



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 013**

51 Int. Cl.:  
**F23D 14/70** (2006.01)  
**F23C 3/00** (2006.01)  
**F23C 5/24** (2006.01)  
**F23M 9/06** (2006.01)  
**C03B 37/05** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03727555 .9**  
96 Fecha de presentación : **13.02.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1474636**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.11.2004**

54 Título: **Quemador de combustión interna, especialmente para el estirado de fibras minerales.**

30 Prioridad: **13.02.2002 FR 02 01755**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.05.2011**

73 Titular/es: **SAINT-GOBAIN ISOVER**  
**18, avenue d'Alsace**  
**92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es: **Boulanov, Oleg;**  
**Ellison, Christopher y**  
**Bernard, Jean-Luc**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 358 013 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

Quemador de combustión interna, especialmente para el estirado de fibras minerales.

5 La invención se refiere a un quemador de combustión interna, apto para producir corrientes gaseosas a alta temperatura y a gran velocidad. Más especialmente, la invención se interesa por quemadores que se utilizan en los procedimientos de formación de fibras minerales y en los que el estiramiento de las fibras resulta de las corrientes gaseosas emitidas por dichos quemadores solos, o en combinación con otros medios tales como medios de centrifugación o medios de estiramiento del tipo hilera. Se podrá remitirse, para más detalles sobre procedimientos de formación de fibras que utilizan un centrifugador (centrifugación interna), a las patentes WO 99/65835, WO.97/15532, FR-2 677 973, FR-2 576 671, FR-2 524 610, FR-2 801 301, FR-2 576 671, EP-189 354, EP-519 797. Se podrá remitirse, para una formación de fibras por centrifugación llamada externa o con un rotor, a las patentes siguientes: EP 991 601, WO 97/0396, WO 97/0395, EP 465 310.

15 Idealmente, ese tipo de quemador debe responder lo mejor posible a numerosas exigencias: Debe ser seguro, fiable. También debe tener el régimen de funcionamiento lo más estable posible, en particular con una llama que no corra el riesgo de ser soplada, una llama bien aislada y "enganchada" en la cámara de combustión. Se puede desear también que el quemador tenga la menor inercia posible, es decir, un régimen fácil de modificar. Se tiende también a un máximo de durabilidad, una fabricación no demasiado compleja, una obstrucción reducida. Por otra parte, es necesario que pueda adaptarse fácilmente a los dispositivos de formación de fibra a los que está asociado, a las composiciones de los materiales reducibles a fibras (que condicionan su comportamiento en caliente, su viscosidad muy en particular), al tipo de fibras minerales que se busca obtener (en particular sus características dimensionales).

20 Todas esas exigencias a veces contradictorias han conducido a la elaboración de diferentes tipos de quemadores de combustión interna.

25 Un quemador interesante se describe con detalle en la patente US 4 818 218-A; la cámara de combustión está alimentada de una mezcla comburente/combustible, y se utilizan sus paredes, que son de cemento refractario que presenta pequeñas rugosidades, para "engancha" la llama, para estabilizarla. La cámara de combustión también está perfilada de manera que los gases quemados hagan un recorrido relativamente largo, siguiendo las paredes encorvadas de la cámara de combustión, ello con el fin de reducir las zonas "inertes" de la cámara de combustión, es decir, las zonas en las que una cierta cantidad de gas podría encontrarse más o menos inmovilizada.

30 Ese quemador es de un funcionamiento satisfactorio. Sin embargo, presenta algunas limitaciones intrínsecas a su concepción. Así, funciona bien cuando se consideran temperaturas de gas en salida de quemadores relativamente estándar, es decir, bastante elevadas, de 1500 o 1600°C por ejemplo. En cambio, es más delicado obtener un régimen de funcionamiento perfectamente estable si se consideran temperaturas de gas en salida de quemador un poco menos elevadas, por ejemplo del orden de 1400°C. Para bajar la temperatura es posible añadir comburente (aire) en la mezcla de aire/gas que alimenta a la cámara de combustión, pero esta "dilución" tiene límites más allá de los cuales se corre el riesgo de alcanzar a la llama. Ese quemador funciona en un régimen enmarcado por parámetros de temperatura y también de presión a la salida del quemador. El régimen de presión es "estrecho", y esta configuración no permite ampliar esta región de trabajo, porque a baja presión aparecen fenómenos de bombeo por inestabilidad del régimen de combustión en el quemador. A alta presión, la llama correría el riesgo de "salir" del quemador y de ser "soplada".

35 Por tanto la invención tiene por objetivo perfeccionar quemadores de combustión interna, en particular con el fin de mitigar los inconvenientes citados anteriormente. Pretende en particular obtener quemadores que sean más flexibles de funcionamiento, más adaptables en términos de gama de temperaturas, de velocidad, de caudal de los gases en salida de quemador. Secundariamente pretende obtener preferiblemente quemadores con una inercia débil, de régimen estable, y fiables.

40 La invención tiene en primer lugar por objetivo un quemador de combustión interna, en particular para el estiramiento de fibras minerales de acuerdo con el objetivo de la reivindicación 1.

