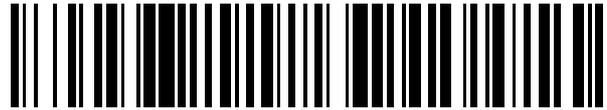


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 713**

51 Int. Cl.:

B05B 7/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2000 E 00938249 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 1192009**

54 Título: **Método para producir un aerosol**

30 Prioridad:

11.06.1999 US 138698 P

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

07.10.2013

73 Titular/es:

**ARADIGM CORPORATION (50.0%)
3929 Point Eden Way
Hayward, CA 94545, US y
UNIVERSIDAD DE SEVILLA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ROSELL, JOAN y
GANAN-CALVO, ALFONSO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 424 713 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para producir un aerosol

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente solicitud se refiere en general a la creación de un aerosol producido por el flujo de fluidos orientados.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 Los dispositivos para la creación de corrientes de fluidos finamente orientados y/o partículas de aerosol del tamaño deseado se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, tales como, por ejemplo, corrientes de tinta finamente dirigidas para impresoras de inyección de tinta, o corrientes dirigidas de soluciones que contienen moléculas biológicas para la preparación de la microarrays. La producción de aerosoles finamente orientados también es importante para (1) la administración de fármacos en forma de aerosol, para obtener un flujo muy uniforme de las partículas en los pulmones de los pacientes; (2) aerosol de combustible en motores de combustión interna, para una rápida y uniforme dispersión de cualquier tipo de combustible en la cámara de combustión; o (3) la formación de partículas de tamaño uniforme que por si solas poseen una amplia gama de usos, tales como (a) la producción de chocolate, que requiere finas partículas de un cierto tamaño para lograr la consistencia deseada o el llamado "sensación en la boca" del producto acabado, (b) fabricación de productos farmacéuticos de liberación prolongada o enmascarantes de sabores y (c) producir pequeñas partículas inertes utilizados como estándares en pruebas o como un sustrato que recubre los compuestos a probar, reaccionar o ensayar.

25 El documento EP-A-0899017 describe un método de atomización de líquidos, según el preámbulo de la reivindicación 1, que comprende un proceso de atomización del líquido sobre la base de la formación de un microchorro capilar sobre un líquido aspirado por un flujo de gas a alta velocidad a través de un orificio de diámetro pequeño. De acuerdo con una determinación paramétrica, el líquido aspirado forma un chorro capilar estacionario de diámetro extremadamente pequeño, que es acelerado y estabilizado por tensiones de viscosidad tangencial ejercida por el gas sobre la superficie del líquido, pasa a través del orificio y sale al exterior donde finalmente el microchorro se divide en microgotas que tienen tamaño extremadamente pequeño y bajo índice de dispersión. El proceso descrito es aplicable a los mecanismos que requieren la atomización homogénea de líquidos y, en particular, la inyección electrónica de combustible. El objeto de la invención es mejorar los métodos conocidos.

SUMARIO DE LA INVENCION

Según la presente invención, se proporciona el método de la reivindicación 1.

35 A continuación se describe un método de creación de pequeñas partículas y aerosoles con una tecnología llamada aquí "violent focusing" de un líquido para disolver y dispersar un líquido, junto con los dispositivos para la generación de dicho violent Flow Focusing. En general, un método de " violent focusing" comprende las etapas de forzar un primer líquido a través de un tubo de alimentación y hacia fuera de una abertura de salida del tubo de alimentación, colocado dentro de una cámara de presión, el cual se llena de forma continua con un segundo fluido, que puede ser un segundo líquido inmiscible en el primer líquido o gas. La abertura de salida del tubo de alimentación está colocada de tal manera que el líquido que sale del tubo fluye hacia y fuera de un orificio de salida o descarga de la cámara que rodea la abertura de salida del tubo de alimentación. El primer líquido que sale desde el tubo está enfocado a un diámetro reducido de manera significativa y se somete a una acción violenta creado por el segundo líquido o gas, rompiendo el flujo en partículas sustancialmente más pequeñas que cuando el flujo se somete a una ruptura espontánea por reducción del diámetro del flujo. La abertura de salida del tubo de alimentación tiene preferiblemente un diámetro de entre 5 y 10000 micras y la abertura de salida del tubo se coloca a una distancia entre 5 y 10000 micras, preferiblemente entre 15 y 200 micras, desde un punto de entrada del orificio de salida.

50 Una corriente del primer líquido fluye fuera del tubo y es centrado por el flujo del segundo líquido o gas en la cámara de presión circundante. La corriente enfocada a continuación, sale del orificio de descarga de la cámara de presión, desestabilizándose y formando pequeñas partículas. El tamaño de partícula del primer líquido está regulada por el equilibrio entre las fuerzas de tensión superficial de la partícula formada por el primer líquido y la amplitud de las fluctuaciones de presión turbulentas dentro y fuera del orificio de salida de la cámara de presión. Cuando las partículas son lo suficientemente pequeñas que sus fuerzas de tensión superficial corresponden sustancialmente a la amplitud de la fluctuación de la presión, a continuación, las partículas son estabilizadas y no se romperán en partículas aún más pequeñas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 La figura 1 es una representación esquemática de una vista transversal de una boquilla de la invención;
La Figura 2 ejemplo de uso de la boquilla de la Figura 1 que muestra y clasifica los ángulos y las zonas de la boquilla;
La figura 3 es el mismo ejemplo de uso mostrado en la figura 1 con varios ángulos y áreas marcadas;
La Figura 4 es otro ejemplo de uso de la boquilla de la Figura 1 con algunas áreas y ángulos marcadas;
La Figura 5 es un ejemplo de uso de la boquilla de la Figura 1 con varios parámetros marcados;
La Figura 6 es un gráfico de la mediana del diámetro volumétrico (VMD) con respecto a la tasa de flujo de alimentación del líquido para cuatro fluidos diferentes;

La Figura 7 es un gráfico de la mediana del diámetro volumétrico (VMD) adimensional con respecto a la tasa de flujo de líquido adimensional con una línea a través de los puntos de datos que muestran la mejor forma de alimentación;

La Figura 8 es un gráfico de los datos con la línea que se muestra en la Figura 7 comparada con la línea teórica para la predicción de la inestabilidad de Rayleigh de un flujo de chorro concentrado, y

La Figura 9 es un gráfico de los datos obtenidos con los diversos líquidos enumerados en la desviación estándar geométrica (GSD) en comparación con el flujo no dimensional del flujo de líquido.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS EJEMPLO DE USO PREFERIDOS

Antes de describir el presente dispositivo de aerosol y método, se deberá entender que esta invención no se limita únicamente a los componentes y etapas específicas descritas, ya que, por supuesto, que estos pueden variar. También debe entenderse que la terminología usada en este documento es con el propósito de describir realizaciones particulares solamente, y no se pretende que sea limitante, ya que el alcance de la presente invención estará limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

Debe tenerse en cuenta que, aquí y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un / una" y "el / la" incluyen referencias plurales, a menos que el contexto determina claramente lo contrario. Así, por ejemplo, la referencia a "una partícula" incluye una pluralidad de partículas y que en un "fluido", una mezcla de fluidos y otros equivalentes conocidos por los expertos en la técnica, y así sucesivamente.

A menos que se especifique lo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en este documento tienen el mismo significado que el comúnmente entendido por una persona de experiencia normal en la técnica de esta invención. Aunque en la práctica o ensayo de la presente invención se puede utilizar cualquier método y material similar o equivalente a los descritos, ahora se indican los métodos y materiales preferidos.

Las publicaciones discutidas en este documento se proporcionan únicamente para su descripción antes de la fecha de presentación de la presente solicitud. Nada de lo aquí indicado debe interpretarse como una admisión de que la presente invención no tiene derecho a preceder a dicha publicación en virtud de la invención anterior. Además, las fechas de publicación proporcionadas pueden ser diferentes de los actuales, que pueden requerir una confirmación independiente.

