

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 642**

51 Int. Cl.:

**F23D 11/10** (2006.01)

**F23K 5/20** (2006.01)

**F23L 7/00** (2006.01)

**F23L 15/00** (2006.01)

**C23C 4/12** (2006.01)

**B05B 7/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2006 E 06405015 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015 EP 1696176**

54 Título: **Pistola de combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF) y diseño de quemador**

30 Prioridad:

**21.01.2005 US 646084 P**

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

**22.12.2015**

73 Titular/es:

**OERLIKON METCO (US) INC. (100.0%)  
1101 Prospect Ave.  
Westbury NY 11590, US**

72 Inventor/es:

**RUSCH, WILLIAM P.;  
SPAULDING, MARK y  
HACKER, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 554 642 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

Pistola de combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF) y diseño de quemador

5 Esta invención se refiere a un método y aparato mejorados para pistolas pulverizadoras térmicas de combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF), y más en concreto a un diseño de quemador para mejorar la combustión de oxígeno y combustible líquido dentro de una cámara de combustión de pistola pulverizadora.

10 El proceso de combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF) se usa para producir estructuras de recubrimiento duro denso en varios sustratos y para varias aplicaciones, como sustitución de cromo. Los recubrimientos HVOF tienden a tener bajo esfuerzo de tracción residual o en algunos casos tienen esfuerzo de compresión, que permiten aplicar recubrimientos más gruesos de lo que es típicamente posible con los otros procesos. La alta energía cinética de las partículas que chocan en una superficie de sustrato permite la formación de recubrimientos HVOF de alta calidad incluso cuando las partículas pulverizadas no se funden completamente.

15 Hay varias pistolas HVOF que usan diferentes métodos para lograr rociado a alta velocidad. El uso de estas pistolas implica por lo general el uso de combustibles gaseosos o líquidos. Para pistolas de combustible líquido, por lo general se inyecta un combustible líquido (primariamente queroseno disponible en el mercado, aunque también se usan diesel y aceites ligeros similares) y oxígeno a una cámara de combustión mediante un quemador y el material de recubrimiento es inyectado radialmente al cañón de salida hacia abajo de la cámara de combustión y hacia abajo de una boquilla convergente/divergente a velocidades superiores a 700 m/s. Una de las limitaciones del proceso HVOF usando tecnología de quemador existente es el exceso de carbono en el proceso de combustión debido a combustión ineficiente. La presencia de zonas de mezcla rica en combustible hace que se formen partículas de carbono que no se quemarán por completo y pueden acumularse en las paredes de la cámara de combustión o ser expulsadas del soplete y se alojan en el recubrimiento.

20 Los diseños de pistolas HVOF convencionales han utilizado tubos mezcladores coaxiales para lograr atomización de combustible líquido y posterior combustión. Algunos otros diseños HVOF utilizan la inyección de un gas combustible junto con el combustible líquido para asistir la atomización y fijación de la llama en la cámara de combustión.

30 EP 0 361 710 A describe un aparato de pistola pulverizadora térmica HVOD incluyendo un cuerpo que tiene un agujero central para recibir una materia prima y un gas portador inerte. El cuerpo incluye además una cámara cónica convergente que comunica con la salida de agujero. El cuerpo también incluye un paso anular de combustible rodeando el agujero y un paso anular de gas oxidante rodeando el paso de combustible. Los pasos de combustible y gas así como el agujero central están unidos directamente a la cámara convergente donde el combustible y el gas oxidante se mezclan en una posición suficientemente distanciada de las salidas de paso para permitir la mezcla y la combustión del combustible y gas oxidante dentro de la cámara convergente.

35 US 5.328 355 A describe un combustor para un aparato de turbina de gas incluyendo un atomizador para el combustible líquido, un torbellinador para proporcionar un flujo arremolinado del aire de combustión y una cámara de evaporación separada en la que el combustible líquido atomizado es evaporado y premezclado con aire de combustión.