45 Para realizar la combustión, los inventores han adaptado y concretado de hecho el fundamento de combustión de una cámara de post-combustión de un motor de avión. En esta tecnología, existen varias llamas que se mantienen "enganchadas" en la parte caliente de la cámara de post-combustión, con una especie de canal llamado "engancha-llamas". Incluso si el ámbito técnico que interesa a la invención no tiene relación con ello, los inventores han intentado con éxito transponer esos engancha-llamas en un quemador para el estiramiento de fibras minerales. Resulta que la presencia de un tal elemento estabilizador de llamas era muy eficaz, y permitía por tanto estabilizar el régimen del quemador, incluso en condiciones de régimen un poco extremas, por ejemplo cuando se pretende la obtención de gas en salida de quemadores que estén particularmente calientes o, por el contrario, más bien "fríos" (siendo por supuesto de relativizar los términos "caliente" y "frío", y de considerarlos en el contexto del ámbito técnico de la presente invención, donde las temperaturas son en todo caso de al menos 500 o 1000°C).

5  
10  
Convenientemente es en esas zonas de confinamiento donde se realiza la mayor parte y preferiblemente lo esencial, incluso la totalidad, de la combustión. Así, en vez de enganchar la llama a las paredes de la cámara de combustión, como en el caso del quemador descrito en la patente citada anteriormente, se engancha la llama sobre un elemento adicional, que va a permitir controlar, concentrar, localizar la llama donde se desee en la cámara de combustión. De hecho, el estabilizador de llamas está convenientemente ideado en su forma geométrica de manera que mantenga en su "estela" la zona llamada de confinamiento, que es una zona de recirculación de gas que se detallará más adelante, el tiempo de permanencia de esos gases en esta zona era suficientemente largo para que la combustión se mantenga en ella. La zona de confinamiento puede definirse también como una zona donde la velocidad de los gases es más pequeña que en el resto de la cámara de combustión. Se ha creado en esta zona de confinamiento un estancamiento de los fluidos en el que se puede mantener la combustión.

15  
Esta zona de confinamiento/de recirculación constituye por tanto una zona estable de gases calientes, que es apta para "liberar" permanentemente un cierto caudal de gases quemados.

20  
De acuerdo con la invención, el quemador de combustión interna, en particular para el estiramiento de fibras minerales, que comprende una cámara de combustión en la que desemboca(n) al menos un conducto de alimentación de combustible(s) y de comburente(s), y dotada de un orificio de descompresión, está **caracterizado porque** la cámara de combustión está dotada de al menos un elemento estabilizador de llama que comprende dos paredes sólidas prácticamente enfrente y unidas en una de sus extremidades por un fondo sólido para constituir una zona de abertura semi-abierta opuesta al fondo, creándose una zona de confinamiento entre las paredes y cámara de la abertura, y en la que se realiza al menos una parte de la combustión entre comburente(s) y combustible(s).

25  
La localización y la configuración del estabilizador de llamas de acuerdo con la invención va a poder, secundariamente, influir en la manera de que los gases quemados van a circular después en la cámara de combustión antes de su evacuación por el orificio de descompresión. Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo es generalmente que esos gases quemados ocupen el máximo de volumen de la cámara de combustión.

30  
Por tanto se prevé convenientemente que el(los) estabilizador(es) de llama(s) esté(n) dispuesto(s) cerca de la pared interna de la cámara de combustión. Es en efecto una configuración favorable para que los gases quemados que salen de la zona de confinamiento se lleven a bordear la pared de la cámara de combustión, a "llenarla" lo mejor posible durante su recorrido en el interior de ésta.

35  
40  
45  
La cámara de combustión comprende preferiblemente una pluralidad de estabilizadores. Tomamos la convención, para más claridad, de que el quemador de acuerdo con la invención se encuentra en la posición adecuada en asociación con uno o varios medios de formación de fibra del tipo hilera o plato de centrifugación. En el caso de una hilera, que se supone lineal y colocada según un plano horizontal, el quemador de la invención está colocado cerca de la hilera, también en una configuración lineal en un plano prácticamente horizontal. En ese caso, la cámara de combustión presenta convenientemente, según ese plano horizontal, una sección de tipo paralelogramo, una sección rectangular por ejemplo. Y según ese plano horizontal, la cámara comprende preferiblemente al menos dos estabilizadores dispuestos uno al lado de otro, y preferiblemente al menos (forma, tamaño) cinco o diez, preferiblemente distanciados regularmente. La sección horizontal de la cámara de combustión y el número de estabilizadores se han de seleccionar para poder generar suficiente gas caliente en salida de hilera, sobre toda la longitud de ésta.

50  
En el caso de un "plato" de centrifugación (es decir, un centrifugador apto para girar alrededor de un eje generalmente vertical, alimentado de vidrio fundido y cuyo bucle periférico está perforado con una pluralidad de orificios), el quemador de acuerdo con la invención tiene preferiblemente una forma que es esquemáticamente anular, puesto que va a rodear de alguna manera al plato de centrifugación. En posición de centrifugación, por tanto, según un plano prácticamente horizontal, la sección de la cámara de combustión va a ser globalmente anular, y dotada de varios estabilizadores dispuestos concéntricamente en ésta. De nuevo es conveniente que esos estabilizadores estén distanciados regularmente unos de otros.

55  
Ya se trate de un quemador para hilera (lineal) o de un quemador para plato de centrifugación (de tipo anular) la distancia entre dos estabilizadores adyacentes se ha de elegir preferiblemente de manera que las corrientes de gases quemados procedentes de éstos se junten a una distancia dada de los estabilizadores, para formar una corriente caliente unificada y lo más homogénea posible.