MÉTODOS GENERALES

El método se lleva a cabo forzando un líquido desde un dispositivo de suministro, por ejemplo un tubo. El líquido sale desde el dispositivo de alimentación y pasa a una cámara de presión llena de un segundo fluido, que es preferiblemente un gas. La cámara tiene una salida se que se coloca preferentemente directamente en frente de y aguas abajo del flujo de líquido que sale desde el dispositivo de alimentación. La abertura de salida puede ser posicionado ligeramente aguas arriba de la salida del dispositivo de alimentación del líquido. El líquido se centra por el gas de dimensiones mucho más pequeñas, ya que sale del dispositivo de alimentación, tal como una unidad tubular de flujo de líquido de diámetro se centra en un flujo de $1/2 - 1/400$ unidades de diámetro o menos, dependiendo de las condiciones de funcionamiento. En el ejemplo propuesto, un flujo de una unidad cilíndrica de diámetro centrado, debe someterse a la inestabilidad de Rayleigh y forman partículas de aproximadamente 1.89 veces el diámetro de la corriente de concentrado. Sin embargo, ajustando adecuadamente los parámetros (por ejemplo, mediante la colocación de la salida del dispositivo de alimentación del líquido con respecto a la boca de salida de la cámara), el flujo del líquido se concentra primero por el gas que fluye desde la cámara, formando de este modo un flujo con un diámetro mucho más pequeño. El flujo sale de la cámara y forma partículas que son más pequeñas en diámetro de la corriente de enfocado.

Sobre la base de lo anterior, se entenderá que las boquillas y los métodos de la presente invención son capaces de producir partículas extremadamente pequeñas. Como ejemplo, consideremos producir partículas utilizando un dispositivo de alimentación del líquido cilíndrica, que tiene un diámetro de 1000 unidades. Se espera que el flujo desde un dispositivo de suministro se somete a la inestabilidad de Rayleigh normal, el diámetro de flujo de 1000 unidades, para formar partículas esféricas con un diámetro de unos 1.89×1000 o 1890 unidades de diámetro. Si el flujo que tiene un diámetro de 1000 unidades se centra en una corriente o chorro de dimensión más pequeña de un gas que lo rodea, el chorro puede tener un diámetro de una décima parte de ese tamaño o 100 unidades. Eso chorro concentrado por 100 unidades de diámetro debe someterse a la inestabilidad de Rayleigh normal que forman partículas que tienen un diámetro de 1.89×100 o 189 unidades.

Enfocando el diámetro del flujo a un chorro estrecho centrado o "microchorro estable" ha sido referido como tecnología Flow Focusing. Cuando se utiliza la tecnología Flow Focusing, el chorro enfocado tiene un diámetro d_j centrado en un punto dado A del flujo, caracterizado por la fórmula:

$$d_j \approx \left(\frac{8 \rho_l}{\Pi^2 \Delta P_g} \right)^{1/4} Q^{3/4},$$

5 donde d_j es el diámetro de la microchorro estable, \approx indica aproximadamente igual, con un margen aceptable de error de $\pm 10\%$, ρ_l es la densidad del líquido y ΔP_g es el cambio en la presión del gas que rodea a la corriente en el punto A. El diámetro del chorro (d_j) puede ser de cualquier tamaño reducido inferior a la del flujo de líquido que sale desde el dispositivo de alimentación, por ejemplo, puede tener un diámetro de la sección transversal de un medio a 1/100 de la zona alrededor del flujo de salida de la dispositivo de la alimentación líquida.

10 De acuerdo con el enfoque del flujo violento de la presente invención el flujo de líquido que sale desde el dispositivo de alimentación con un diámetro de 1,000 unidades se centra en que salga del dispositivo de alimentación, de modo que los extremos de la caída de la producción del tubo de alimentación del líquido se centra por el gas que rodea a un tamaño reducido (por ejemplo, de $\frac{1}{2}$ a 1/100 del diámetro de la sección transversal del dispositivo de alimentación del líquido). Para fines ilustrativos diremos que el flujo de 1.000 unidades se reduce a un diámetro de alrededor de 100 unidades. El final de la caída de 100 unidades se somete a la acción por el gas turbulento en la salida de la cámara de presión, formando de esta manera las partículas que son 10 unidades de diámetro. Los ejemplos proporcionados anteriormente por lo tanto, se pueden resumir de la siguiente manera:

	Diametro dispositivo alimentación	Diametro partícula
Rayleigh	1000	~ 1890
Flow Focusing	1000	~ 189
Violent Flow Focusing	1000	~ 1

20 Sobre la base de lo anterior, se entenderá que el método de la invención puede producir partículas que son sustancialmente más bajos (por ejemplo, de $\frac{1}{2}$ a 1/100) en comparación con el tamaño de las partículas producidas con la tecnología de enfocar el flujo. Por otra parte, la tecnología de enfocar el flujo puede producir partículas que son significativamente más baja (por ejemplo, de $\frac{1}{2}$ a 1/100) en comparación con el tamaño de las partículas producidas por la inestabilidad capilar normal de un flujo.

25 DISPOSITIVO GENERAL

El dispositivo básico o la boquilla de la invención pueden tener múltiples configuraciones. Sin embargo, cualquier configuración o construcción incluirán un dispositivo para alimentar el líquido, o el primer fluido, y un dispositivo de alimentación de un segundo fluido (preferiblemente un gas) a una cámara de presión que rodea al menos una salida de los dispositivos de suministro de energía del líquido. Los dispositivos de la alimentación de líquido y la cámara de presión se colocan de tal manera que la acción turbulenta tiene lugar entre el líquido que sale desde el dispositivo de alimentación y el segundo fluido, un líquido o un gas, en la salida de la cámara de suministro. Preferiblemente, la abertura de salida de la cámara de presión está aguas abajo y más preferiblemente está directamente alineado con la trayectoria de flujo del dispositivo para alimentar el líquido. Para simplificar la descripción de la invención, el dispositivo de alimentación del líquido se define a menudo como un tubo cilíndrico (la forma del tubo puede variar, por ejemplo, ovalada, cuadrada, rectangular). El primer fluido puede ser cualquier líquido, dependiendo del dispositivo con el que se utiliza la invención. Por ejemplo, el líquido puede ser una formulación líquida de un componente activo de un medicamento que se usa para crear partículas secas o partículas líquidas de un aerosol para inhalación o, alternativamente, puede ser un hidrocarburo utilizado con un inyector de combustible para su uso en un motor de combustión interna o un dispositivo de caldera o de otro tipo que se quema hidrocarburos. Además, por razones de simplicidad, el segundo fluido se describe generalmente como un gas, normalmente aire o un gas inerte. Sin embargo, el primer fluido es un líquido y el segundo puede ser un gas o un líquido, a condición de que el primero y el segundo líquido son suficientemente diferentes entre sí (por ejemplo, no es miscible). Es posible que haya situaciones en las que las salidas de líquido desde el dispositivo de alimentación o de la cámara de presión se vaporiza a una salida de gas. Pero esta no es la situación general. A pesar de estas diferentes combinaciones de líquido-gas y líquido-líquido, la invención se describe en general con una formulación líquida que es expulsada desde el dispositivo de alimentación y que interactúan con un gas circundante que fluye desde una salida de la cámara de presión. Además, la salida de la cámara de presión se describe en general con una sección transversal circular, que se ensancha en embudo (fig. 1), pero puede tener cualquier configuración.