40 EP 1 136 134 A describe un método para la atomización de fluidos altamente viscosos principalmente, en particular fluidos conteniendo particulados. El método requiere un dispositivo de atomización incluyendo un tubo central para el fluido atomizable y un paso anular coaxial con el tubo central para el gas caliente. El fluido atomizable que pasa a través del tubo central es expulsado del tubo central a un volumen de atomización. El gas caliente fluye dentro del paso anular coaxialmente con el flujo de fluido atomizable y a continuación pasa a través de una boquilla para aceleración del gas caliente. La corriente de gas caliente acelerado entra en contacto con el flujo de fluido atomizable en el volumen de atomización.

45 Subsiste en la técnica la necesidad de un sistema de rociado de combustible de oxígeno de alta velocidad con una eficiencia mejorada, depósitos de carbono reducidos, y equipo de menor tamaño. La presente invención proporciona un quemador para uso en una pistola térmica HVOF que tiene las características definidas en la reivindicación 1.

50 El quemador según la presente invención satisface dicha necesidad proporcionando un diseño de quemador para una pistola de combustible líquido de alta velocidad que genera atomización turbulenta y usa uno o más chorros como un método de inyección para que el combustible líquido y el oxígeno mejoren la combustión dentro de la cámara de combustión. Un aspecto de la invención es una alteración del diseño general de la pistola acortando la longitud de la cámara de combustión y general de la pistola que permita el uso del diseño de quemador mejorado. Algunas realizaciones pueden realizar una reducción superior al 50% de la longitud de la cámara de combustión con respecto a los diseños de pistola HVOF convencionales.

60 Según un aspecto, la invención proporciona un quemador para uso en una pistola pulverizadora térmica de combustible de oxígeno de alta velocidad que tiene al menos un orificio de inyección que premezcla oxígeno y combustible líquido y una cámara de combustión situada hacia abajo del orificio de inyección. Una realización

preferida del quemador usa al menos uno de oxígeno precalentado y combustible precalentado para mejorar la vaporización antes de la combustión del combustible. Se puede usar múltiples orificios de inyección que incluyan un medio para atomizar el combustible líquido en gotitas pequeñas.

5 Según otro aspecto de la invención se facilita una pistola pulverizadora térmica HVOF según la reivindicación 8. Según otro aspecto de la invención se facilita un método de realizar combustión continua en una pistola pulverizadora térmica de combustible de oxígeno de alta velocidad que tiene las características de la reivindicación 10. El método mejora ventajosamente la operación del proceso de recubrimiento reduciendo o eliminando depósitos de carbono en el recubrimiento e incrementando la presión de la cámara de combustión mediante una eficiencia de  
10 combustión incrementada (es decir, temperaturas de combustión más altas producida por combustión más rápida y más completa). La pistola pulverizadora térmica incluye un quemador HVOF, donde el quemador usa preferiblemente al menos uno de oxígeno precalentado y/o combustible líquido precalentado para mejorar la vaporización antes de la combustión del combustible. El calor obtenido de la combustión del combustible puede ser usado para precalentar el oxígeno y/o el combustible.

15 Otro aspecto de la invención se refiere a un nuevo método de lograr la vaporización del combustible líquido durante la atomización y antes de la combustión por precalentamiento del oxígeno y combustible líquido antes de la atomización. El método realiza combustión continua en una pistola pulverizadora térmica HVOF precalentando al menos uno de oxígeno y/o combustible líquido, atomizando el combustible líquido a gotitas pequeñas y quemando el combustible atomizado. Se prefiere usar el oxígeno precalentado para atomizar el combustible líquido a gotitas pequeñas. El calor procedente del paso de combustión puede ser usado para precalentar el oxígeno, que, a su vez, puede ser usado para precalentar el combustible líquido.

20 Objetos y ventajas adicionales de la invención se expondrán en la descripción que sigue, y en parte serán obvios por la descripción, o se pueden conocer por la puesta en práctica de la invención. Los objetos y ventajas de la invención se pueden realizar y obtener por medio de las instrumentalidades y combinaciones expuestas en concreto a continuación.