60  
Ya se trate de un quemador para hilera o para plato de centrifugación, la cámara de combustión en sección vertical (considerando siempre el quemador en asociación con los órganos de formación de fibra en posición de formación de fibra) puede no comprender más que un solo estabilizador. De acuerdo con otra variante, también puede comprender varios de ellos en sección vertical, por ejemplo encontrándose dos uno encima del otro. De nuevo se ha de ajustar la distancia que los separa, en particular con el fin de que las "capas" de gas caliente generadas por cada serie de estabilizadores (una serie por plano horizontal) puedan convenientemente interpenetrarse. Preferiblemente,

los estabilizadores de las diferentes filas están dispuestos al tresbolillo, en particular para facilitar la circulación de aire (el comburente) de una fila a otra, para asegurar si fuese necesario, entre otras funciones, un enfriamiento satisfactorio del conjunto de los estabilizadores.

- 5 Convenientemente, el o los estabilizadores de llama de acuerdo con la invención son mayoritariamente, en particular esencialmente, metálicos. Más convenientemente, los estabilizadores están montados en la cámara de combustión de manera que se pueda ajustar su posicionamiento; en particular para poderles hacer pivotar alrededor de un eje, por ejemplo el eje de la llegada del combustible.
- 10 La forma geométrica de los estabilizadores puede ser muy variada, a partir del momento en que ella permite definir una zona de confinamiento cuyos gases quemados pueden escaparse. Se puede elegir una forma geométrica que presenta una simetría según un plano y/o un eje. La forma en cuestión puede presentar en particular dos simetrías según dos planos perpendiculares uno a otro.
- 15 De acuerdo con una variante preferida, la proyección de su forma geométrica perpendicularmente a su plano de simetría (o a uno de sus planos de simetría si tiene varios de ellos) es de la forma aproximada de una V o de una U. De acuerdo con otra variante preferida, alternativa o acumulativa con la anterior, su proyección perpendicular a su plano de simetría (o a otro de sus planos de simetría si tiene varios de ellos) se presenta en la forma aproximada de un triángulo con las esquinas redondeadas, en particular prácticamente isósceles.
- 20 Llegamos a la manera de alimentar de comburente y combustible al quemador. Convenientemente, al menos un conducto de alimentación alimentado de combustible(s) (del tipo gas natural) desemboca en la zona de confinamiento del estabilizador de llamas (o en al menos una de ellas si hay varios estabilizadores). La posición relativa del orificio de salida del conducto y del estabilizador se elige preferiblemente de manera que el(los) gas(es)
- 25 se proyecte(n) contra las paredes del estabilizador que definen la zona de confinamiento. Se obliga así al gas combustible a repartirse lo mejor posible en la zona de confinamiento. Por ejemplo, el orificio de salida está dispuesto entre las paredes y cerca del fondo del estabilizador. Como variante, el orificio de salida puede estar situado en la parte delantera del estabilizador, y de manera descentrada respecto a su eje de simetría, estando dirigido el flujo del gas hacia el interior del estabilizador. Esas dos configuraciones se pueden considerar en el
- 30 mismo quemador de modo que es posible elegir uno u otro de las orificios de salida según la gama de temperatura a la que se realiza la formación de fibra. Los términos "delante" y "detrás" con referencia al estabilizador están definidos más adelante de la descripción como, estando cerca de la abertura del estabilizador y enfrente del fondo del estabilizador, y respectivamente, estando en el lado opuesto a la abertura, y en el exterior del estabilizador de manera opuesta al fondo del estabilizador. El conducto de alimentación puede estar alimentado totalmente o
- 35 esencialmente de combustible. También puede no estar alimentado más que mayoritariamente o incluso nada más que parcialmente, de combustible, estando el resto constituido por ejemplo por comburente del tipo aire, o por otros gases participantes o no en la combustión.
- 40 Paralelamente, se dispone(n) convenientemente el(los) conducto(s) de alimentación de comburente (por ejemplo aire, oxígeno, aire enriquecido en oxígeno) de manera que desemboque(n) en la cámara de combustión con el fin de proyectar el comburente en el lado de las paredes del estabilizador opuesto al que se encuentra en contacto directo con la zona de confinamiento. Esquemáticamente, un modo de realización preferido consiste por tanto en inyectar el gas combustible en la zona de confinamiento, en el interior mismo del estabilizador o en la parte delantera del
- 45 estabilizador, y en inyectar el comburente, (aire), "detrás" del estabilizador de llamas, para crear un flujo de comburente (aire) que llega a envolver el estabilizador, encontrándose entonces atrapada una parte variable de este aire en la zona de confinamiento. La zona de confinamiento, en ese caso de figura en la que las alimentaciones de comburente y combustible son distintas, tiene por tanto dos papeles: el primero es asegurar la mezcla comburente/combustible, el segundo asegurar y mantener su combustión.
- 50 De nuevo el conducto de alimentación de comburente puede estar alimentado al 100% de comburente. Pero también puede no estar alimentado más que esencialmente, mayoritariamente o parcialmente de comburente, estando el resto constituido por ejemplo por combustible, o por cualquier otro gas participante o no en la combustión.
- 55 Se puede elegir así un conducto de alimentación de gas que desemboca en la zona de combustión que esté alimentado de una mezcla gaseosa comburente/combustible en proporciones modulables, y un conducto de alimentación que desemboca "detrás" del estabilizador como se ha explicado anteriormente que está alimentado mayoritariamente de comburente del tipo aire: esta llegada de comburente permite por una parte modificar la relación comburente/combustible en la zona de confinamiento, y por otra parte "enfriar" si fuese necesario las
- 60 paredes del estabilizador.
- Como se ha visto anteriormente, es preferible que se asocie a cada estabilizador, cuando hay varios, un conducto de alimentación que contiene combustible y que desemboque en esa zona de confinamiento. Por ejemplo, un solo conducto de alimentación que contiene comburente (típicamente, por ejemplo, 100% de aire para coger el funcionamiento más simple) puede "alimentar" varios estabilizadores adyacentes por un posicionamiento y una

configuración adaptada (si desemboca "entre" dos estabilizadores adyacentes por ejemplo, y/o si toma la forma de una rampa perforada o de un labio).

