



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 140 998**

② Número de solicitud: 009601101

⑤ Int. Cl.⁷: B05B 7/06

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **13.05.1996**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.03.2000**

Fecha de concesión: **16.08.2000**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.10.2000**

⑮ Fecha de publicación del folleto de patente:
16.10.2000

⑰ Titular/es: **UNIVERSIDAD DE SEVILLA
C/ Valparaíso, 5-2ª planta
41013 Sevilla, ES**

⑱ Inventor/es: **Gañán Calvo, Alfonso M. y
Barrero Ripoll, Antonio**

⑳ Agente: **No consta**

㉔ Título: **Procedimiento de atomización de líquidos.**

㉖ Resumen:

Procedimiento de atomización de líquidos.
El objeto de la presente invención es un procedimiento de atomización de líquidos basado en el aprovechamiento de la formación de un microchorro capilar cuando se succiona un líquido usando un flujo de gas a alta velocidad a través de un orificio de pequeño diámetro. Según una determinación paramétrica, el líquido succionado forma un chorro capilar estacionario de diámetro muy pequeño, acelerado y estabilizado por los esfuerzos tangenciales viscosos ejercidos por el gas sobre la superficie del líquido, atravesando el orificio y saliendo al exterior, donde finalmente se rompe en microgotas de tamaño extremadamente pequeño y escasa dispersividad. El procedimiento de la invención es de aplicación en todos los mecanismos que requieran atomización homogénea de líquidos y especialmente en la inyección electrónica de combustible.

ES 2 140 998 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el artº 37.3.8 LP.

DESCRIPCION

Procedimiento de atomización de líquidos.

Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es un procedimiento de atomización de líquidos por el que según la selección de parámetros geométricos y propiedades físicas del líquido a atomizar atraviesa un orificio en forma de microchorro capilar continuo y estable. El procedimiento está basado en la microsucción que experimenta una interfase líquido-gas cuando el gas es succionado desde un punto (orificio) cercano a la superficie del líquido. El procedimiento de la invención es de aplicación en todos los mecanismos que requieran atomización homogénea de líquidos y especialmente en la inyección electrónica de combustible.

Estado de la técnica

El fenómeno de la succión combinada de una interfase entre dos fluidos inmiscibles (líquido-líquido, o líquido-gas), recientemente estudiado por autores como E. O. Tuck y J.-M. Vanden Broek ("A cusp-like free surface flow due to a submerged source or sink", J. Austral. Math. Soc. Ser. B, 25, 443-450, 1984), L. K. Forbes y G. C. Hocking ("Flow caused by a point sink in a fluid having a free surface", J. Austral. Math. Soc. Ser. B, 32, 231-249, 1990), o T. J. Singler y J. F. Geer Singler ("A hybrid perturbation-Galerkin solution to a problem in selective withdrawal", Phys. Fluids A, 5, 1156-1166, 1993), es reconocido como un caso particular de un fenómeno más genérico de inestabilidad de una interfase llamado *selective withdrawal/combined withdrawal* (succión selectiva/succión combinada). Los estudios publicados en este campo se centran fundamentalmente en la determinación paramétrica (distancia del sumidero a la superficie libre, relación de densidades de los fluidos, tensión superficial entre los fluidos, etc.) del momento del inicio de la succión combinada, esto es, el arrastre del fluido situado detrás de la superficie libre, cuando el fluido situado delante es succionado a una cierta distancia de aquélla. Sin embargo, no se tiene noticia de un estudio centrado en la fluidodinámica del microchorro que se genera en el momento en que empieza la succión combinada. Precisamente la observación y el estudio de este microchorro, sus peculiaridades características y su potencial aplicación ha sido lo que ha dado lugar al procedimiento de atomización que aquí se propone.

Los métodos de atomización existentes convierten siempre la energía que se suministra al sistema (energía cinética del gas en los atomizadores neumáticos; eléctrica en los sónicos y ultrasónicos piezoeléctricos; mecánica en los rotativos; electrostática en los atomizadores electrohidrodinámicos, etc.) en energía libre de tensión superficial, ya que la superficie líquido-gas aumenta drásticamente en estos procesos. En términos del grado de desorden resultante, también se degrada una porción de la energía en la dispersión estadística de los tamaños de gota resultantes. Dependiendo de la naturaleza más o menos desordenada y rápida, o progresiva y eficaz, de los procesos de transferencia de esas energías a energía libre superficial, los esprays resultantes tienen unas

características que los hacen más adecuados a unos u otros usos.