50 Haciendo referencia a las figuras, en la figura 1 se muestra una vista esquemática en sección transversal de la boquilla 1. La boquilla 1 comprende dos componentes básicos, que incluyen la cámara de presión 2 y el dispositivo 3 de suministro de líquido. La cámara de presión 2 es presurizado por el fluido que fluye en la cámara desde la

5 entrada 4. El dispositivo de alimentación del líquido 3 incluye un tubo interior 5, donde fluye el líquido. El tubo interior 5 del dispositivo de alimentación 3 se alimenta preferentemente con un flujo continuo de un fluido, preferiblemente en forma líquida. La cámara de presión 2 se alimenta continuamente con un fluido bajo presión que puede ser un líquido o un gas. Cuando el fluido es un líquido, que es preferiblemente insoluble e incompatible con el líquido que viene del tubo interno 5 (por ejemplo, aceite y agua no se mezclan rápidamente y forman una interfaz diferente). El tubo interior 5 del dispositivo de alimentación 3 comprende un punto de salida 6. La cámara de presión 2 comprende un punto de salida 7. El punto de salida 7 de la cámara de presión está situado preferiblemente aguas abajo del flujo de líquido que sale desde el punto 6 de salida. La salida del dispositivo de suministro de energía y la de la cámara de presión están configurados y posicionados a fin de obtener dos efectos (1) el tamaño del flujo de salida desde el dispositivo de alimentación se reducen por el fluido en la salida de la cámara de presión, y (2) en la salida de líquido desde el dispositivo de alimentación y la señal de salida de la cámara de presión someterse interacción violenta para formar partículas mucho más pequeñas que las que se formaría si el flujo de líquido en tamaño pequeño había sido sometido a la inestabilidad capilar normal, por ejemplo partículas esféricas de 1,89 veces el diámetro del flujo cilíndrico.

15 Preferiblemente, la abertura de salida de la cámara 2 está directamente alineado con el flujo de líquido que sale desde el dispositivo de alimentación 3. Un aspecto importante de la invención es la obtención de pequeñas partículas del líquido 8 9 fluye hacia fuera desde la salida 6 del tubo interior 5. La formación de partículas deseado 8 se obtiene colocando y equilibrar adecuadamente los diversos componentes del dispositivo de alimentación 3 y la cámara 2, además de las propiedades de los fluidos, incluyendo la velocidad de los que el flujo desde el dispositivo de alimentación 3 y la habitación 2. En particular, hay algunos importantes parámetros geométricos que definen la boquilla 1 de la presente invención. El experto en la técnica ajustar estos parámetros utilizando la información proporcionada aquí para obtener los resultados de la situación particular preferencial.

25 Preferiblemente, los flujos de líquido 9 en el interior del tubo interior 5 que es de forma cilíndrica. Sin embargo, el tubo interior 5 que contiene el líquido 9 puede ser asimétrica, ovalada, cuadrada, rectangular u otras configuraciones, incluyendo una configuración que presenta un flujo sustancialmente de dos dimensiones del líquido 9 fuera de la salida 6. A continuación, la boquilla de la invención se aplica a todos los tipos de configuración circular (por ejemplo, simetría axial) y de dos dimensiones (por ejemplo, simétrica de dos dimensiones), que tiene un pasaje convergente para el fluido externo. Por ejemplo, una geometría circular, pero no simétrica al eje sería uno en el que las superficies de la placa de orificios se facetan con diferentes ángulos azimutales. Por lo tanto, los datos de la Figura 1 sólo se utilizan para definir las variables, pero no tiene la intención de implicar restricciones en el tipo de geometría o los detalles específicos del diseño de la boquilla 1 de la presente invención. Hay infinitos grados de libertad en el diseño. Por ejemplo, los ángulos que se hace referencia como aguda pueden ser redondeados o terminadas en diferentes maneras.

35 La formación de microchorros, su aceleración y la formación de partículas finales se basan en la caída de presión brusca asociada con la aceleración empinada que se somete el líquido a pasar a través de un orificio de salida de la cámara de presión que contiene el segundo fluido (es decir, el gas).

40 Sin limitarse a una teoría, la creación de aerosoles se centraron violentamente (en una configuración simétrica respecto al eje) puede producirse de la siguiente manera. El fuerte flujo radial de líquido (10) que existe en la abertura estrecha entre los puntos 6 y 7 se convierte en circulatorio cuando pasa a través del orificio y sale de la salida 7 de la cámara de presión 2. Al mismo tiempo, el menisco del líquido (9) es succionado hacia el centro del punto de salida 7 de la cámara 2. Cuando llega el gas fuera del agujero 10 en el paso 7, su fuerte movimiento circulatorio induce el efecto dinámico del fluido que se refiere como romper el vórtice. Es una inestabilidad en el que las partículas de fluido alcanzan una inercia tales centrífuga que separa del eje. Como resultado se crea una burbuja de gas a lo largo del eje aguas abajo de este punto, en la que el fluido externo (preferiblemente un gas) invierte el flujo, que fluye de nuevo hacia la boquilla. En consecuencia, las gotas se aceleran radialmente hacia el exterior con una dispersión mayor.

45 Vamos ahora a referirnos a la figura 2, con el fin de describir las relaciones entre algunos de los componentes que se muestran en la Figura 1. En primer lugar se muestra como una línea discontinua C --- C 'que se extiende a través del centro del tubo interior 5 en el que el líquido fluye fuera de la cámara 9 y el 2. En atomizadores simétrica línea C --- C 'representa el plano de intersección de la vista en planta simétrica. La línea B - B 'es la bisectriz del conducto convergente cerca del centro del tubo. La zona llamada "pasaje convergente" es el área abierta entre la cara de extremo 11 del dispositivo de alimentación del líquido 3 y la cara frontal 12 de la cámara 2. Para obtener los resultados deseados con la boquilla de la presente invención, debe haber las siguientes características:

- 50
- (a) un fuerte convergencia del fluido externo (gas líquido) en la cámara 2 hacia y alrededor del fluido interno 9 que sale desde el tubo interno 5;
 - (b) una cantidad suficiente de movimiento para el fluido 10 en la cámara 2 antes de que interactúa con el fluido 9;
 - (c) un enfoque o compresión del flujo del líquido 9 del líquido que rodea 10.

Las características descritas anteriormente (a) - (c) se combinan entre sí y con otros, con el fin de hacer que el deseado (d) la rotura del flujo de vórtice del fluido 9 en la salida del tubo interior 5. Otras características incluyen, por ejemplo, ondas de choque, y la velocidad sónica (e) cuando el fluido externo 10 es un gas.

Para una mejor comprensión de la invención, las características (a) - se describen (e) anteriores a continuación con más detalles.

(a) la convergencia fuerte del líquido externo:

La característica principal de la presente invención es facilitar un flujo fuertemente convergente (implosión) del fluido externo 10 hacia y alrededor del líquido interno 9. El fluido en la cámara de presión 10 debe no sólo deslize preferiblemente paralelo al líquido 9 en la salida del dispositivo de potencia, es decir, no debe cruzarse con un ángulo de 0 grados. Por otra parte, el fluido en la cámara de presión 10 preferiblemente no debe fluir directamente perpendicular al flujo del líquido 9 en la salida del dispositivo de potencia, es decir, no debe interactuar con un ángulo de 90 grados o más. Por consiguiente, la convergencia de los dos fluidos es preferiblemente en un ángulo de más de 0 grados y menor de 90 grados. Sin embargo, el fluido 10 de la cámara de presión puede, en algunas situaciones, ser orientado al líquido 9 desde el dispositivo de alimentación con un ángulo de 90 grados o más, es decir, con un ángulo tal que el 10 líquido nuevamente hacia el líquido 9 y converge con el líquido 9 con un ángulo de hasta 150 grados.

La convergencia del flujo mejora la transferencia de impulso y la energía cinética del fluido externo 10 para el líquido interno 9 que tiene que romper el fluido interno 9 en partículas 8. Mejorar la eficiencia de la transferencia implica un ahorro de energía de una determinada cantidad de líquido en su interior y una petición de tamaño de gota atomizada 9. Mayor eficiencia de atomización se obtiene mediante la transferencia de una mayor cantidad de energía de presión, originalmente en el fluido externo 10, por unidad de masa del fluido externo al líquido interno 9.