5 También se ha considerado en el marco de la invención elegir conductos de alimentación que transportan una mezcla de comburente/combustible, habiendo sido realizada la mezcla antes de la inyección en la cámara de combustión (otra variante es que un tipo de conducto transporte 100% de comburente o 100% de combustible, y otra una mezcla de comburente/combustible).

10 Sin embargo, elegir los conductos de alimentación de comburente y de combustible que estén separados es muy interesante industrialmente, por varias razones: Se evita una etapa previa de mezcla, haciéndose la mezcla in situ en la cámara de combustión. Se suprime cualquier riesgo de explosión de la mezcla en los conductos de alimentación del quemador. En el marco más específico a la invención de la utilización del estabilizador de llamas, se puede actuar por separado sobre las características del comburente y del combustible: Se puede ajustar independientemente uno de otro el caudal de aire y el caudal de gas, sus velocidades relativas. Ahora bien, en el modo de realización descrito anteriormente, son parámetros que van a permitir asegurar lo mejor posible la mezcla de los dos gases en la zona de confinamiento. Se podrá tener así gas combustible inyectado a gran velocidad en la zona de confinamiento, que va a encontrarse envuelta por una corriente de comburente del tipo aire de velocidad bastante menor por ejemplo. Eso crea un intercambio gaseoso controlable, por tanto una mezcla que se puede dominar y una combustión que se puede asegurar lo mejor posible entre los dos tipos de gas en esta zona.

20 Como se ha mencionado anteriormente, se puede favorecer un posicionamiento del(de los) estabilizador(es) de llama(s) respecto a la pared interna de la cámara de combustión de manera que fuerce a los gases quemados a bordear al menos una parte de esta pared, en particular según un recorrido aproximadamente en forma de un bucle. Por tanto se tiene interés en perfilar la pared interna para maximizar los recorridos de la corriente de gases quemados procedentes de la o de las zonas de confinamiento.

25 En el caso de un quemador adaptado para un medio de estiramiento de tipo hilera, con las convenciones descritas anteriormente, la geometría de la cavidad definida por las paredes de la cámara de combustión puede ser la siguiente:

- 30 • en corte horizontal, su sección puede ser aproximadamente de forma rectangular,
- en corte vertical, su sección puede ser convenientemente al menos parcialmente curva

35 Se puede tratar por ejemplo de la yuxtaposición de dos porciones de círculos de radios idénticos o, preferiblemente diferentes, sea directamente agregados o unidos uno a otro por líneas rectas. Hablando esta vez de volumen, puede tratarse por tanto de dos porciones de esfera unidas por una zona anular. Se puede hablar también de una envoltura prácticamente ovoide en volumen. Por supuesto se pueden prever numerosas variantes, inspirándose en ésta.

40 En el caso de un quemador adaptado para un medio de estiramiento de tipo plato de centrifugación, siempre con las mismas convenciones, la geometría de la cavidad de la cámara de combustión puede ser la siguiente:

- en corte horizontal, su sección puede ser prácticamente anular,
- en corte vertical, su sección puede ser del tipo descrito para el quemador asociado a una hilera.

45 La forma de la cavidad definida por la cámara de combustión puede además ser tal que fuerce la corriente de gases quemados a separarse en dos cerca del orificio de descompresión: una corriente se evacua por dicho orificio, mientras la otra continúa su recorrido, en particular en forma de bucle, en la cámara de combustión.

50 De acuerdo con la invención, el elemento estabilizador de llamas (o al menos uno de ellos si hay varios), está a la vez cerca de la pared interna de la cámara de combustión y del orificio de descompresión. Se puede entonces forzar los gases quemados a circular de una a otra bordeando la pared de la cámara, eligiendo el recorrido más largo para llegar a ello.

Convenientemente, para facilitar esta circulación, lo esencial, incluso la totalidad, de la forma de la pared interna de la cámara es curva (según un plano "vertical" en el sentido de la invención).

55 De acuerdo con la invención, se interpone un deflector entre el estabilizador de llamas y el orificio de descompresión, deflector detrás del cual desemboca preferiblemente el conducto de alimentación de comburente. Ese deflector puede desempeñar al menos una de las funciones siguientes:

- 60 • impedir que gases quemados procedentes de la zona de confinamiento puedan ser evacuados apenas salidos de esta zona por el orificio de descompresión, lo que asegura que van a hacer bien un trayecto mucho más largo en la cámara antes de ser evacuados.

- guiar al comburente (aire) en dirección del estabilizador de llamas, para evitar cualquier riesgo de que ese comburente pueda consumirse en el orificio de entrada.

5 Ese deflector puede ser un elemento adicional, o formar parte integrante de la pared interna de la cámara de combustión por un perfil apropiado. Preferiblemente, el orificio de descompresión de la cámara de combustión desemboca sobre una cámara de post-combustión opcional. Esta cámara se termina preferiblemente por un labio que se sitúa en la extremidad de una zona de estrechamiento. Se puede después ajustar el tamaño y la forma de la sección de este labio, así como su inclinación, en función de las necesidades.