25 Los dibujos acompañantes, que se incluyen para proporcionar una mejor comprensión de la invención y que se incorporan y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y conjuntamente con la descripción sirven para explicar los principios de la invención. En los dibujos:

30 La figura 1 proporciona una vista en sección transversal de una pistola de combustible líquido HVOF según una realización de la presente invención.

35 La figura 2 proporciona una vista detallada en sección transversal de la sección de quemador de la pistola de combustible líquido HVOF según una realización de la presente invención.

40 La figura 3 proporciona una vista en sección transversal detallada de los orificios de inyección y la zona circundante de la sección de quemador según una realización de la presente invención.

Y la figura 4 proporciona un diagrama de flujo de un método de un proceso de combustión HVOF según la presente invención.

45 Ahora se hará referencia en detalle a las realizaciones preferidas de la presente invención, de la que se ilustran ejemplos en los dibujos acompañantes. La figura 1 proporciona una vista en sección transversal de una pistola de combustible líquido de oxígeno de alta velocidad (HVOF) que incluye una sección de quemador según una realización de la presente invención. La figura 2 proporciona una vista detallada en sección transversal de una realización de la sección de quemador. El diseño de quemador representado en la figura 2 mejora el proceso de la inyección de combustible y oxígeno usando orificios de inyección 1 que premezclan el oxígeno y combustible formando chorros que entran en la cámara de combustión 2 que incluye una cámara de transferencia de calor 3. La cámara de transferencia de calor 3 puede ser una subsección de la cámara de combustión 2 o un compartimiento contiguo separado. El número de chorros/orificios 1 usados en el diseño ejemplar es ocho, estando los orificios 1 espaciados a igual distancia circunferencialmente alrededor de un eje central. Se ha hallado que este número  
50 proporciona buenos resultados sin introducir una complejidad excesiva. Sin embargo, también se puede usar otros números de chorros, incluyendo un solo chorro centrado a lo largo del eje de la pistola. También se contemplan otras disposiciones, incluyendo una pluralidad de orificios con diferente espaciación y/o en radios diferentes de un eje central.

60 La figura 3 proporciona una vista más detallada de la zona alrededor de los orificios de chorro 1. Con referencia a las figuras 2 y 3, que muestran una implementación preferida, cada orificio produce un flujo de oxígeno de corte en la abertura 9 del orificio 1 donde el combustible y oxígeno se unen. El flujo de oxígeno choca radialmente sobre una corriente estrecha del combustible líquido 4 que es inyectado axialmente por el centro del orificio 1. Se suministra combustible líquido al orificio desde el paso de combustible 5. El flujo de oxígeno choca con la corriente de combustible sustancialmente desde todas las direcciones. La acción de corte turbulento resultante del oxígeno contra la corriente de combustible líquido descompone el combustible en gotitas de líquido muy pequeñas,  
65

incrementando el área superficial para vaporización.

Cada orificio 1 proporciona una zona de mezcla para que las gotitas de combustible líquido se mezclen y vaporicen con el flujo turbulento de oxígeno. La velocidad de la corriente de gas en cada orificio de mezcla 1 es superior a la velocidad de combustión de la mezcla de combustible y oxígeno, creando una llama. La llama está montada en la salida del orificio de mezcla 1 a la cámara de combustión 2/cámara de transferencia de calor 3.