Con el fin de generar una convergencia significativa del fluido externo 10 para el líquido interno 9, el fluido externo 10 se debe colocar en una ruta de acceso que da una velocidad suficientemente alta de la convergencia. Específicamente, las restricciones de diseño se muestran en la Figura 3 como favorita.

(1) un ángulo α convergencia del paso de la convergencia de menos de 90 grados,

$$\alpha < 90^\circ,$$

(2) la superficie exterior 11 de la salida del paso de suministro debe formar un ángulo β con la línea central CC mayor que 45 grados, pero menos de 150 grados,

$$150 \text{ grados} > \beta > 45 \text{ grados},$$

y (3) la longitud del conducto convergente (que se muestra en la Figura 3) se debe elegir a fin de encontrar una condición que favorece una disminución significativa de las líneas de flujo para el fluido interno 9. En general, D_1 deben ser al menos 1,2 veces D_0 ,

$$D_1 > 1,2 D_0.$$

(b) Impulso incidente en el líquido externo:

Para garantizar una cantidad suficiente de movimiento en el fluido externo en el punto donde se encuentra con el líquido interno 9, la separación del paso convergente entre R y P (véase la figura 2) debe ser elegido apropiadamente. Esta distancia puede definirse como la distancia entre los puntos R y P en la Figura 2. Para condiciones dadas de temperatura y presión en la cámara de fluido externo y en la región exterior, esta variable controla la velocidad relativa entre el líquido interno promedio 9 y el fluido externo 10 en el punto de encuentro (borde interior de la salida del tubo indicado por el punto P 'en las figuras 2 y 3). Por ejemplo, un pasaje muy estrecho convergente es una en la que las pérdidas de fricción se disipan de manera significativa el impulso del fluido externo. La extensión de esta transición va a favorecer el acoplamiento entre el fluido externo 10 y el fluido interno 9. Por otro lado, si la separación entre R y P es demasiado grande, entonces se pierde el efecto de la eficiencia de atomización, ya que cumple con una mayor velocidad en el orificio de descarga, no el final del pasaje convergente.

En general, por lo tanto, es deseable un impulso tan alto como sea posible en el líquido externo 10 para una cierta cantidad de flujo de masa del fluido externo (y las condiciones de presión y temperatura). La relación entre el movimiento y los flujos de masa es similar a su velocidad media (de hecho, este valor está muy cerca cuando los cambios en la velocidad local a través del conducto convergente son insignificantes). La velocidad superior se obtiene generalmente en la parte más estrecha de la trayectoria de flujo del fluido externo. Una vez más, si la distancia entre R y P es demasiado grande, entonces la parte más estrecha será en el orificio de descarga. Por lo tanto, si la distancia entre P y R es H, el valor más grande de H compatibles con este requisito es típicamente:

$$H_{\max} = \beta D_0$$

Para las configuraciones de simetría axial, β es igual a 0,25, mientras que para las configuraciones de dos dimensiones, β es igual a 0,5.

5 Por otro lado, H debe ser suficientemente grande para evitar la fricción excesiva entre el fluido externo y las paredes del conducto convergente, lo que puede ralentizar el flujo de la presión y consumir energía (entalpía de estancamiento) en calor (energía interna). Un principio rector es que H aproximada debe ser mayor que H_{min} , definido como un par de veces el espesor de la capa límite viscosa de microscopio que se desarrolla en el interior del fluido externo 10 en su aceleración a través del paso convergente:

$$10 \quad H_{min} \sim \lambda \delta_L$$

$$\lambda \sim da \text{ a } 10$$

15 El espesor de la capa límite en el punto P '(Figura 2), para el caso en el que el fluido externo está cerca de la velocidad del sonido, se da aproximadamente por la siguiente expresión:

$$\delta_L = (L \mu_2 / (\rho_2 P_{o2}))^{0,5}$$

20 Aquí μ_2 es el coeficiente de viscosidad dinámica del fluido externo 10, ρ_2 es su densidad, y P_{O2} es la presión del fluido externo 10 en la cámara de aguas arriba. λ es un factor numérico, que es generalmente entre 1 y 10. L es la longitud del conducto convergente (Figura 3)

$$L = 0,5 (D_1 - D_1) / \sin(\beta)$$

25 Estas expresiones generalmente descuidan la presencia de líquido en el orificio de descarga o la posibilidad de vórtices en el flujo. Por lo tanto, las ecuaciones anteriores deben considerarse como referencias aproximadas, por ejemplo, con un factor de error de $\pm 30\%$.

(c) Flow-focusing del líquido interior:

30 En la presencia de flujo de aire, el líquido 9 interno que sale desde el tubo interior 5 toma la forma de un embudo en un chorro que se estrecha a medida que fluye aguas abajo. El chorro puede tener diferentes configuraciones, por ejemplo una sección transversal circular, o un plano de dos dimensiones. Se puede utilizar en cualquier configuración que proporciona fluye a través del centro de la salida 7 de escape, y puede llegar a ser mucho más sutil cuando entra en el orificio de escape 7, en comparación con la salida 6 del tubo interior 5. Este fenómeno se ha definido anteriormente como "flujo de enfoque" (véase el documento WO 99/31019 publicada el 24 de junio de 1999). Se cree que las fuerzas responsables de la conformación del líquido interno 9 derivan de los gradientes de presión que están establecidos en el fluido externo 10 cuando fluye a través del orificio de descarga 7. Por ejemplo, en las configuraciones de simetría axial, un chorro de líquido debe llegar a un d_j diámetro interior circular determinada por la ley de la potencia media con el flujo de líquido Q (en volumen por unidad de tiempo, tal como metros cúbicos por segundo; Gañán-Calvo AM , 1998): y es entre 1 y 10. L es la longitud del conducto convergente (Figura 3)

$$40 \quad d_j \sim (8\rho_1 / (\pi^2 \Delta P_g))^{1/4} Q^{1/2}$$

45 ρ_1 es la densidad del líquido en su interior, π es pi, y ΔP_g es la caída de presión en el fluido externo entre el valor aguas arriba y el valor en el punto donde se toma d_j , y \sim significa aproximadamente igual a, con un margen de error de alrededor de $\pm 10\%$. Esta ecuación se hará referencia aquí como la fórmula de "flujo de enfoque" y sólo se aplica a una distribución de velocidad uniforme a lo largo del radio interior del chorro de líquido.

50 Un resultado notable de la concentración de la corriente es que se estabiliza el fluido interno hacia el centro de la salida de escape. Por ejemplo, en una de las formas de realización preferidas del dispositivo (Figura 5), la salida de ambos el tubo interior 5 y la cámara de 2 a 7 son de igual diámetro. Sin embargo, en todas las pruebas realizadas, se observa que el fluido interno 9 fluye a través del centro de la salida de escape sin afectar o húmedo de las paredes laterales (debido a la naturaleza aleatoria de las trayectorias de la gotita en condiciones de altos valores del flujo de líquido interna utiliza para enfocar violenta, se detectó en realidad un cierto grado de humectación, pero se asocia con una parte insignificante del líquido interno).

(d) La rotura del remolino:

60 Se propone un modelo teórico basado en la existencia de un vórtice celular cerca de la región de inestabilidad, para explicar la eficacia de la atomización logrado por la presente invención, en el caso de geometrías con simetría axial. En tales casos, se supone que las fuerzas radiales fuertes proporcionados por el flujo del fluido externo entre el cuerpo y el orificio de distribución del líquido (un tubo cilíndrico en su forma más simple) determinar una violenta turbulencia en el fluido externo (Shtern y Hussain 1999). El resultado del movimiento turbulento es un vórtice que rompe cerca de la región de inestabilidad. Esta ruptura es la explosión centrífuga de las líneas de flujo del fluido, debido a su rápido movimiento de rotación. Las partículas en suspensión y los filamentos de líquido interno se ruedan y se dispersan antes de que se funden (dos o más partículas que forman una). Ya se han demostrado los

beneficios de la ruptura del remolino de promover la disolución del líquido y la dispersión de la gota (Hopfinger y Lasheras 1996. Lasheras et al 1998). En la nueva invención de los vórtices fluidos externos no se crean aguas arriba de las hojas u otras formas de atomizador cuerpo, pero a nivel local inducida por fuertes movimientos convergentes forzados por la geometría simple del atomizador.