10 Convenientemente, la pared de la cámara de combustión es de hecho una doble pared. Se puede hacer circular en ella, al menos en una parte esencial de ésta, el comburente (generalmente aire) que va a alimentar al quemador antes de que sea inyectado en la cámara de combustión: se favorecen así intercambios térmicos entre este gas y la cámara, permitiendo en particular precalentar éste. También se puede prever dotar a la cámara de combustión de medios de enfriamiento exteriores. Se puede tratar por ejemplo de un sistema de caja de agua.

15 La pared interna, e incluso preferiblemente el conjunto de la doble pared cuando hay una, de la cámara de combustión es convenientemente esencialmente metálica: un quemador cuya cámara de combustión es metálica, por ejemplo de acero, tiene una mayor duración de vida, y más fácil de mantenimiento y es más ligero que un quemador tradicional que utiliza muchos materiales refractarios del tipo silico-arcilloso.

20 Se pueden utilizar los quemadores de acuerdo con la invención en procedimientos variados de formación de fibra. En el caso del procedimiento de formación de fibra llamado interno, se utiliza un centrifugador cuya banda periférica está perforada con orificios y en el cual se vierte el material reducible a fibras. De manera preferida, el material reducible a fibras se vierte en primer lugar en un cesto perforado con orificios y que gira a la misma velocidad que el centrifugador, permitiendo dichos orificios alimentar la banda periférica del centrifugador. Este centrifugador está asociado, para estirar los conos de material en fusión que sale de dichos orificios, a un sistema de quemadores anulares que proyectan gas a alta velocidad y alta temperatura, como se ha descrito en las patentes citadas en el preámbulo. En ese caso, se puede por tanto asociar una pluralidad de quemadores de acuerdo con la invención, de manera que estén dispuestos concéntricamente alrededor de la máquina de formación de fibra del tipo centrifugador.

30 En el caso de un procedimiento de formación de fibra con un estiramiento a partir de una hilera, se puede utilizar un quemador de acuerdo con la invención, o varios dispuestos de manera lineal, para asegurar el estiramiento gaseoso de las fibras en salida de hilera.

35 En el caso de un procedimiento de formación de fibra que utiliza un plato de centrifugación o un rotor alimentado de vidrio fundido, se utiliza un quemador de acuerdo con la invención que es globalmente anular.

40 La cámara de combustión puede desembocar sobre una cámara llamada de post-combustión. En esta cámara de post-combustión se puede realizar una combustión complementaria que puede ser debida a la combustión de combustible en exceso procedente de la cámara de combustión. También puede ser provocada llevando a la cámara de post-combustión por un conducto apropiado una cierta cantidad de combustible.

45 La invención se detallará a continuación por medio de un ejemplo de realización no limitativo, con las figuras siguientes:

- figura 1: un plano visto en sección vertical de un quemador anular de acuerdo con la invención,
- figura 2: un plano visto en sección horizontal del quemador de acuerdo con la figura 1,
- figura 3: un plano visto en sección del estabilizador de llamas utilizado en la cámara de combustión del quemador de acuerdo con las figuras 1 y 2.
- 50 • figura 4: representación de varios estabilizadores, uno al lado de otro, en un quemador de tipo lineal.
- - figuras 5a, 5b: representación muy esquemática de un centrifugador susceptible de utilizar el quemador anular de acuerdo con las figuras 1 a 3.

55 Esas figuras son esquemáticas, y no estrictamente a escala para facilitar la lectura de ellas. La figura 1 representa por tanto un quemador en su conjunto de acuerdo con la invención, en sección transversal, según un plano vertical. El quemador se encuentra en posición de formación de fibra, alrededor de un plato de centrifugación de eje de rotación vertical, y que no está representado. Esta figura no es más que una semi-sección (teniendo el quemador una simetría de revolución alrededor de un eje vertical).

60 La cámara de combustión 1 está definida por la pared 2, que define una sección de forma ovoide. Como se comprenderá mejor a la vista de la figura 3, que representa una sección parcial del conjunto del quemador según un plano horizontal, la forma general de la cámara de combustión es anular. Este quemador está en efecto destinado a

5 ser colocado alrededor de un plato de centrifugación de lana mineral, con el fin de generar una lámina anular de gas caliente que participa en el estiramiento de los filamentos que salen del plato. Esta cámara está dotada de un orificio de descompresión 3 que desemboca en una cámara de post-combustión 4 también de forma anular. En su  
 10 extremidad esta cámara se estrecha y se termina por un labio anular 5. Se prevé una alimentación de aire, que desemboca por un conducto 6 en la cámara de combustión 1 después de haber circulado en la doble pared de dicha cámara para un precalentamiento (doble pared no representada). Esta corriente de aire está guiada, por medio de un deflector 7, hacia un estabilizador de llamas 8 representado en la figura 2. Ese estabilizador es una pieza curva y metálica, dispuesta muy cerca de la pared interna de la cámara de combustión 1. A la figura 4 se le ve en sección: el  
 15 aire procedente del conducto 6 llega detrás de ese estabilizador y la envoltura, rodeándolo. Ese estabilizador 8 comprende dos paredes 8a y 8b prácticamente enfrente y unidas en una de sus extremidades por un fondo 8c curvado para constituir una zona semi-abierta de abertura 8d opuesta al fondo 8c. Este estabilizador 8 define entre las paredes y en el interior de la zona semi-abierta una parte de una zona de confinamiento en la que se realiza la combustión, representada en las figuras 2 y 4 por un color grisáceo. El gas combustible se inyecta por el orificio de salida o extremidad 9 de un conducto 13 de alimentación. Esta extremidad 9 está dispuesta en el interior de la zona  
 20 semi-abierta del estabilizador, cerca del fondo 8c, y/o en la delantera del estabilizador y de manera descentrada respecto al eje de simetría del estabilizador. La inyección se hace así de manera que el gas se encuentra proyectado hacia las paredes 8a y 8b y contra el fondo del estabilizador, y después debe volver hacia la delantera del estabilizador bordeando las paredes. Ese recorrido permite así una mezcla óptima del gas con el aire para garantizar una combustión total. Además, esta proyección contra las paredes del estabilizador permite un enfriamiento suplementario de dicho estabilizador.