En general, se pretende que el espray tenga un tamaño de gotas pequeño y uniforme. El tamaño pequeño está siempre en conflicto con un alto flujo de líquido a ser atomizado, ya que esto representa un elevado consumo de energía por unidad de tiempo. Por otro lado, el tamaño uniforme requiere procesos progresivos, no turbulentos o con elevada aleatoriedad, lo que está reñido con la conversión rápida de energía volumétrica, en energía superficial (compatible con los altos caudales de líquido que se requieren en muchos casos) o con la simplicidad tecnológica del atomizador utilizado. Existe una gran correlación entre simplicidad mecánica del atomizador, su mayor velocidad, y el mayor grado de irreversibilidad o aleatoriedad del proceso de atomización.

Los atomizadores neumáticos hasta ahora investigados y desarrollados, por ejemplo, el simple coaxial de S. Nukiyama y Y. Tanasawa ("Experiments on the atomization of liquids in an airstream", Trans. Soc. Mech. Eng. Jpn. 5, 68-75, 1939), los del tipo *airblast* investigados por L. D. Wigg ("Drop-size predictions for twin fluid atomizers", J. Inst. Fuel, 27, 500-505, 1964), G. E. Lorenzetto y A. H. Lefebvre ("Measurements of drop size on a plain jet airblast atomizer, AIAA J. 15, 1006-1010, 1977), A. K. Jasuja ("Plain-jet airblast atomization of alternative liquid petroleum fuels under high ambient air pressure conditions", ASME Paper 82-GT-32, 1982), o por N. K. Risk y A. H. Lefebvre ("Spray characteristics of plain-jet airblast atomizers", Trans. ASME J. Eng. Gas Turbines Power, 106, 639-644, 1984) entre otros muchos, o el presentado por A. Ünal ("Flow separation and liquid rundown in a gas-atomization process", Metall. Trans. B, 20B, 613-622, 1989) en el que se describe un proceso de atomización coaxial de metal líquido usando flujo supersónico de gas, involucran un proceso de rotura de la interfase en cascada desde altos números de Weber, hasta números de Weber de orden unidad, que se consiguen cuando los diámetros de las gotas tienen una longitud característica tal que las fuerzas de tensión superficial se igualan a la inercia relativa del gas respecto del líquido.

Estos procesos en cascada, que tienen lugar en los atomizadores neumáticos existentes, se caracterizan por la elevada naturaleza turbulenta de los flujos y por su aleatoriedad, lo que produce una gran dispersión de tamaños en el atomizado resultante.

Otra desventaja fundamental es la limitación de tamaños (medias por encima de las 20 micras en los mejores casos).

Los atomizadores sónicos y ultrasónicos (*whistling atomizers*) tienen como principales inconvenientes la sonoridad del sistema, su relativa complejidad (utilización de generadores de onda y sistemas piezoeléctricos para la excitación del chorro capilar emitido) y el límite mínimo de tamaño alcanzable (diámetros de gota del orden de 50 μm).

Un nuevo sistema de atomización que también consigue tamaños de gota extraordinariamente pequeños y monodispersos es la atomización electrostática o electrospray. Existen patentes para

este sistema (M. L. Colclough, T. J. Noakes, "Apparatus and process for producing powders and other granular materials", European Patent Application 87305187.4, 1987). La desventaja fundamental de este método en muchas aplicaciones es que se requiere el uso de una fuente de corriente continua de alto voltaje (con todos los inconvenientes que esto conlleva) y que las gotas generadas están altamente cargadas, por lo que se requieren sistemas de descarga (e. g. coronas eléctricas) que agravan aún más los problemas de complejidad, peso y manipulabilidad que ya posee este sistema.

Descripción de la invención

El objeto de la presente invención es un procedimiento de atomización de líquidos mediante la succión del líquido a atomizar por un flujo de gas. Según este procedimiento el líquido a atomizar fluye a través de una punta de alimentación contenida en una cámara de impulsión, estando dicha punta de alimentación enfrentada a un orificio que pone en comunicación dicha cámara de impulsión, por la que fluye el gas de succión que rodea al chorro de líquido a atomizar procedente de la punta de alimentación, con la zona en la que se obtiene el atomizado.