Con referencia a la figura 2, antes de entrar en la cámara de combustión principal 2, la llama que sale del orificio 1 puede pasar a través de una cámara corta de transferencia de calor 3 que se usa para capturar y transferir parte del calor de combustión de nuevo al oxígeno entrante antes de entrar en el(los) orificio(s) 1. El oxígeno entra en la sección de quemador en la admisión 10 y pasa por un deflector 11 y por un cuerpo 8 que conduce calor desde la cámara de transferencia de calor 3. El efecto es precalentar el oxígeno entrante a una temperatura próxima o superior a la temperatura de vaporización del combustible líquido. Con referencia a la figura 3, el oxígeno precalentado se pasa por los tubos de distribución de combustible líquido 6 antes de que el combustible contacte el oxígeno para aumentar la temperatura del combustible antes de la mezcla. El contacto del oxígeno precalentado con el combustible precalentado hace que el combustible se vaporice fácilmente antes de ser inyectado a la cámara de transferencia de calor 3/cámara de combustión 2.

También se puede usar otros métodos de precalentar el oxígeno y/o combustible líquido. Por ejemplo, se puede facilitar una fuente separada de calor para el oxígeno entrante, usando al mismo tiempo el oxígeno para precalentar el combustible como se ha descrito anteriormente. Alternativamente, se podría facilitar una fuente de calor separada tanto para el oxígeno como para el combustible líquido.

Como se ha indicado en los antecedentes, la presencia de zonas de mezcla rica en combustible en los sistemas de rociado de combustible líquido HVOF previos hace que se formen partículas de carbono que no se quemarán por completo y pueden acumularse en las paredes de la cámara de combustión o ser expulsadas del soplete y alojarse en el recubrimiento. En la presente invención, la mezcla sustancialmente homogénea de oxígeno y combustible vaporizado permite una mejor combustión dado que se minimiza la presencia de zonas de combustible/oxígeno ricas y pobres dentro de la mezcla. La mejor combustión permite ventajosamente acortar considerablemente la longitud general de la cámara de combustión (por ejemplo, aproximadamente la mitad o menos de la longitud usada previamente) puesto que la combustión tiene lugar en una longitud más corta de la cámara. En la realización representada en las figuras 1 y 2, la cámara de combustión se ha acortado a la mitad de la longitud usada en sopletes de combustible líquido convencionales.

Un orificio central o situado axialmente 7 representado en las figuras 1-3 es para un piloto de hidrógeno que contribuye al encendido de la pistola. Se usa típicamente hidrógeno puesto que se inflama fácilmente en combinación con oxígeno en un amplio rango estequiométrico y tiene una alta velocidad de destello. Un ignitor de chispa estándar enciende el hidrógeno delante de la pistola, que entonces entra dentro de la cámara de combustión para encender el combustible líquido cuando se introduzca. También se puede usar otras técnicas tales como, por ejemplo, una bujía situada en el centro que tenga un electrodo adyacente o sobresaliendo a la cámara de combustión.

La figura 4 proporciona un diagrama de flujo para un método 100 de un proceso de combustión HVOF según una realización de la presente invención. En el paso S102, el combustible líquido y oxígeno son calentados antes del proceso de combustión. A continuación, en el paso S104, el combustible líquido es atomizado por la acción de corte turbulento del oxígeno precalentado cuando el oxígeno choca en la corriente de combustible líquido y el combustible es vaporizado. En el paso S106 se quema la mezcla de combustible atomizado y oxígeno. Durante el proceso de combustión, en el paso S108, parte del calor del proceso de combustión es recuperado y usado para precalentar el oxígeno para continuar el método 100 en el paso S102. Alternativamente, el paso S102 se puede dividir en pasos secundarios (no representados), de modo que el oxígeno sea precalentado en un primer paso secundario del paso S102 y luego -todavía antes de la combustión- el oxígeno precalentado se usa para precalentar el combustible líquido en un paso secundario separado del paso S102.

El diseño de quemador según una realización de la invención se fabricó como se ha detallado en la sección anterior y se comprobó contra un diseño de quemador estándar en dos pistolas de combustible líquido para comparación. La pistola original usa un diseño de quemador convencional y una cámara de combustión de longitud estándar mientras que la pistola mejorada usa el nuevo diseño de quemador aquí descrito y una cámara de combustión de longitud más corta. Para referencia, la relación de la abertura radial de oxígeno al orificio en función del diámetro del orificio de combustible líquido era aproximadamente 1. Se registraron datos y se produjeron muestras de recubrimiento con ambas pistolas operando en condiciones normales usando los mismos controles y parámetros.