5 (e) La velocidad del gas y ondas sónicas huerta:

Cuando el fluido externo es un gas, se producen ondas de choque y la velocidad sónica. En todos los ensayos realizados hasta la fecha el uso de una configuración tal, el nell'atomizzatore caída de presión fue tal que el gas alcanza velocidades de sónica y supersónica. En estas condiciones, también se proporcionan ondas de choque.

10 Las características de flujo de las ondas de choque supersónicas que pueden mejorar la atomización, sin embargo, no se considera necesario.

15 Las características únicas de la presente invención comprenden: (f) de la generación de alta frecuencia de la gota, (g) un pobre requisitos de la presión del líquido, (h) baja sensibilidad del tamaño de la gotita para el ámbito de aplicación del líquido interno, (i) pobre efecto aparente de dimensiones del atomizador que durante el descenso. A continuación se describen estas características.

20 (f) Alta frecuencia de generación de gota:

Cuando el fluido es un gas externa y la interna de un líquido, los datos muestran que las gotitas son mucho más pequeños que podría esperarse para la inestabilidad espontánea capilar, tales como la de Rayleigh, en configuraciones de simetría axial (Rayleigh 1882) de una columna de d_j interna del tamaño de fluido misma que la fórmula para el enfoque del flujo discutido previamente. O, lo que es lo mismo, de los valores asignados a las propiedades del líquido y de las variables de operación, el tamaño final de las gotas son mucho más pequeños que el diámetro de d_j el enfoque del flujo mencionado anteriormente. Como resultado, la frecuencia de la producción de las gotitas es mucho mayor de lo esperado para la inestabilidad capilar espontánea del flujo de chorro concentrado. Por lo tanto las partículas formadas por el método descrito aquí son sustancialmente más pequeños (por ejemplo, 1/2 del tamaño o menos, o 1/20 del tamaño o menos) en comparación con aquellos obtenidos gracias a la inestabilidad del flujo en la salida espontánea capilar desde el tubo 5 y la sala 2. (Ver Figura 7)

30 (g) Requisitos mínimos de la presión del líquido:

El líquido interno 9 no debe ser empujada fuera de su tubo interior 5 con una presión suficientemente alta para mantener una estable chorro de líquido en la ausencia de flujo del fluido externo y superficies sólidas. No es necesario que el fluido interno forma una estructura estable de la microchorro. Por otra parte, se requiere una estructura anterior del chorro de líquido interno que viene directamente de la salida 6, porque, como se muestra en (c), el menisco del líquido es enfocado por la acción de las fuerzas de presión del fluido externo.

40 (h) Baja sensibilidad en el tamaño de la gota a la velocidad de flujo del líquido en su interior:

En los casos probados hasta ahora, se ha observado una falta de sensibilidad al tamaño de las gotas para el flujo. La dependencia se encuentra cerca de una ley de potencia con un exponente de un quinto de la tasa de flujo de líquido.

45 (i) Efecto aparente del tamaño del atomizador:

Sobre la base de los datos experimentales disponibles hasta el momento (que se muestra más adelante en este documento), la dependencia del tamaño de la gota del ámbito de aplicación del fluido interno, la presión del fluido externo y las propiedades físicas del líquido interno no parece involucrar las variables que caracterizan el tamaño de la ' atomizador (ver ejemplos). Sin embargo, en ciertas condiciones de funcionamiento, por ejemplo, con altas velocidades de flujo que implican una gran fracción de los gases de escape ocupado por el líquido, podemos esperar una cierta dependencia.

50 EJEMPLOS

Los siguientes ejemplos se presentan para proporcionar a los expertos información completa y una descripción de cómo realizar y utilizar la presente invención, y no pretenden limitar el alcance de lo que los inventores consideran como su invención, ni que los experimentos a continuación son todos o los únicos experimentos posible. Se han hecho esfuerzos para asegurar la exactitud de los números utilizados (por ejemplo, cantidades, temperatura, etc.), Sino que debe ser tenido en cuenta algunos de los posibles errores y desviaciones experimentales. Si no se indica lo contrario, las partes son partes en peso, peso molecular es la media y la temperatura es en grados centígrados.

60 Las figuras 6-9 muestran los resultados para los productos en aerosol con los métodos de la presente invención, el uso de aire seco y nitrógeno seco como fluidos externos 10, y una serie de líquidos tales como fluidos internos 9: agua destilada, 2-propanol, 20% (v / v) por volumen de etanol en agua ("20% de EtOH"), y polisorbato-20, 0,1% del peso en volumen (w / v) de agua desionizada destilada ("0,1% de Tween"). Las pruebas se realizaron en cuatro experimentos separados con diferentes atomizadores. Los pulverizadores eran de simetría axial y era del tamaño se especifica a continuación en la Tabla A.

El tamaño de las gotas se han determinado para la fase Doppler anemometría (Lefebvre 1989; Bayvel Orzechowski y 1993) a lo largo del eje del penacho de aerosol, a unos pocos centímetros aguas abajo desde el atomizador. Esta técnica de medida se ha traducido en cuenta validados evidentemente bajas, es decir, las tasas bajas de impulsos detectados de luz ("ráfagas"). Este problema parece ser el resultado de una combinación de altas concentraciones de la gota y de alta velocidad. Los cargos de validación de menos de 50% fueron excluidos de los grupos de datos que se presentan aquí. En consecuencia, todas las mediciones de tamaño de gota de los experimentos 3 y 4 con sido excluidos de los gráficos. Sin embargo, el tamaño del atomizador fueron incluidos en la tabla A para indicar que de aerosol estable se obtuvieron en un tercer y cuarto experimento con un atomizador con características similares en el experimento 2, pero para el resto con un diseño muy diferente.

TABLA A

Dimensiones geométricas del atomizador (en micras menos que se indique) utiliza en los experimentos (véase la figura de la leyenda), la tolerancia típica de + / -15%, (α = 0 °, ρ = 90 grados)

Experimento	Do	Dt	D1	H	T	φ, grados	θ, grados
1	62	50	90	19	50	13 +/-7	60
2	200	200	400	35	75	0	0
3	200	200	400	50	75	0	0
4	200	200	400	50-80	75	0	0

La Figura 6 es un gráfico de la mediana del diámetro volumétrico (VMD) con respecto a la tasa de flujo de alimentación del líquido para diferentes líquidos.

En la Figura 7, el diámetro medio y las tasas de flujo volumétrico del líquido no eran dimensional, el uso de variables similares a las identificadas en la literatura de la focalización del flujo (Gañán-Calvo 1998), Su y Qo:

$$d_o = \sigma / \Delta P_g$$

y

$$Q_o = (\sigma^4 / (\rho_l \Delta P_g^3))^{1/2}$$

donde σ es la interfase líquido-gas de la tensión interfacial (newton / metro). Sin embargo, la definición de la caída de presión ΔPg usada aquí no se basa en los valores de la presión de salida (estancamiento) y aguas arriba (medio ambiente), sino en el valor valor aguas arriba del Po y P * en el punto de sonic. La presión sónica se calculó utilizando la isentrópico expresión conocida:

$$P^* = P_o (2/(k+1))^{k/(k-1)}$$

donde k es el coeficiente de la capacidad térmica del gas (igual a 1,4 para el aire seco y nitrógeno seco, White, 1994). por lo tanto

$$\Delta P_g = P_o - P^* = P_o (1 - (2/(k+1))^{k/(k-1)})$$

Por lo tanto, para aire seco y nitrógeno,

$$\Delta P_g = 0,4717 P_o$$

En estos experimentos Po se varió entre 200 kPa y 700 kPa.