Mediante el procedimiento que se quiere proteger se consiguen unas gotas de un tamaño extraordinariamente pequeño (puede llegarse a menos de una micra de diámetro), y una gran monodispersidad que, dependiendo de las condiciones de funcionamiento, tienen una desviación estándar del 10 al 30% a lo cual se añade la simplicidad y economía de un sistema neumático. Como ventaja adicional, el tamaño puede controlarse a voluntad mediante el caudal de líquido inyectado y la caída de presión a lo largo de la cámara de impulsión desde la que se succiona concéntricamente y de forma axial el chorro de líquido.

El microchorro capilar es acelerado y estabilizado por los esfuerzos tangenciales viscosos ejercidos por el gas sobre la superficie del líquido, atravesando el orificio y saliendo al exterior, donde finalmente se rompe en microgotas con las siguientes propiedades:

1. Tienen un tamaño extraordinariamente pequeño (pueden alcanzarse tamaños del orden de la micra) ya que son generadas a partir de la rotura de un microchorro capilar.
2. La dispersión de tamaños es pequeña si el diámetro del chorro es estacionario, lo cual ocurre siempre que el caudal de líquido suministrado lo sea.

Descripción detallada de la invención

La formación del microchorro y su aceleración se basa en la abrupta disminución de presión asociada a la aceleración brusca que experimenta el gas al entrar en el orificio. Esto provoca una elevada diferencia de presiones entre el líquido y el gas, lo que crea una zona de alta curvatura en la superficie del líquido cercana al orificio, formándose un punto cúspide del que fluirá un microchorro estacionario si se suministra la misma cantidad de líquido que el orificio succiona.

Se utiliza una ventana paramétrica (un conjunto de valores especiales de las propiedades del líquido, caudal suministrado, diámetro de la aguja de alimentación, tamaño del orificio, relación de presiones, etc.), suficientemente amplia como para poder aplicarla a casi cualquier líquido (viscosidades dinámicas de 10^{-4} a $1 \text{ Kg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$), tal que el microchorro capilar que surge de la gota situada en el extremo de la aguja de alimentación es absolutamente estable (de forma que las perturbaciones del proceso de rotura del chorro no pueden evolucionar aguas arriba) y, aguas abajo, el microchorro se rompe en gotas de forma regular por simple inestabilidad capilar (por ejemplo, ver Lord Rayleigh "On the instability of jets", Proc. London Math. Soc. 4-13, 1878), de la misma forma que lo hace un chorro capilar laminar cayendo de un grifo semiabierto.

Cuando se establece el régimen estacionario, estable, el microchorro capilar que emerge del extremo de la gota situada en la boquilla de salida de la punta de alimentación es succionado concéntricamente hacia el interior de la tobera. En la evolución del chorro desde que emerge de la gota, el líquido es acelerado por las fuerzas de arrastre tangenciales que provoca la corriente de gas sobre su superficie, disminuyendo progresivamente la sección transversal del chorro. Sorprendentemente, esta disminución de radio que experimenta el chorro es potenciada por otro efecto diferente, el aumento del salto de presiones a través de la interfase líquido-gas al disminuir la presión del gas cuando es acelerado en la microtobera. El líquido sufre una aceleración y una disminución de presión de mucha menor cuantía que el gas ya que aquél es acelerado sólo por fuerzas viscosas tangenciales.

A su vez, el flujo de gas debe ejercer sobre la superficie del líquido unas fuerzas lo suficientemente estacionarias como para no provocar oscilaciones de la superficie, por lo que la turbulencia en el movimiento del gas debe estar inhibida: aunque la velocidad del gas sea alta, los tamaños característicos del orificio deben ser tales que el movimiento del gas resulte laminar, igual que las capas límite formadas sobre el chorro y en la superficie interior de la tobera u orificio.

