del extremo abierto (325) del pasaje de flujo (323) cuando el  
 material volatilizado se expande de tal manera que el aerosol incluye partículas condensadas del material líquido y las  
 partículas sólidas.
- 45 6. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el pasaje de flujo (323) se define por un diámetro interno  
 de un tubo de acero inoxidable, la disposición calentadora (310) comprende un par de conductores eléctricos (327a,  
 327b) fijos en ubicaciones separadas axialmente del tubo, un suministro de energía DC (corriente directa) se conecta  
 eléctricamente a dicho par de conductores (327a, 327b), y una disposición de interruptores (340) es operable para  
 50 interrumpir el flujo de la corriente DC desde el suministro de potencia (329) hacia el tubo, estando el controlador (350)  
 conectado de forma funcional a la disposición de interruptor para realizar el suministro de potencia por pulsos al tubo  
 cuando el material líquido es proporcionado al tubo.
7. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el suministro de líquido (333) incluye una disposición de  
 55 válvulas (342) operables para proporcionar el líquido durante un período de tiempo predeterminado, siendo dicho  
 período de tiempo predeterminado determinado por la entrada de un comando de instrucción al controlador (350).
8. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el controlador (350) acciona la disposición de válvulas (342)  
 antes de accionar la disposición calentadora (310) para calentar el material líquido suministrado por el suministro de  
 líquido (333).
- 60 9. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el pasaje de flujo (323) se define por un pasaje en una  
 lámina de cerámica, la disposición calentadora (310) comprende un calentador de resistencia ubicado a lo largo del  
 pasaje de flujo (323), un suministro de potencia DC (329) se conecta eléctricamente mediante un par de conductores  
 (327a, 327b) con el calentador, y una disposición de interruptor es accionable para interrumpir el flujo de corriente DC  
 65 desde el suministro de potencia hacia el calentador, el controlador se encuentra funcionalmente conectado a la

disposición de interruptor (340) para realizar el suministro de potencia al calentador cuando el material líquido se suministra al calentador.

5 10. Instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos un pasaje de flujo (323) comprende varios pasajes de flujo y la al menos una disposición calentadora (310) comprende varias disposiciones calentadoras, donde cada uno de los pasajes de flujo está asociado a una de las disposiciones calentadoras y las disposiciones calentadoras son accionables selectivamente por el controlador (350), donde a cada uno de los pasajes de flujo se les suministra el mismo material líquido o material líquido diferente y las salidas de los pasajes de flujo se dirigen a una disposición de colectores.

10 11. Método para accionar el instrumento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende los siguientes pasos:

15 seleccionar un parámetro como objetivo correspondiente a una temperatura suficiente para volatilizar un material líquido dentro del pasaje de flujo (323);  
 suministrar el material líquido al pasaje de flujo (323);  
 energizar la disposición calentadora (310);  
 20 determinar periódicamente un parámetro controlado de un elemento de calentamiento de resistencia de la disposición calentadora (310);  
 comparar el parámetro controlado con el parámetro establecido como objetivo; y  
 suministrar potencia al elemento de calentamiento de resistencia cuando el parámetro controlado es menor que el parámetro objetivo.

25 12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el paso de determinar de forma periódica la resistencia controlada comprende medir la caída de voltaje a través de un resistor derivador, y medir la caída del voltaje a través del elemento de calentamiento de resistencia

y  
 30 donde al elemento calentado de resistencia se le suministra potencia por pulsos que tiene un ciclo de trabajo de 1 a 100 milisegundos o donde el parámetro objetivo es resistencia objetivo y el parámetro controlado es resistencia controlada o donde el controlador (350) es accionable para controlar una duración de suministro del material líquido al pasaje de flujo (323).