La mejor forma de la ley de potencia de los datos disponibles (Figura 7) es:

$$VMD / d_o = 5,60 (Q/Q_o)^{0,208}$$

La figura 8 representa las nuevas características de la forma del nuevo método, junto con el que correspondería a Rayleigh inestabilidad de un flujo de chorro centrado en las mismas condiciones de las propiedades del líquido, velocidad de flujo y la presión del gas (y por lo tanto igual d0, Q, y Q0). Los resultados que se muestran en la Figura 8 se basan en la suposición de que la inestabilidad de Rayleigh teórico de un flujo de chorro concentrado implica gotas de diámetro uniforme (DMV) igual a 1,89 veces el diámetro del chorro (Brodkey 1995). La aplicación de la ecuación para el diámetro del chorro dada anteriormente se obtiene:

$$VMD = 1,89 (8\rho_l / (\pi^2 \Delta P_g))^{1/4} Q^{1/2}$$

Esta expresión se puede aplicar a una forma adimensional utilizando las definiciones de C y Qo:

$$VMD / d_o = 1,89 (8 / \pi^2)^{1/4} (Q/Q_o)^{1/2}$$

En la Figura 8, la línea de "inestabilidad de Rayleigh" se ha representado en la medida en que se cree que ocurre en la realidad. Si esta expresión se puede extrapolar para valores de Q / Q_0 anteriormente, puede predecir el tamaño de las gotitas más grandes en términos de igualdad de Q / Q_0 y hacer. Pero, aún más importante, ya que la dependencia de Q / Q_0 es mucho menos pronunciado a medida que el flujo de chorros de centrado, la gama del caudal del líquido que puede ser generada en un cierto rango de tamaño de gota deseado es mucho más amplia que la de los 'Rayleigh inestabilidad del flujo de chorro concentrado. Estas conclusiones deben aplicarse incluso cuando la comparación se hace con la inestabilidad de Rayleigh no de chorros enfocados a fluir, a condición de que los diámetros de las gotitas se convierten similar al diámetro del chorro.

Otro resultado notable es que los datos de diferentes atomizadores parecen mostrar la misma ley de escala. En otras palabras, sobre la base de los datos disponibles en la actualidad, la ley de escala parece ser relativamente insensible a la escala del atomizador.

El sistema de atomización propuesto requiere, obviamente, la fuente de alimentación del líquido a ser atomizado y el gas para ser utilizado en la pulverización resultante. Ambos deben ser alimentados a una velocidad que asegura que el sistema está dentro del rango del parámetro deseado. La multiplexación es eficaz cuando las demandas de flujo superan los obtenidos a partir de una sola célula. Más específicamente, una pluralidad de fuentes de energía 3, o agujeros que forman los tubos 3, se puede utilizar para aumentar la velocidad con la que se crean aerosoles. Los caudales utilizados también deben asegurarse de que la relación de masas entre los flujos es compatible con las especificaciones de cada aplicación.

El gas y el líquido se puede prescindir de cualquier tipo de sistema de dispensación continua (por ejemplo un compresor o un tanque presurizado, la primera, y una bomba volumétrica o una botella a presión, la última). Si se requiere multiplexación, el flujo del líquido debe ser lo más uniforme posible entre las células. Esto puede implicar la propulsión a través de diferentes agujas capilares, medios porosos o cualquier otro dispositivo capaz de distribuir un flujo uniforme entre los diferentes puntos de alimentación.

Aunque en las figuras 1-5 se muestra en uno de los dispositivos de suministro de líquido 3, es posible, naturalmente, para producir un dispositivo con una pluralidad de miembros de alimentación, en el que cada fluido alimenta a una serie de orificios de salida en una sola cámara de presión que rodea . Por otra parte, los dispositivos de suministro de líquido pueden ser de dos dimensiones con ranuras, pero no tienen que ser necesariamente de dos dimensiones, y pueden ser un dispositivo de suministro de energía compuesto por dos superficies curvas que mantienen aproximadamente la misma distancia espacial entre las dos piezas de los dispositivos de alimentación de líquido . Tales dispositivos pueden tener cualquier nivel de curva de curvatura, por ejemplo circular, semicircular, elíptica, semi-elípticas, etc. **DISPOSITIVO PARA EL USO DE MEDICAMENTOS**

Un dispositivo de la invención se puede utilizar para proporcionar partículas para la administración de fármacos, por ejemplo, la administración pulmonar de composiciones farmacéuticas en aerosol. El dispositivo es capaz de producir partículas de aerosol de un componente activo de un medicamento para ser administrado al paciente para la inhalación. El dispositivo se compone de una fuente de alimentación del líquido, tal como un canal desde el cual la formulación se añade a un extremo y expulsado a través de una abertura de salida. El canal de alimentación está rodeado por una cámara presurizada en la que se alimenta el gas, y se expulsa a través de una abertura. Esta abertura se coloca directamente en frente de la trayectoria de flujo de líquido expulsado desde el canal de suministro. Varios parámetros se ajustan de manera que el gas a presión que rodea el cebo líquido desde el canal de alimentación con el fin de reducir el tamaño de la corriente que se rompe a continuación, cuando se abandona la habitación. Las partículas de aerosol son inhaladas en los pulmones del paciente y luego llegar a su sistema circulatorio.

50 PRODUCCIÓN DE PARTÍCULAS SECAS

El método de la invención es también aplicable a la producción en masa de partículas secas. Estas partículas son útiles para las partículas farmacéuticas secas altamente dispersables que contienen un fármaco adecuado para los sistemas de dispensación tales como plantas, inyectables o la administración pulmonar. Las partículas formadas del producto farmacéutico son particularmente útiles en un inhalador de polvo seco, dado el pequeño tamaño de las partículas (por ejemplo, 1-5 micras de diámetro aerodinámico) y la conformidad de magnitud (por ejemplo, 3 y 30% de diferencia en diámetro) entre la partícula a partícula. Tales partículas deben mejorar la dosificación, proporcionando cantidad exacta y precisa de las partículas dispersables en un paciente que requiere tratamiento. Las partículas secas también son útiles porque pueden servir como un tamaño de partícula estándar en numerosas aplicaciones.

Para la formación de partículas secas, el primer fluido es preferiblemente un líquido, y la segunda un gas, aunque dos líquidos se pueden utilizar, siempre que por lo general no miscible. Partículas atomizadas se producen dentro de un rango del tamaño deseado (por ejemplo, de 1 micrómetro a aproximadamente 5 micras). El primer fluido es preferiblemente una solución líquida que contiene una alta concentración de soluto. Alternativamente, el primer fluido es una suspensión líquida que contiene una concentración uniforme del material suspendido. En ambos casos, el

líquido se evapora rápidamente con la atomización (dado el pequeño tamaño de las partículas formadas), dejando partículas secas muy pequeñas.

EQUIPO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

5 El dispositivo de la invención es útil para la introducción de combustible en motores de combustión interna, que funciona como una boquilla de inyección de combustible, que introduce un fino chorro de combustible en aerosol en la cámara de combustión del motor. La boquilla de inyección de combustible tiene un sistema de entrega único, con una cámara de presión y una fuente de combustible. Se producen partículas de combustible atomizado en un intervalo de tamaño deseado (por ejemplo, de 5 micras a aproximadamente 500 micras, y preferiblemente entre 10 y 100 micras) a partir de una formulación líquida de combustible suministrado a través de una abertura de alimentación. Diferentes motores pueden requerir diferentes tamaños de las partículas de combustible. Se puede suministrar en cualquier forma, por ejemplo, forzado a través del canal de una aguja de suministro y se expulsa desde una abertura de salida. Simultáneamente, un segundo fluido, por ejemplo aire, contenida en una cámara de presión que rodea al menos la zona en la que se proporciona la formulación (por ejemplo, rodea la abertura de salida de la aguja) se ve obligado por una abertura situada en frente de a la trayectoria de flujo del combustible suministrado (por ejemplo, en frente del combustible expulsado de la aguja de suministro). Varios parámetros se ajustan para obtener una interfase líquido-combustible y un aerosol del combustible que permite la formación de partículas de combustible atomizado, que sale de la abertura de la cámara de presión.