En resumen, el flujo de gas, que produce la succión del líquido y su posterior aceleración cuando se forma el chorro, debe ser muy rápido pero uniforme para no provocar perturbaciones de la frágil interfase capilar (la superficie de la gota de la que emana el chorro), lo cual podría provocar su rotura. Por tanto, las fuerzas dinámicas del gas deben ser como máximo del orden de las de tensión superficial en todo el proceso (gota y microchorro). En términos de números adimensionales fluidodinámicos, el número de Weber (cociente entre las fuerzas dinámicas y las de tensión superficial debe ser a lo sumo de orden unidad en todo el proceso. En el microchorro es inevitable que el número de Weber sea de orden unidad porque la caída de presión del gas es del orden del efecto de la tensión superficial:

$$\frac{2\gamma}{d_j} \sim \frac{1}{2} \rho v_j^2$$

donde γ y ρ son la tensión superficial y la densi-

dad del líquido, respectivamente, y d_j y v_g son el diámetro característico del chorro y la velocidad característica del gas, respectivamente. Por otra parte, las velocidades del gas alrededor de la gota que da lugar al chorro, deben estar en relación con las velocidades del gas en el orificio a través de la relación de áreas: $V_g D_o^2 \sim v_g d_o^2$, donde V_g es la velocidad del gas alrededor de la gota, y D_o y d_o son los diámetros de la punta de alimentación y del orificio, respectivamente. Como las máximas velocidades posibles del gas en la zona de entrada al orificio son del orden de la velocidad del sonido, se tiene:

$$V_g \sim \left(\frac{d_o}{D_o} \right)^2 \cdot x \ 320 \text{m/s}$$

y para el diámetro del chorro:

$$d_j \sim \frac{4\gamma}{\rho_g v_g^2} \sim \frac{4 \times 2 \times 10^{-2}}{1.2 \times 320^2} \sim 0.5 \ \mu\text{m}$$

$$(\text{Heptano: } \gamma = 2 \times 10^{-2} \text{ N/m}^2)$$

Esto indica que pueden alcanzarse tamaños micrométricos.

En el límite de los menores diámetros alcanzables por este sistema, del orden del espesor de la capa límite, las energías cinéticas de líquido y gas, por unidad de volumen, deben ser del mismo orden. De este modo, resultan velocidades del líquido v_1 del orden:

$$v_1 \left(\frac{\rho_g}{\rho_l} v_g \right)^{1/2} \sim 10 \text{ m/s}$$

donde ρ_l es la densidad del líquido, lo cual resulta en caudales de líquido del orden:

$$Q_l \sim d_j^2 v_1 \sim 10^{-11} \text{ m}^3/\text{s}$$

para los tamaños de gota mínimos.

El flujo de gas debe ser laminar, de manera que no se desarrolle un régimen turbulento (las fluctuaciones turbulentas del flujo gaseoso, de alta frecuencia, perturbarían la interfase líquido-gas). Los números de Reynolds que se alcanzan en el orificio son del orden de

$$\text{Re} = \frac{v_g d_o}{\nu_g} \sim 4000$$

donde ν_g es la viscosidad cinemática del gas. Aunque este número es alto, los gradientes de presión son muy grandes a favor de corriente (geometría muy convergente), por lo que está muy lejos de desarrollarse un régimen turbulento.

La diferencia esencial con los atomizadores neumáticos existentes (caracterizados por altos números de Weber) es precisamente que no se busca la ruptura de la interfase líquido-gas, sino todo lo contrario. Se busca favorecer la estabilidad de la interfase líquido-gas hasta que se produce un chorro capilar. Este chorro, de muy pequeño diámetro si se producen succiones con caídas de presión lo suficientemente elevadas, se romperá en gotas cuyo tamaño será muchísimo

más homogéneo que los tamaños resultantes de la ruptura desordenada de la interfase líquido-gas que tiene lugar en los atomizadores neumáticos existentes.

El procedimiento, según la presente invención, para la atomización de líquidos permite su utilización en la inyección electrónica de combustible, así como en la construcción de inhaladores de productos terapéuticos, anestésicos, nebulizadores para análisis químicos, etc.

Asimismo la presente invención permite la producción masiva de polvos cerámicos y semiconductores para sinterización, de aplicación en la fabricación de materiales cerámicos, semiconductores, plásticos, etc...

Explicación de las figuras:

Para complementar la descripción que se está realizando, y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, un plano que, con carácter ilustrativo y no limitativo, recoge un modelo de prototipo.