La diferencia en las características de la llama eran claramente evidentes, puesto que el diseño de quemador original produjo una llama de coloración amarilla y naranja, y el nuevo diseño de quemador produjo una llama con una coloración significativamente más azul. Una llama azul es más caliente y más eficiente que una llama amarilla. Amarillo indica la presencia de carbono sin reaccionar. El caudal de oxígeno era 2000 SCFH y el caudal de combustible era 26.49 litros (7 galones) por hora para ambas pistolas.

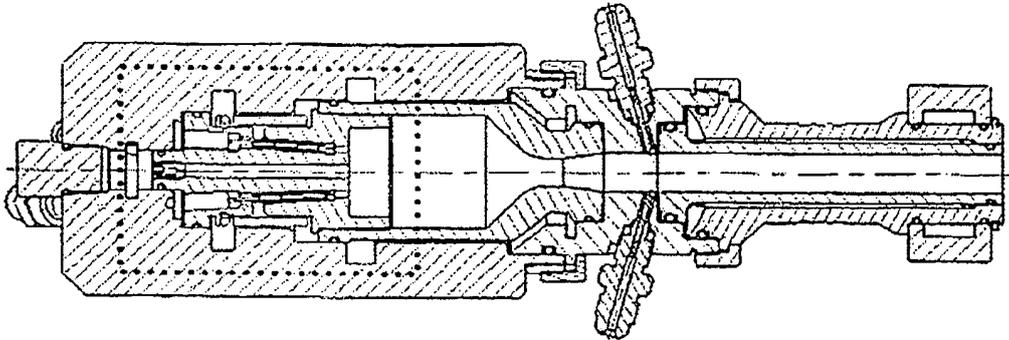
Pruebas a largo plazo, operando ambos diseños de quemador durante 60 minutos a los mismos caudales indicadas anteriores, exhibieron una diferencia mensurable en la cantidad de carbono depositado en la cámara de combustión. El diseño de quemador de la presente invención tenía una cámara limpia sin carbono depositado en comparación con el diseño de quemador convencional, que dejó una capa gruesa negra de carbono depositado en el interior de las paredes de la cámara de combustión.

Los expertos en la técnica pensarán fácilmente en ventajas y modificaciones adicionales. Por lo tanto, la invención en sus aspectos más amplios no se limita a los detalles específicos y las realizaciones representativas aquí mostradas y descritas. Consiguientemente, se puede hacer varias modificaciones sin apartarse del alcance del concepto general de la invención definido por las reivindicaciones anexas y sus equivalentes.