20 Los inyectores de combustible de la invención tienen dos ventajas significativas en comparación con los inyectores anteriores. El primero es que el combustible no está normalmente en contacto con la periferia del orificio de salida desde el que se emite, ya que el flujo de combustible está rodeado por un gas (por ejemplo aire) que fluye en el orificio de salida. Por lo tanto se elimina o se reduce sustancialmente la obstrucción del orificio. Por otra parte, la formación de depósitos carbonosos de todo el orificio de salida se reduce enormemente o eliminado. La segunda ventaja es que las salidas de combustible de las partículas muy pequeñas de orificio y de la forma que pueden ser, básicamente, de tamaño uniforme, lo que permite una combustión más rápida y controlada del combustible.

MICROFABRICACIÓN

30 El ensamblaje molecular presenta una aproximación al 'bottom-up' de la fabricación de determinados objetos con una precisión increíble. El ensamblaje molecular incluye la construcción de objetos con pequeños componentes de la asamblea, que se puede organizar mediante técnicas como la microscopía, como la microscopía electrónica de barrido. El autoensamblaje molecular es una estrategia relativa a la síntesis química, puede generar estructuras no biológicas de tamaños entre 1 y 100 nanómetros, y con pesos moleculares de 10⁴ a 1.010 dalton. Incluso el microeléctrica disposición y el micro-incisión se pueden utilizar en la microfabricación de objetos con diferentes superficies estampadas.

40 Partículas por pulverización catódica se pueden producir en una gama de tamaño deseado (por ejemplo, de 0,001 micras a aproximadamente 0,5 micras) para ser utilizados como componentes en un ensamblaje para formar bloques de construcción para la microfabricación de los objetos, o se pueden utilizar como modelos para el auto-ensamblaje de las monocapas de micromontaje de objetos. Por otra parte, el método de la invención puede emplear un atomizado afectar a las configuraciones y / o diseños en la superficie de un objeto mediante la eliminación de una parte seleccionada de la superficie.

45 La invención se muestra y describe aquí en una forma que se considera la realización más práctica y preferida. Se reconoce, sin embargo, que se pueden realizar cambios que caen dentro del alcance de la invención y que las variaciones obvias pueden ser tomadas en cuenta por el experto en la técnica de leer esta descripción.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método, que comprende las etapas de:
- 10 forzar un líquido desde una abertura de salida de un dispositivo de suministro; forzar un fluido en una cámara de presión que rodea la abertura de salida de los dispositivos de alimentación, que proporciona el fluido de tal manera que: (a) se concentra el líquido que sale de la salida en una corriente de tamaño más pequeño que el de la abertura de salida, (b) proporciona la cantidad de movimiento e interactúa con el líquido que sale desde el dispositivo de alimentación, **caracterizado porque** se suministra el fluido de tal manera que: (c) desestabiliza el líquido a fin de formar partículas del medio líquido cuyas dimensiones son más pequeñas que el tamaño del flujo de líquido concentrado, y (d) transportar el flujo de líquido fuera de la cámara de presión.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que el líquido forzado en la cámara de presión es un gas y en el que (e) el gas converge rápidamente hacia el líquido a lo largo de las líneas de flujo que forman un ángulo de 45 ° o mayor en relación con el líquido.
- 20 3. El método de la reivindicación 1, en el que el líquido forzado en la cámara de presión es un líquido inmiscible con el líquido en el dispositivo de alimentación.
4. El método de la reivindicación 1, en el que el líquido que sale desde el dispositivo de alimentación está enfocada a las dimensiones que son de 1/2 o menos del tamaño de la abertura de salida del dispositivo de alimentación.
- 25 5. El método de la reivindicación 2, en el que las partículas formadas en la desestabilización del líquido (c) tener 1/10 o menos del volumen medio de las partículas que deben ser formados por la inestabilidad normal y de Rayleigh del gas en los converge líquidos con un ángulo de 45 ° a menos de 90 °.
- 30 6. El método de la reivindicación 2, en el que el gas en (e) se rompe el líquido en partículas que son suficientemente pequeñas que las fuerzas de tensión superficial de las partículas (e) corresponden sustancialmente a la anchura de las fluctuaciones de presión creados por el líquido y el gas Fuera de la cámara de presión.
- 35 7. El método de la reivindicación 1, en el que la abertura de salida del dispositivo de alimentación del líquido tiene una abertura con una configuración de sección transversal seleccionado del grupo que consiste en una hendidura circular, ovalada, cuadrada y rectangular alargada.