35 13. Método según la reivindicación 11, donde el pasaje de flujo (323) es definido por un diámetro interno de un tubo de acero inoxidable, la disposición calentadora (310) comprende un par de conductores eléctricos (327a, 327b) fijados en ubicaciones espaciadas axialmente sobre el tubo, un suministro (329) de potencia DC es conectado eléctricamente a un par de conductores (327a, 327b), y una disposición de interruptor (340) es accionable para interrumpir el flujo de corriente DC desde el suministro de potencia (329) al tubo, el controlador (350) acciona la disposición del interruptor (340) para suministrar potencia al tubo cuando el material líquido es suministrado al tubo y  
 40 done el pasaje del flujo (323) es definido por un pasaje en un laminado de cerámica, la disposición calentadora (310) comprende un calentador de resistencia localizado a lo largo del pasaje de flujo (323), un suministro de potencia DC (329) está conectado eléctricamente por un par de conductores (327a, 327b) al calentador, y una disposición de interruptor (340) es accionable para interrumpir el flujo de corriente DC desde el suministro de potencia (329) al calentador, el controlador (350) acciona la disposición de interruptor (340) para suministrar potencia al calentador cuando el material líquido es suministrado al calentador.

45 14. Método según la reivindicación 11, donde el al menos un pasaje de flujo (323) comprende una pluralidad de pasajes de flujo y la al menos una disposición calentadora (310) comprende una pluralidad de disposiciones calentadoras, donde cada uno de los pasajes de flujo es asociado a una de las disposiciones calentadores y las disposiciones calentadoras con accionables selectivamente por el controlador (350), donde a cada uno de los pasajes de flujo se les ha suministrado el mismo material líquido u otro diferente y donde las salidas de los pasajes de flujo están dirigidas  
 50 hacia una disposición distribuidora.