25 Una parte del aire va a encontrarse atrapada en la zona de confinamiento 10 y mezclarse con el gas combustible para realizar la combustión propiamente dicha. En la zona de confinamiento se ve en la figura 2 que se crean dos núcleos de recirculación 11 y 12 de gas simbolizados por las flechas. La combustión está centrada esencialmente en la zona 13, que es la frontera entre los dos núcleos de recirculación 11 y 12.

30 Para una temperatura estándar de gas de estiramiento, por ejemplo hacia 1400 a 1600°C, se preferirá inyectar el gas por la vía de la extremidad 9 situada en la parte delantera del estabilizador más bien que cerca del fondo del estabilizador para una temperatura más fría, del orden de 1200°C. Así, el recorrido realizado por el gas hasta las paredes y fondo del estabilizador y su regreso más allá de la abertura del estabilizador se prolonga y se garantiza su perfecta mezcla con el aire para permitir una combustión total.

35 El gas quemado procedente de la combustión se evacua después, según un eje A, que es un eje de simetría del estabilizador 8 en el plano de la sección representada en la figura 2. Si se hace referencia de nuevo a la figura 1, ese gas quemado, por la forma del estabilizador 8 va por tanto a ser forzado a bordear la pared de la cámara de combustión 1 según un recorrido en bucle simbolizado por una flecha. La forma de la pared cerca del orificio de descompresión 3 es tal que fuerza esa corriente a separarse en dos cerca de este orificio: una parte de la corriente sigue "regresando" a la cámara de combustión, mientras que el resto de la corriente se encuentra evacuada por este orificio 3. Por tanto la forma de la cámara de combustión permite controlar esa división de corriente, creando una  
 40 pérdida de carga justo antes del orificio de descompresión 3.

45 Antes de que el aire se introduzca en la cámara de combustión 1 por la vía del conducto 6, él circula en la doble pared de la cámara de combustión (no representada) para un intercambio térmico con el gas circulante en la cámara.

50 La figura 3 permite visualizar la cámara de combustión del quemador, en sección horizontal: se tiene una forma anular, con una pluralidad de estabilizadores 8 distanciados regularmente unos de otros, concéntricamente y dispuestos de manera que sus zonas de confinamiento se vuelvan al "exterior" del anillo (es decir, en dirección opuesta a su centro virtual). Los estabilizadores están en este ejemplo organizados en dos filas concéntricas. En cada fila, los estabilizadores están distanciados regularmente unos de otros. De una fila a otra están desplazados, al tresbolillo: ese paso de desplazamiento permite que las llegadas de aire puedan alimentar de aire y enfriar de manera apropiada los estabilizadores de las dos filas a la vez. Cada estabilizador está fijo en la cámara de combustión por medios mecánicos que permiten ajustar su posicionamiento, y en particular hacerlo pivotar con el fin de orientar de diferentes maneras el flujo de gases quemados que salen de su zona de confinamiento (pivotamiento  
 55 en particular respecto a un eje radial del anillo que forma la cámara de combustión que pasa por el estabilizador en cuestión).

60 En ese caso de la figura 3, cada estabilizador está dispuesto de manera que el flujo de gas se escapa en una dirección prácticamente radial, hacia el "exterior" del anillo. También se pueden "inclinarse" los estabilizadores, particularmente todos un mismo ángulo respecto al eje radial mencionado anteriormente, lo que permite obtener en salida de quemador un chorro de gas tangencial.

Cada uno de los estabilizadores está dotado, como se ha descrito anteriormente, de una llegada de combustible al 100%. En cambio, en lo que respecta a la llegada del comburente (aire), se puede hacer de modo que un conducto

de alimentación proyecte aire contra varios estabilizadores a la vez. Se tiene así una lámina de aire generada por un conducto de forma apropiada, que es capaz de alimentar de comburente al menos dos estabilizadores a la vez, de una misma fila y/o dispuestos uno detrás de otro en dos filas diferentes: las llegadas de aire están así previstas para la primera fila de estabilizadores (la más próxima al centro virtual del anillo), llegando también a la segunda fila el exceso de aire que ellas proyectan. La distancia entre dos estabilizadores adyacentes de una misma fila está estudiada de manera que las corrientes de gases quemados que se escapan se junten muy rápidamente, justamente "después" de sus zonas de confinamiento respectivas. Para más claridad, eso se ilustra por medio de la figura 4 (donde los estabilizadores, por comodidad, están representados en línea, pero la situación es similar cuando están dispuestos concéntricamente): se ve en ella el aire simbolizado por las flechas que llega a golpear los estabilizadores adyacentes, y las corrientes de gases quemados procedentes de cada uno de ellos que llegan a mezclarse en una sola capa de gas continuo en la salida de zona de confinamiento.