Figura 1: representación esquemática de un prototipo de atomizador

1. Aguja de alimentación.
 2. Extremo de la aguja de alimentación por el que se introduce el líquido a atomizar.
 3. Cámara de impulsión.
 4. Orificio por el que se introduce el gas.
 5. Extremo de la aguja de alimentación por el que sale el líquido a atomizar.
 6. Orificio en el cual se produce la microsucción.
 7. Atomizado (espray)
- D_o =Diámetro de la aguja de alimentación; d_o =Diámetro del orificio a través del cual pasa el microchorro; e =Longitud axial del orificio en el que se produce la succión; H =Distancia de la aguja de alimentación al orificio de salida del microchorro; P_o = presión en el interior de la cámara de impulsión; P_α =presión atmosférica.

Ejemplos de realización de la invención

El sistema de atomización propuesto requiere obviamente el suministro de unos caudales del líquido a atomizar y del gas que vaya a emplearse en el espray resultante. Ambos caudales deben ser:

- Los apropiados para que el sistema esté dentro de la ventana paramétrica de estabilidad. Puede recurrirse a la multiplexión si los caudales requeridos son superiores a los de una celda individual.
- Los apropiados para que la relación másica de ambos esté dentro de las especificaciones de cada aplicación. Por supuesto, puede suministrarse un mayor caudal de gas externamente por cualquier medio en aplicaciones específicas (combustión, inhalación de medicamentos, etc.) ya que esto no interfiere en el funcionamiento del atomizador.
- Si se varían los caudales, el tiempo característico de esa variación debe ser menor que los tiempos hidrodinámicos de residencia de líquido y gas en el microchorro, y menor que el inverso de la primera frecuencia natural

de oscilación de la gota formada en el extremo de la aguja de inyección.

Por tanto, pueden usarse cualesquiera métodos de suministro continuo de gas (compresores, depósitos a presión, etc.) y de líquido (bombas volumétricas, botellas a presión). Si se requiere multiplexión, el caudal de líquido deberá ser lo más homogéneo posible entre las distintas celdas, lo cual puede requerir la impulsión a través de múltiples agujas capilares, medios porosos, o cualquier otro medio capaz de distribuir un caudal homogéneo entre diferentes puntos de alimentación.

Cada dispositivo de atomización individual consistirá en una punta de alimentación (aguja capilar, punta con micro-canal abierto, microprotuberancia en un borde continuo, etc.) con un diámetro comprendido entre 0,05 y 2 mm., preferentemente entre 0,1 y 0,4 mm., en la cual pueda anclarse la gota de la que emana el microchorro, y un pequeño orificio (diámetro de 0.05 a 2 mm., preferentemente de 0,1 a 0,25 mm.), enfrenteado a la gota y separado de la punta de alimentación por una distancia entre 0,1 y 2 mm., preferentemente entre 0.2 a 0.5 mm de distancia. El orificio pone en comunicación el gas de succión que rodea a la gota, a mayor presión, con la zona en la que se pretende obtener el atomizado, a menor presión.

Los materiales de que puede estar fabricado el atomizador son múltiples (metal, plástico, cerámica, vidrio), dependiendo fundamentalmente la elección del material de la aplicación específica en la que vaya a emplearse el dispositivo.

En la figura 1 se presenta el esquema de un prototipo, ya probado, en el que el líquido a ato-