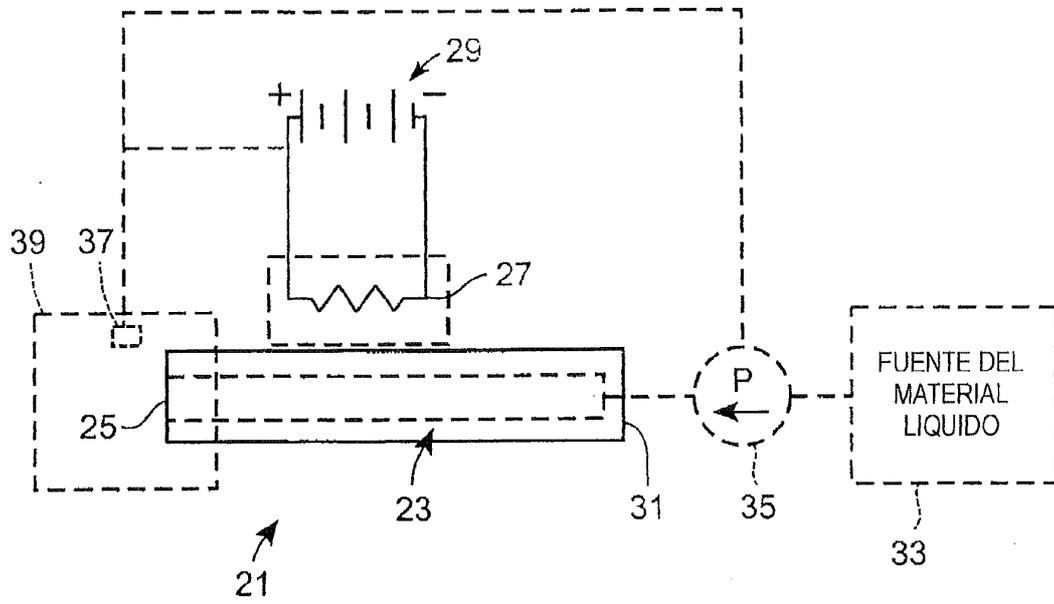


FIG. 1

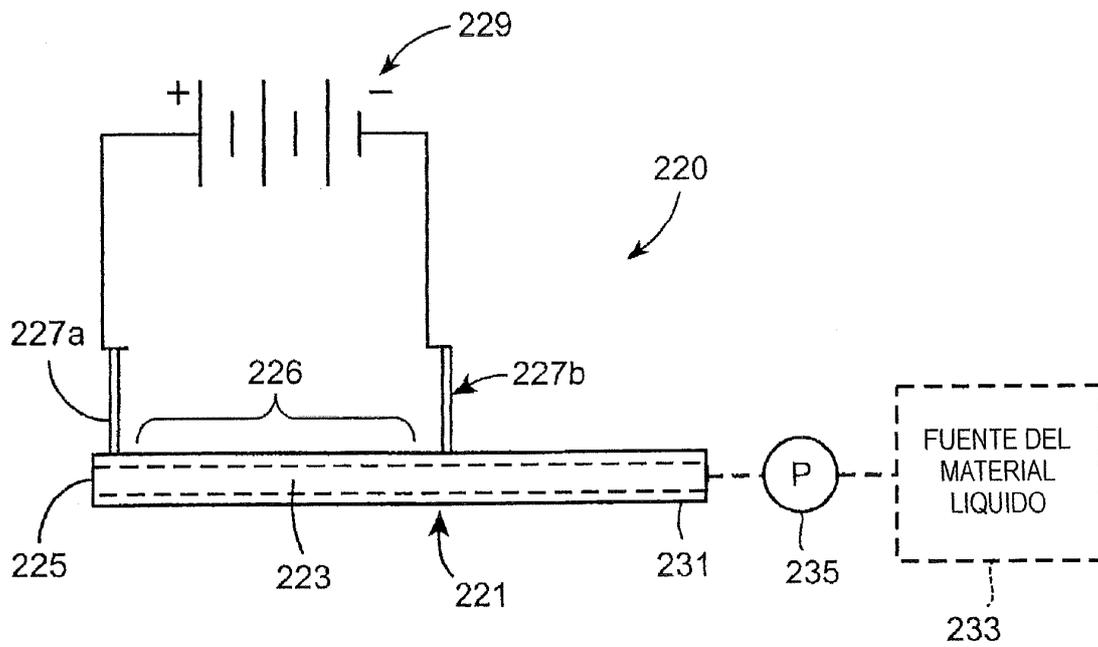