La cámara de combustión 1 está dotada de una caja de agua. La cámara es metálica, igual que el estabilizador. Se puede "permitirse" tener un estabilizador metálico en la medida en que, cuando el quemador funciona, su pared exterior está en permanente contacto con el aire relativamente "fresco" procedente del conducto 6.

También se puede "permitirse" una cámara de combustión metálica, a partir del momento en que se ha organizado un sistema de intercambio térmico con el aire de alimentación asociado eventualmente a un sistema de enfriamiento de agua (u otro sistema equivalente). Una estructura metálica es una gran ventaja en términos de durabilidad, de débil obstrucción y de coste de fabricación moderado. Respecto a los quemadores de combustión interna convencionales utilizados en el ámbito de formación de fibra, ese tipo de quemador es en funcionamiento mucho más flexible.

Como hay llegadas de aire y de gas combustible separados, se tiene un nivel de seguridad muy elevado.

Ese quemador tiene también una inercia pequeña, y garantiza una respuesta rápida durante el ajuste de los caudales de aire y de combustible. Esos ajustes son fáciles de hacer.

Permite alcanzar una gama muy amplia de temperaturas de gas en salida del quemador, de 200 a 1600°C. Es por tanto un quemador particularmente interesante para obtener gases relativamente "fríos", sin riesgo, contrariamente a los quemadores convencionales, de separación de la llama por dilución excesiva: la llama, en una gran gama de relaciones aire/combustible, es capaz de mantenerse en la zona de confinamiento del estabilizador.

Con un tal quemador, el chorro de gas saliente tiene una estabilidad notable.

Su rendimiento energético/térmico también es bueno. Mejora aún cuando se utiliza el sistema de doble pared que funciona como un intercambiador térmico eficaz.

La estructura del quemador permite así modificaciones relativamente fáciles de hacer. Por tanto se puede modificar el perfil del labio 5 y de la cámara de post-combustión 4, en particular para obtener un chorro de gas en salida con ángulo de inclinación variable.

Este quemador abre nuevas perspectivas en la formación de fibra, muy particularmente la formación de fibra llamada "interna" que utiliza un centrifugador descrito en las patentes citadas anteriormente. Como se representa muy esquemáticamente en la figura 5, se tiene un centrifugador 50 alimentado en su centro de vidrio fundido 56, y provisto de una banda periférica 51 perforada con orificios 52 repartidos en filas. El material reducible a fibras se vierte a través de un eje hueco en un cesto 57 que está enlazado mecánicamente al centrifugador. El mismo cesto 57 está dotado de orificios, desde donde es eyectado el material reducible a fibras hacia la banda periférica 51 cuando el centrifugador 50 y su cesto 57 se ponen en rotación. La zona 53 de la banda periférica presenta un parapeto y se denomina a veces con la expresión "punto caliente", porque es ahí donde el centrifugador está más caliente.

El centrifugador 50 está dotado del quemador anular de acuerdo con la invención, que emite gases que van a estirar los hilos cónicos del vidrio fundido que salen de los orificios 52 cuando el centrifugador 50 está puesto en rotación alrededor de su eje vertical. No se entra en el detalle de los otros elementos de la instalación de formación de fibra, que por otra parte son conocidos, (en particular la corona de soplado 54 y el anillo de inducción magnética 55).

Respecto a un funcionamiento estándar, el quemador de acuerdo con la invención permite tener mucha más flexibilidad en los parámetros de ajuste de formación de fibra por el centrifugador. Se trata en particular de la zona de temperatura de formación de fibra, de la eficacia del estiramiento gaseoso (caudal, temperatura de los gases procedentes del quemador...), de la velocidad de rotación del centrifugador o también de la composición del material vitrificable reducible a fibra.



Así, en comparación con un funcionamiento estándar, se puede elegir ahora una temperatura de gas en salida del quemador claramente más baja que de costumbre, puesto que este quemador específico lo permite, aunque conservando una velocidad de eyección elevada ( $>100\text{m/s}$ ): en vez de tener una temperatura de gas de al menos  $1400^{\circ}\text{C}$ , se puede tener una temperatura de gas de a lo sumo  $1300^{\circ}\text{C}$ , en particular inferior a  $1280^{\circ}\text{C}$ , preferiblemente comprendida entre  $1100$  y  $1250^{\circ}\text{C}$ . De este modo los gases de estiramiento pueden estar "más fríos". Paralelamente se puede controlar la viscosidad del material vitrificable en fusión en salida del centrifugador, en el punto caliente de éste (zona 53) (punto donde la viscosidad es la más baja) hacia valores hasta cerca de  $100\text{ Pa.s}$ , por ejemplo comprendidos entre  $50$  y  $200\text{ Pa.s}$ , aunque se tienen generalmente valores claramente más elevados, del orden de  $300\text{ Pa.s}$ , en el punto de baja viscosidad: concretamente, se tiene por tanto durante el estiramiento un vidrio fundido menos viscoso, más fluido y por consiguiente más fácil de estirar.