mizar se introduce por el extremo del sistema (2), y el gas de impulsión se introduce por el orificio de entrada a la cámara de impulsión (3) al efecto (4). En este prototipo se han utilizado presiones de alimentación del gas desde 100 *mBar* a 2000 *mBar* por encima de la presión atmosférica P_α a la que descarga el líquido atomizado. Todo el recinto que rodea a la aguja de alimentación (1) está a una presión $P_0 > P_\alpha$. La presión de alimentación del líquido P_1 debe ser siempre ligeramente superior a la de impulsión del gas P_0 . En función de la pérdida de carga en la aguja y el sistema de alimentación líquido, existe una relación lineal si el caudal es tal que el flujo es laminar (lo que ocurre en este prototipo) entre la diferencia de presiones $P_1 - P_0 > 0$ y el caudal Q de líquido a atomizar. Las dimensiones fundamentales son la distancia de la aguja a la placa H , el diámetro de la aguja D_0 , el diámetro d_0 del orificio a través del cual pasa el microchorro (6), y la longitud axial e del orificio (o espesor de la placa en la que está practicado el orificio). En este prototipo, se utilizaron distancias variables H de 0.3mm a 0.7mm, y longitudes fijas $D_0=0.45$ mm, $d_0=0.22$ mm y $e=0.55$ mm. La calidad del espray resultante (7) no presentaba diferencias medibles cuando se variaba H , siempre que se estuviera en el régimen de funcionamiento (gota y microchorro estacionarios). Sí se constató una mayor inestabilidad del sistema para las distancias H mayores (en torno a 0.7mm). En cuanto al resto de las medidas del atomizador, no afectan en modo alguno al espray ni al funcionamiento del sistema siempre que la zona que rodea a la aguja tenga dimensiones grandes (diámetro grande) en comparación con la aguja de alimentación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de atomización de líquidos mediante la succión del líquido a atomizar por un flujo de gas, **caracterizado** porque la selección de los parámetros geométricos y propiedades físicas del líquido permite garantizar que todo el líquido a atomizar, que fluirá a través de una punta de alimentación contenida en una cámara de impulsión, por la que fluye el gas de succión que rodea al chorro de líquido a atomizar, y enfrentada a un orificio que pone en comunicación dicha cámara de impulsión con el exterior, atraviesa dicho orificio en forma de un microchorro capilar continuo y estable.

2. Procedimiento de atomización de líquidos según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la viscosidad del líquido a atomizar está comprendida entre 10^{-4} y $1 \text{ Kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$.

3. Procedimiento de atomización de líquidos según reivindicación 2, **caracterizado** porque la viscosidad del líquido a atomizar está comprendida entre $0,3 \cdot 10^{-3}$ y $5 \cdot 10^{-2}$.

4. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el diámetro de la punta de alimentación por la que fluye el líquido a atomizar está comprendido entre 0,05 y 2 mm.

5. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 4, **caracterizado** porque el diámetro de la punta de alimentación por la que fluye el líquido a atomizar está comprendido entre 0,1 y 0,4 mm.

6. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el diámetro del orificio enfrentado a la punta de alimentación está comprendido entre 0,05 y 2 mm.

7. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 6, **caracterizado** porque el diámetro del orificio enfrentado a la punta de alimentación está comprendido entre 0,1 y 0,25 mm.

8. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la distancia de separación entre la punta de alimentación y el orificio enfrentado está comprendida entre 0,1 y 2 mm.

9. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 8, **caracterizado** porque la distancia de separación entre la punta de alimentación y el orificio enfrentado está comprendida entre 0,2 y 0,5 mm.

10. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el caudal de líquido a atomizar está com-

prendido entre 1 nl.s^{-1} y $100 \mu\text{l.s}^{-1}$.

11. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 10, **caracterizado** porque el caudal de líquido a atomizar está comprendido entre $0,01 \mu\text{l.s}^{-1}$ y $10 \mu\text{l.s}^{-1}$.

12. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque la velocidad del gas de succión esta comprendida entre 50 y 2000 m.s^{-1} .

13. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 12, **caracterizado** porque la velocidad del gas de succión esta comprendida entre 100 y 500 m.s^{-1} .

14. Procedimiento de atomización de líquidos según las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque la relación entre las presiones en la cámara de obtención del atomizado y en la cámara de impulsión está comprendida entre 0 y 0,989.

15. Dispositivo de atomización de líquidos mediante un procedimiento según las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** porque dicho dispositivo está constituido por:

a) una punta de alimentación por la que fluye el líquido a atomizar con un diámetro comprendido entre 0,05 y 2 mm. y

b) un orificio de succión con un diámetro comprendido entre 0,1 y 0,25 mm. a través del cual se hace circular el flujo de gas, estando dicho orificio de succión enfrentado y separado de dicha punta de alimentación por una distancia comprendida entre 0,1 y 2 mm.

16. Dispositivo de atomización de líquidos según la reivindicación 15, **caracterizado** porque dicho dispositivo esta fabricado con diversos materiales tales como metal, plástico, cerámica o vidrio.