FIG. 2



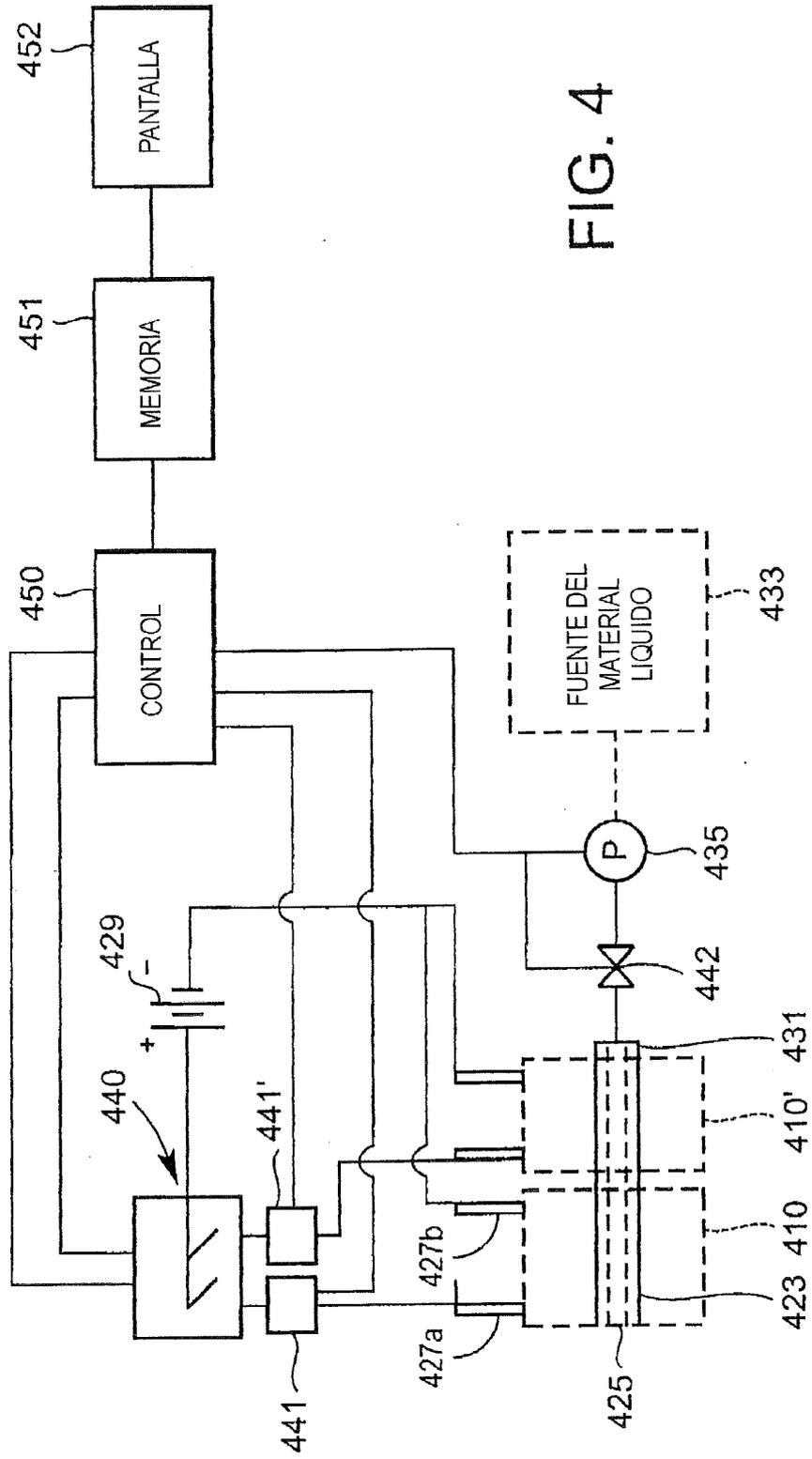


FIG. 4

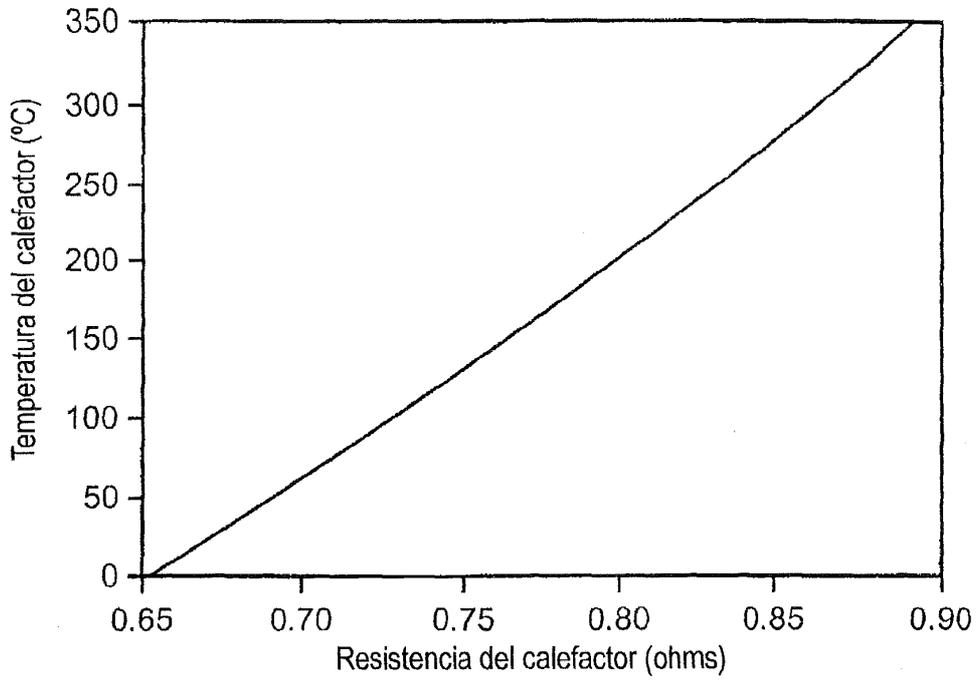