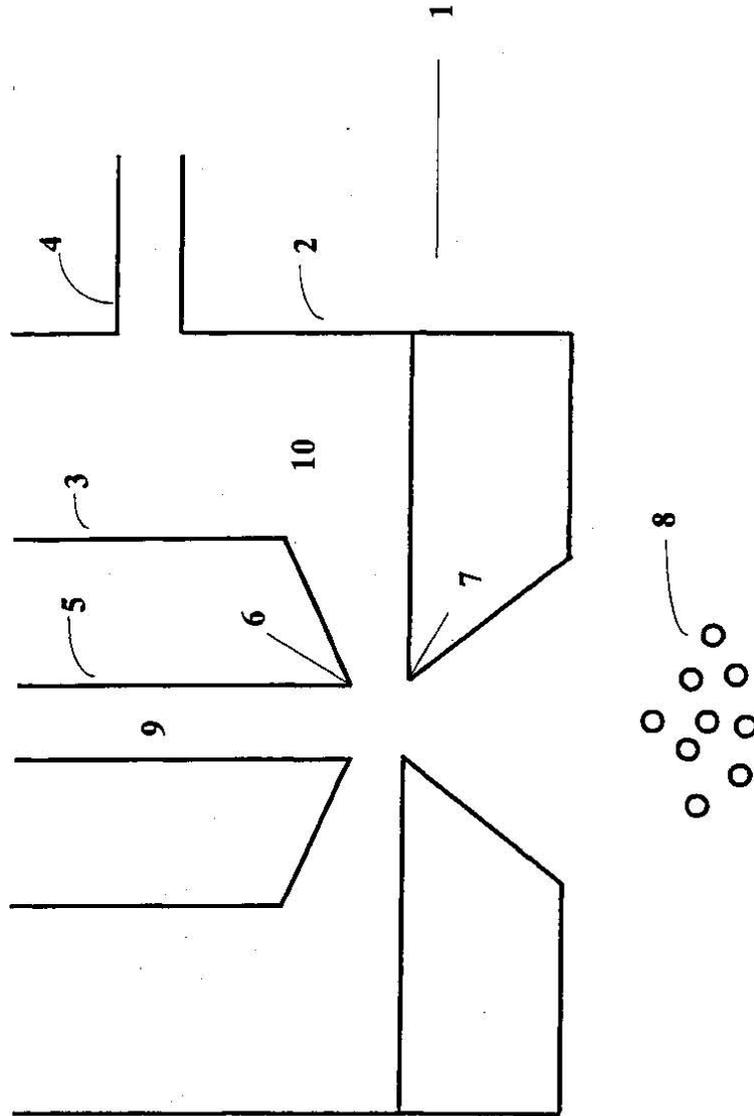


Figura 1

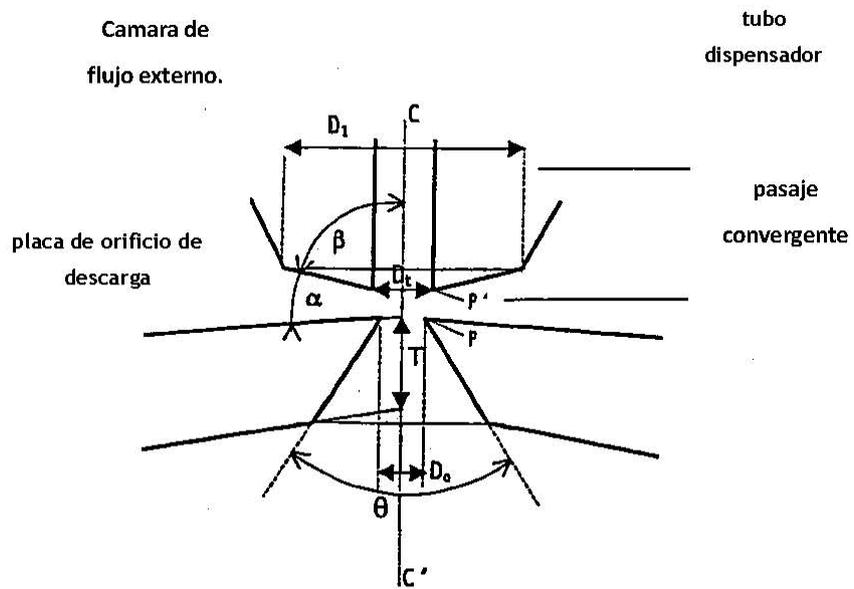


Figura 3

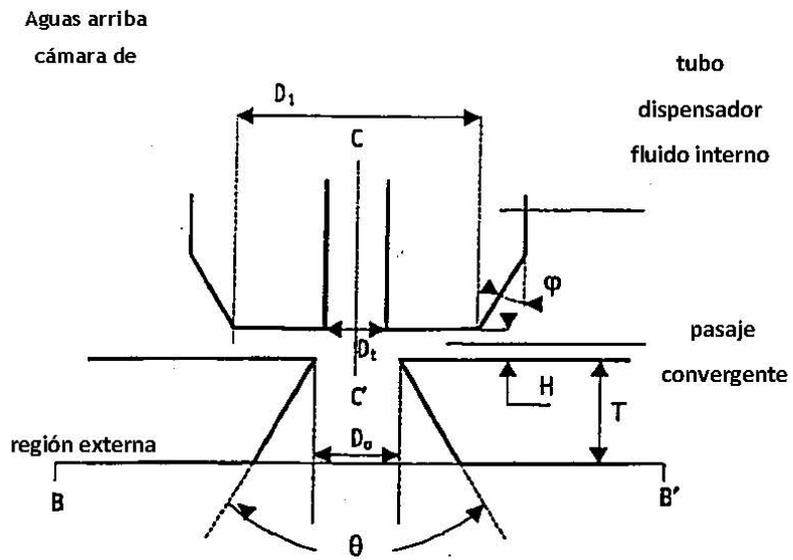


Figura 4

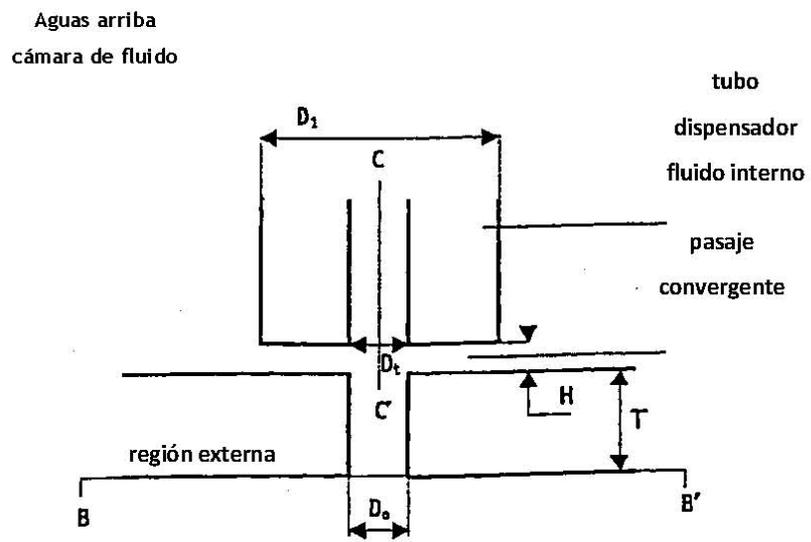


Figura 5

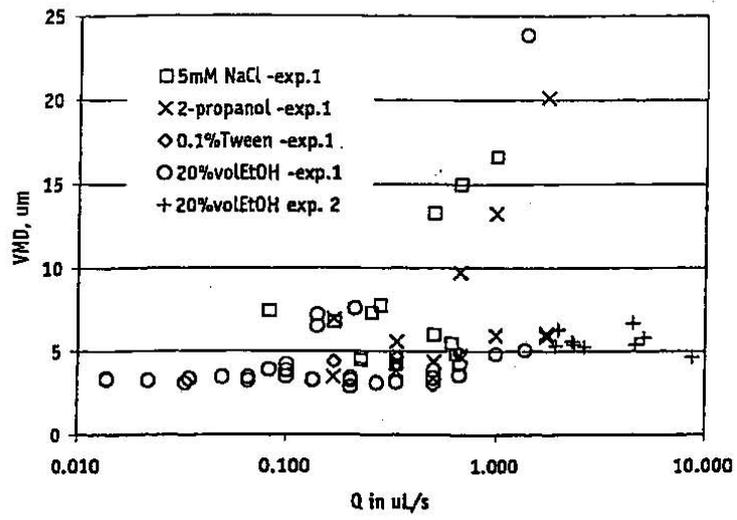


Figura 6

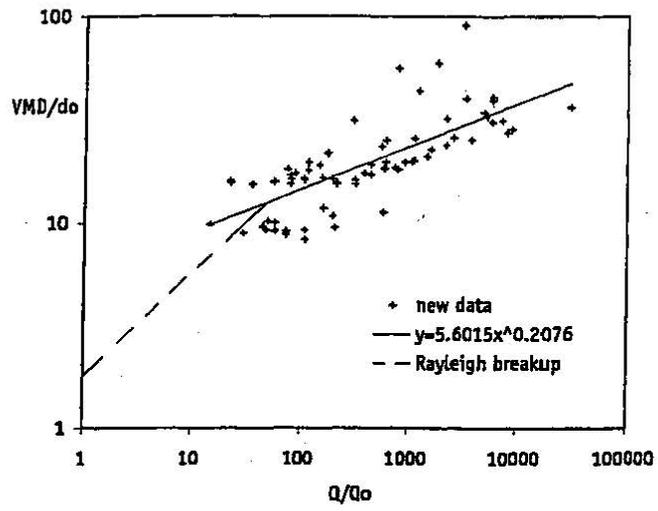


Figura 8

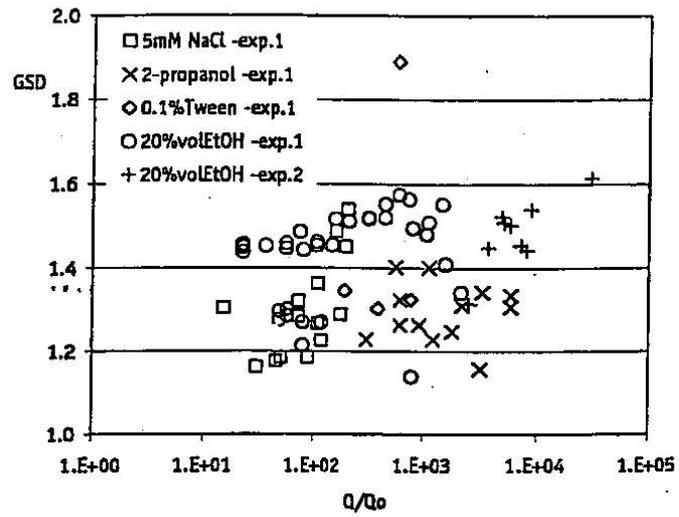


Figura 9