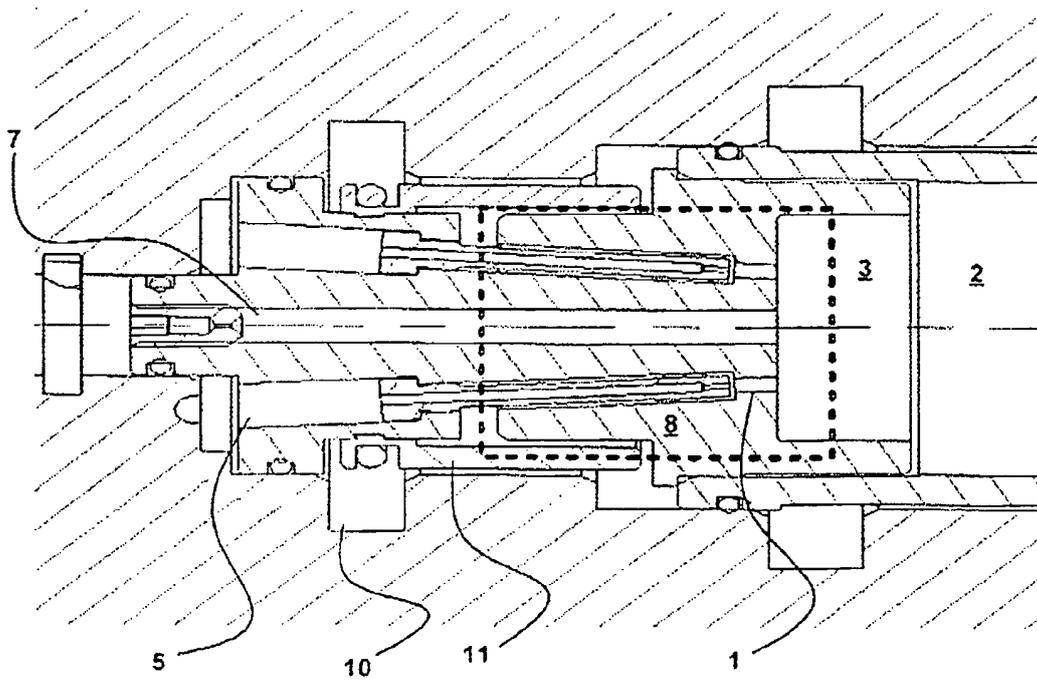
La presente invención proporciona un diseño de quemador y método para una pistola de combustible líquido de oxígeno de alta velocidad (HVOF) que genera atomización turbulenta y usa uno o más chorros como un método de inyección para combustible líquido y oxígeno para mejorar la combustión dentro de la cámara de combustión. El quemador usa oxígeno precalentado y combustible precalentado para mejorar la vaporización antes de la combustión del combustible.