FIG. 5

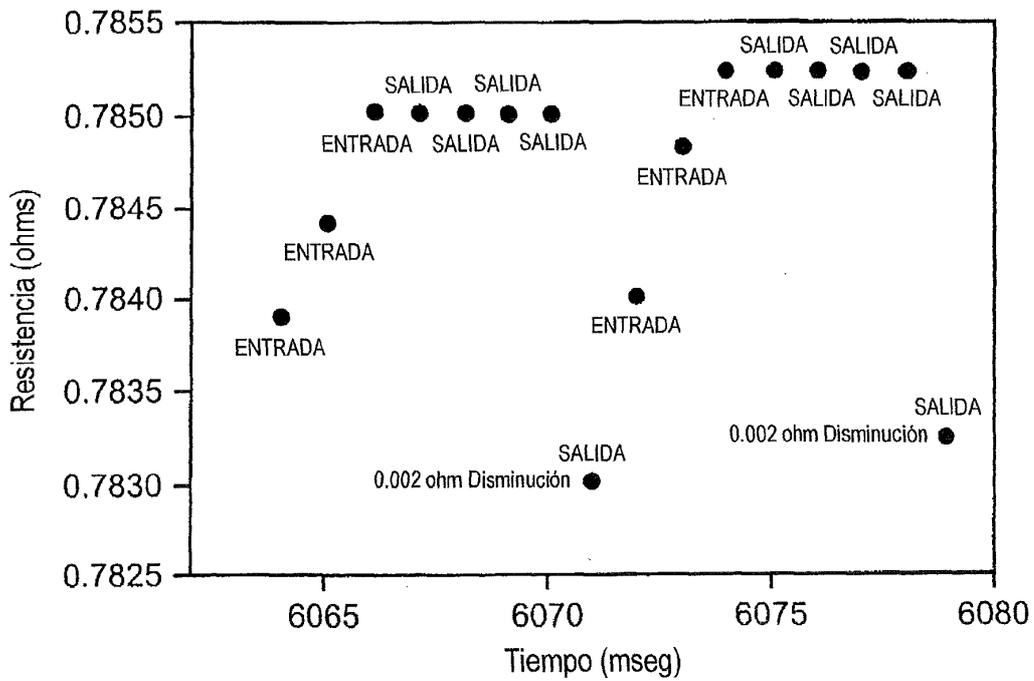


FIG. 6