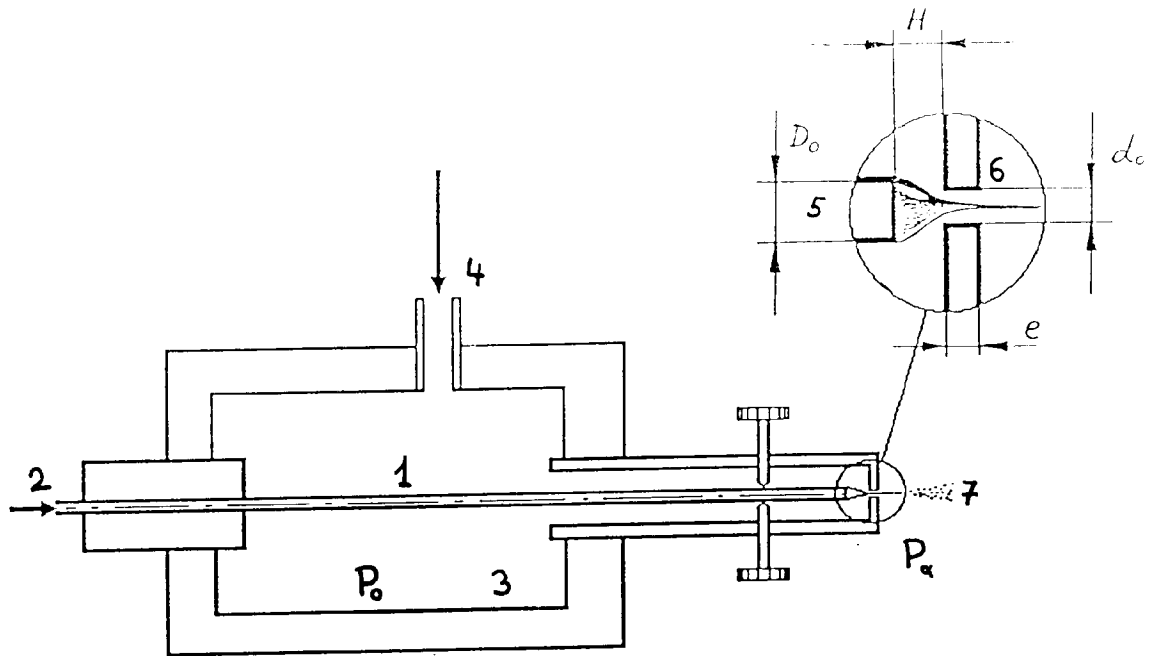
17. Inyector de combustible **caracterizado** porque la atomización del combustible tiene lugar mediante un procedimiento de atomización según las reivindicaciones 1 a 14.

18. Inhalador de medicamentos **caracterizado** porque la atomización del medicamento a inhalar tiene lugar mediante un procedimiento de atomización según las reivindicaciones 1 a 14.

19. Dispositivo de producción de polvos para sinterización **caracterizado** porque la atomización de las partículas de polvo tiene lugar mediante un procedimiento de atomización según las reivindicaciones 1 a 14.

20. Dispositivo nebulizador de muestras líquidas a analizar mediante cualquier método de análisis químico conocido, **caracterizado** porque la atomización del líquido tiene lugar mediante un procedimiento de atomización según las reivindicaciones 1 a 14.

FIGURA 1





INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁶: B05B 7/06

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A E	DE 4128590 A1 (KUMAG) 04.03.1993, columna 4; figuras 2-4,7,11. WO 9621516 A1 (GEORGIA TECH) 18.07.1996, página 7, línea 1 - página 8, línea 14; página 9, líneas 4-16; página 11, líneas 1-11; página 14, línea 23 - página 15, línea 8; figuras 2-4.	1,4,6,8, 9 15 1,2,6, 8-11,15
Y A	EP 0249186 A1 (IKEUCHI) 16.12.1987, columna 4, línea 30; columna 6, línea 21 - columna 9, línea 16; figuras 3,4B,6,8A,8B,10.	1,4-6,8, 9,12,13 2,3,7,10, 11,14,15
Y A	EP 0294690 A2 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES) 14.12.1988, todo el documento.	1,4-6,8, 9,12,13 15
X	FR 1011655 A (BEVENGUT) 25.06.1952, todo el documento.	1
X	GB 652206 A (REINHOLD) 18.04.1951, todo el documento.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

26.01.2000

Examinador

L. Dueñas Campo

Página

1/1