REIVINDICACIONES

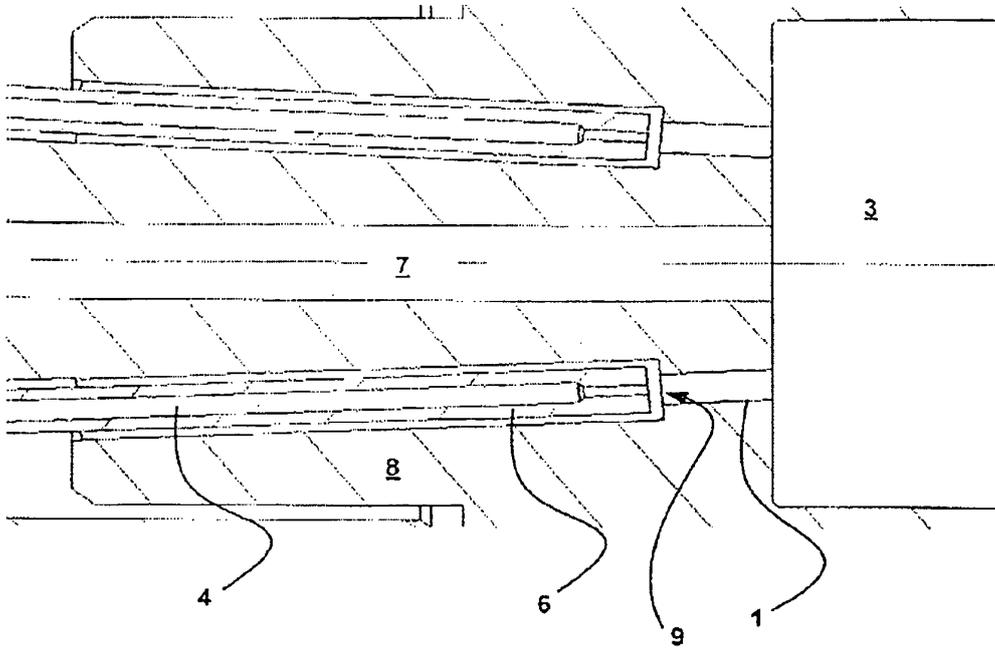
- 5 1. Un quemador para uso en una pistola pulverizadora térmica de combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF) incluyendo un cuerpo (8) que tiene al menos un tubo de distribución de combustible líquido (6) y un medio para proporcionar un flujo de oxígeno y una cámara de combustión (2),
- 10 **caracterizado porque** cada tubo de distribución de combustible líquido (6) descarga a un orificio de inyección situado hacia abajo (1), teniendo el orificio de inyección (1) una abertura (9) conectada al medio para proporcionar el flujo de oxígeno, proporcionando el orificio de inyección (1) una zona de mezcla adyacente a la abertura (9) para premezclar oxígeno precalentado y combustible precalentado en el quemador y descargando el orificio de inyección (1) a la cámara de combustión (2), donde el quemador se realiza de tal manera que el oxígeno sea precalentado usando calor obtenido de la combustión del combustible o una fuente de calentamiento externa separada y el combustible sea precalentado usando calor obtenido de la combustión del combustible o una fuente de calentamiento externa separada u oxígeno precalentado.
- 15 2. El quemador de la reivindicación 1, donde el quemador incluye una pluralidad de orificios de inyección (1) circunferencialmente alrededor de un eje central longitudinal del quemador, y cada orificio de inyección (1) descarga a la cámara de combustión (2).
- 20 3. El quemador de la reivindicación 2, donde el quemador incluye ocho orificios de inyección (1).
4. El quemador de la reivindicación 2 o 3, donde los orificios de inyección (1) están igualmente espaciados alrededor del eje central longitudinal del quemador.
- 25 5. El quemador según una de las reivindicaciones 1 a 4, donde el medio para proporcionar el flujo de oxígeno está dispuesto para proporcionar un choque radial del combustible líquido (4) en la abertura (9).
6. El quemador de la reivindicación 5, donde el medio para proporcionar el flujo de oxígeno está dispuesto para proporcionar un choque radial del combustible líquido (4) sustancialmente desde todas las direcciones.
- 30 7. El quemador según una de las reivindicaciones 1 a 6, donde la cámara de combustión (2) incluye una cámara de transferencia de calor (3), y el cuerpo (8) es un cuerpo de intercambio térmico hecho de un material conductor de calor, donde la cámara de transferencia de calor (3) está situada adyacente y hacia abajo de dicho cuerpo de intercambio térmico (8), y donde la cámara de transferencia de calor (3) y el cuerpo de intercambio térmico (8) están conectados térmicamente.
- 35 8. Una pistola pulverizadora térmica incluyendo un quemador de combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF) según una de las reivindicaciones 1 a 7.
- 40 9. Una pistola pulverizadora térmica según la reivindicación 8, donde la pistola pulverizadora incluye al menos una fuente de calentamiento separada para precalentar el oxígeno y/o el combustible líquido.
- 45 10. Un método de realizar combustión continua en una pistola pulverizadora térmica de combustible de oxígeno de alta velocidad (HVOF) incluyendo un medio de distribución de combustible líquido y un medio para proporcionar un flujo de oxígeno, **caracterizado porque** un flujo de oxígeno de corte choca en el combustible líquido (4) que pasa a través del medio de distribución de combustible líquido (1, 6) de tal manera que se genere una corriente turbulenta de oxígeno y combustible líquido atomizado a gotitas pequeñas mientras la mezcla turbulenta de combustible y oxígeno es descargada a la cámara de combustión (2, 3), y donde el oxígeno y el combustible son precalentados antes de que el flujo de oxígeno choque en el combustible líquido (4).
- 50 11. El método de la reivindicación 10, donde el oxígeno choca en la corriente de combustible líquido (4) radialmente, y en particular radialmente desde todas las direcciones.
- 55 12. El método de la reivindicación 10 o 11, donde el combustible atomizado es vaporizado antes de ser suministrado a la cámara de combustión (2, 3).
13. El método de la reivindicación 10, donde se usa oxígeno precalentado para precalentar el combustible líquido.
- 60 14. El método de la reivindicación 10, donde el oxígeno y/o el combustible líquido es/son precalentado(s) por conducción de calor usando calor del proceso de combustión.