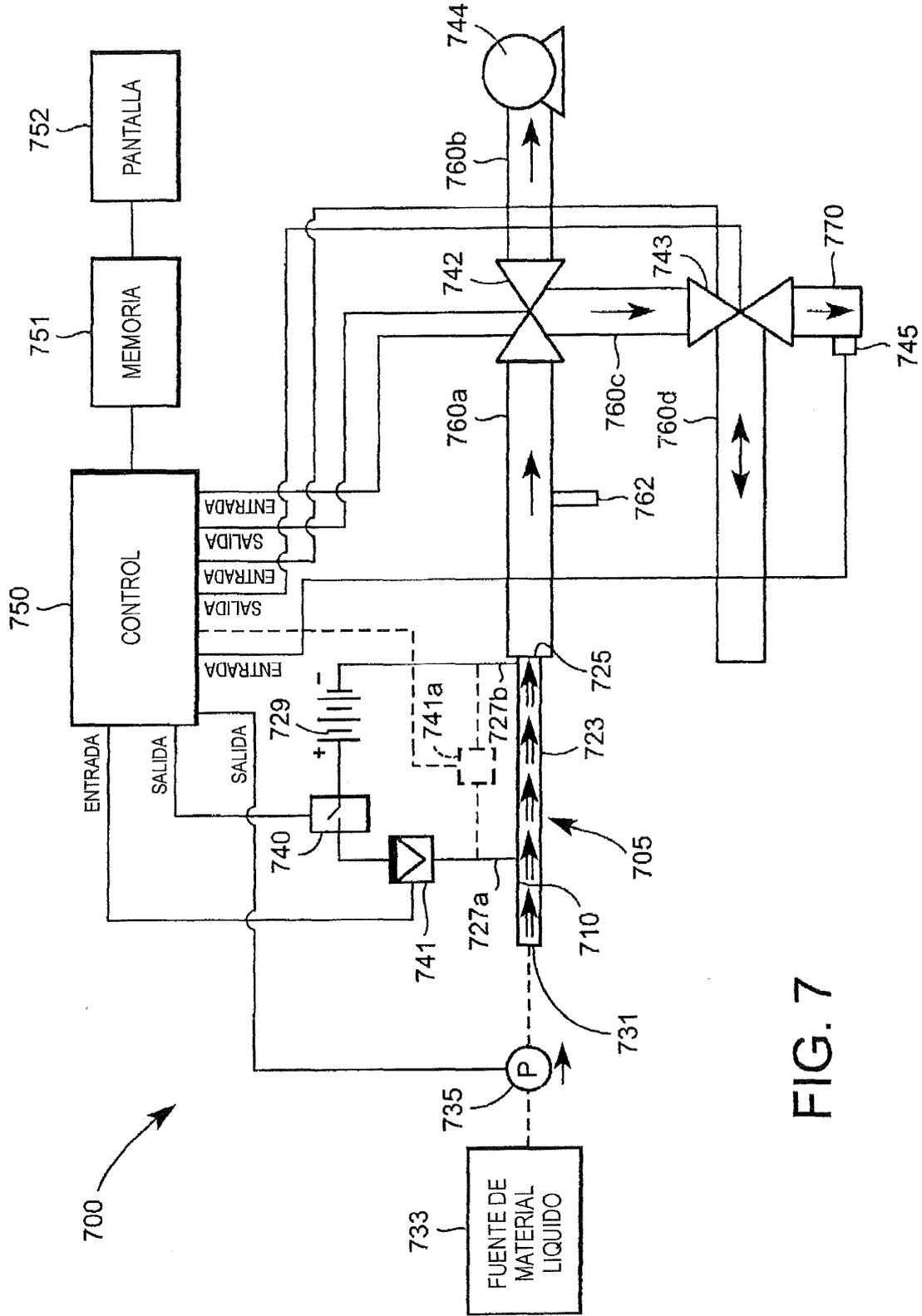


FIG. 7

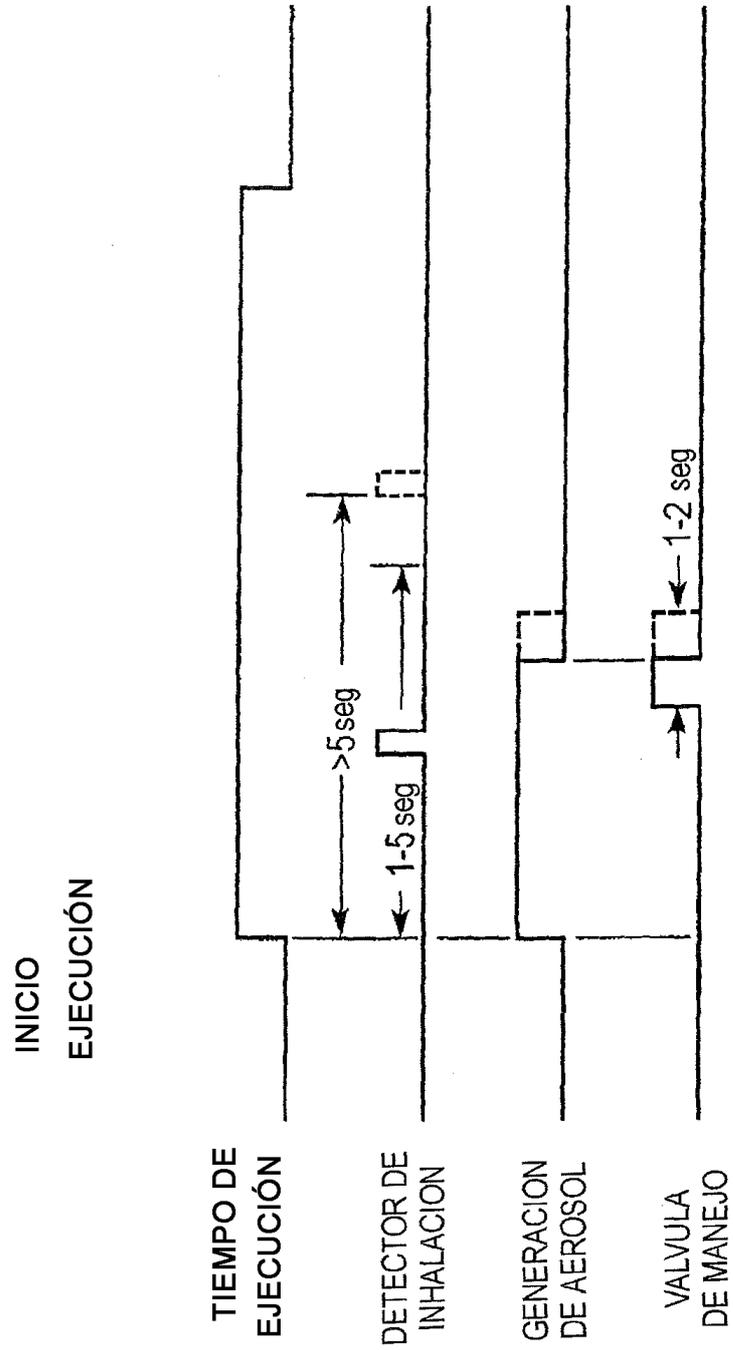


FIG. 8