**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**

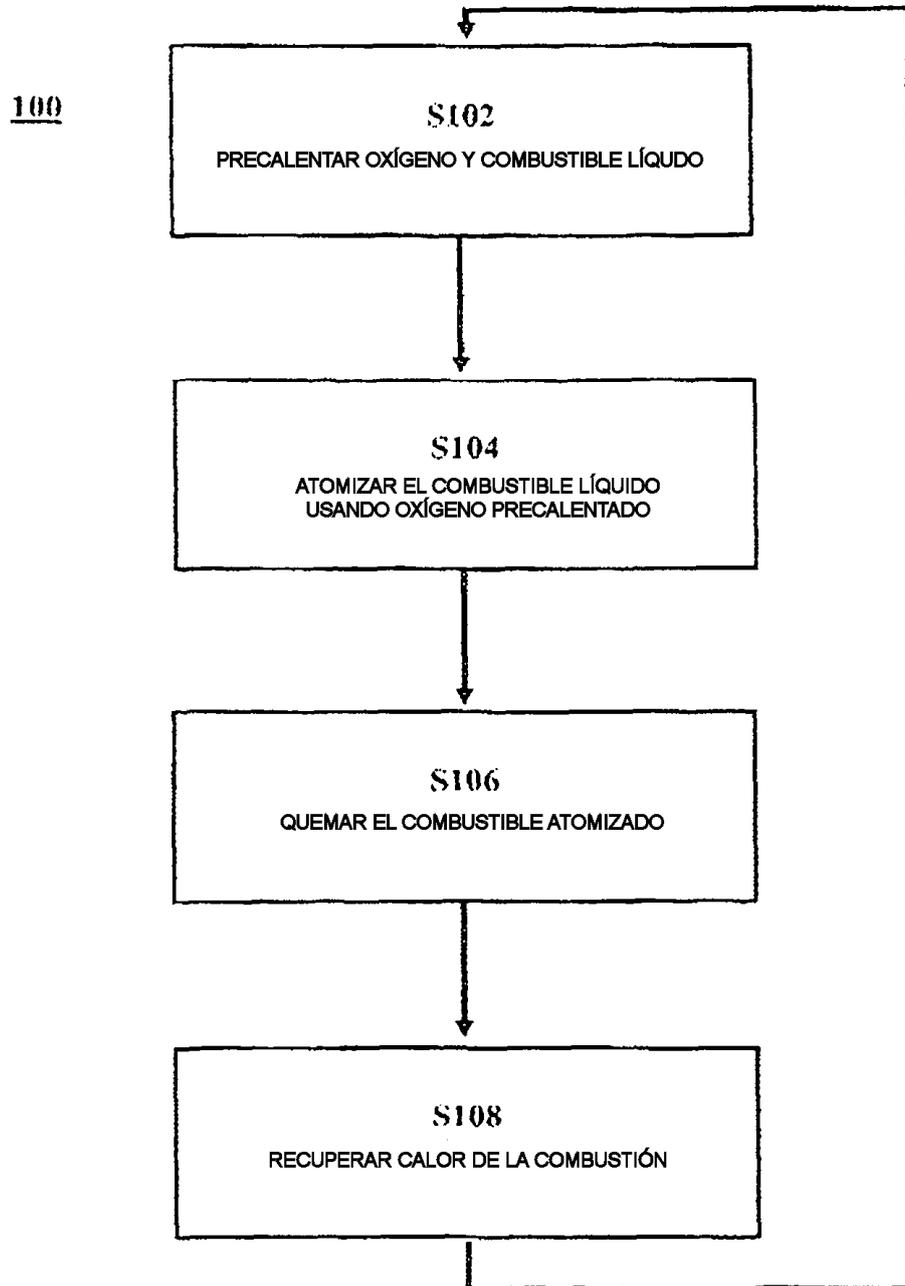


FIG. 4