Entre los vidrios preferidos que se pueden reducir a fibras por centrifugación interna con el quemador de acuerdo con la invención, se pueden citar vidrios de tipo boro-silico-sodo-cálcico, cuyas propiedades típicas son:

- temperatura correspondiente a una viscosidad en  $\text{Pa.s}$  de  $100$  (Tlog 3) comprendida entre aproximadamente  $1020$  y  $1100^{\circ}\text{C}$ , en particular entre  $1050^{\circ}$  y  $1080^{\circ}\text{C}$
- temperatura de líquidus ( $T_{\text{liquidus}}$ ) comprendida entre  $900^{\circ}\text{C}$  y  $950^{\circ}\text{C}$

Por ejemplo, con ese tipo de vidrio se tiene preferiblemente una temperatura en el punto caliente de a lo sumo  $1200^{\circ}\text{C}$ , en particular una temperatura comprendida entre  $950$  y  $1150^{\circ}\text{C}$ , en particular cerca de  $1050^{\circ}\text{C}$ . Con relación a las condiciones estándar de formación de fibra, se tiene una diferencia de temperatura menor entre la temperatura del vidrio en el punto caliente y la temperatura de los gases de estiramiento en salida de quemador, en particular una diferencia de aproximadamente  $100$  a  $200^{\circ}\text{C}$  solamente.

Convenientemente, la diferencia de temperatura entre el punto caliente del centrifugador y la parte inferior de la banda periférica (a saber, la fila de orificios más baja) es de aproximadamente  $40$  a  $80^{\circ}\text{C}$ .

Es de señalar que para mantener el régimen permanente del centrifugador, a viscosidad más baja, y al mismo caudal de alimentación del centrifugador (sin ruptura de alimentación de la reserva de vidrio antes del centrifugador), es posible ajustar al menos uno de los otros parámetros siguientes: disminuir el diámetro de los agujeros de la banda periférica del centrifugador (por ejemplo hasta  $0,1$  a  $0,3\text{ mm}$ ) y/o aumentar su número y/o ajustar la velocidad de rotación de dicho centrifugador.

Este modo nuevo de funcionamiento tiene de hecho dos impactos muy interesantes sobre la calidad de las fibras obtenidas. En primer lugar, el histograma de los tamaños de las fibras obtenidas (tamaño valorado en particular por su micronaire, de manera conocida, y/o por su diámetro medio) es más estrecho alrededor de un valor medio: el histograma tiene esquemáticamente la forma de una gaussiana más estrecha, con una desviación típica más débil, en particular prácticamente igual a la mitad del diámetro medio. Por ejemplo, se puede tener una desviación típica del orden de  $2$  micrómetros para un diámetro medio de fibra de  $4$  micrómetros (mientras que la desviación típica es más bien de  $3$  ó  $4$  para un mismo diámetro medio con un quemador estándar, por otra parte todas las cosas iguales). Por otro lado, se ha señalado que las fibras parecen más suaves al tacto, lo que es más agradable para el operador que instala la lana de aislamiento y para el usuario final.

De acuerdo con una segunda aproximación, también se puede mantener una temperatura de gas de estiramiento estándar, por ejemplo hacia  $1400$  a  $1600^{\circ}\text{C}$ , pero modificar/aumentar el caudal de gas liberado por el quemador. El quemador de acuerdo con la invención puede en efecto ser claramente más potente que un quemador convencional: Se puede cuantificar esta potencia, en particular por la cantidad de combustible del tipo metano que consume por unidad de tiempo. Un quemador convencional anular de diámetro  $200\text{ mm}$  tiene una potencia así medida de aproximadamente  $15$  a  $20\text{ m}^3/\text{hora}$ , o sea  $0,75$  a  $1\text{ m}^3$  de gas/hora y por  $\text{mm}$  de diámetro de centrifugador. El quemador de acuerdo con la invención puede alcanzar potencias de al menos  $25$ ,  $30$ ,  $35$  o incluso  $40\text{ m}^3/\text{hora}$ , o sea potencias de al menos  $1,25$ , en particular de al menos  $1,5$ , o  $1,75$  o incluso  $2\text{ m}^3$  de gas/ hora y por  $\text{mm}$  de diámetro de centrifugador.

Paralelamente, la potencia del quemador se puede cuantificar también por el caudal de gas liberado que, en este ámbito técnico, se expresa frecuentemente por la medida de una presión en salida de quemador (que se puede medir fácilmente relativamente por un tubo Pitot), asociada a la anchura del labio del quemador. Aquí se pueden alcanzar presiones de al menos  $6000\text{ Pa}$  a  $10000\text{ Pa}$  ( $600$  a  $1000\text{ mm}$  de columna de agua), para una anchura de labio comprendida por ejemplo entre  $5$  y  $10\text{ mm}$ , mientras que las presiones obtenidas con quemadores convencionales son más bien del orden de  $4000\text{ Pa}$  a  $5000\text{ Pa}$  ( $400$  a  $500\text{ mm}$  de columna de agua). Para evitar que con tales caudales de gas las fibras una vez eyectadas del centrifugador no lleguen a plegarse sobre el centrifugador y/o unas sobre otras de una fila a otra de orificios, se va a modificar/aumentar en paralelo la velocidad de rotación del centrifugador.

5 La ventaja de este modo de funcionamiento con alto caudal de gas es que se puede aumentar la capacidad de estiramiento del centrifugador: aumentando el estirado por agujero, es decir, el número de kg reducidos a fibra por orificio de centrifugador y por día, se puede aumentar globalmente el estirado del centrifugador. En particular se pueden alcanzar estirados de al menos 1,2 a 1,5 kg/agujero/día, aunque conservando dimensiones de fibra medias interesantes, en particular correspondientes a un índice de finura expresado por un micronaire de 3 para 5 gramos.

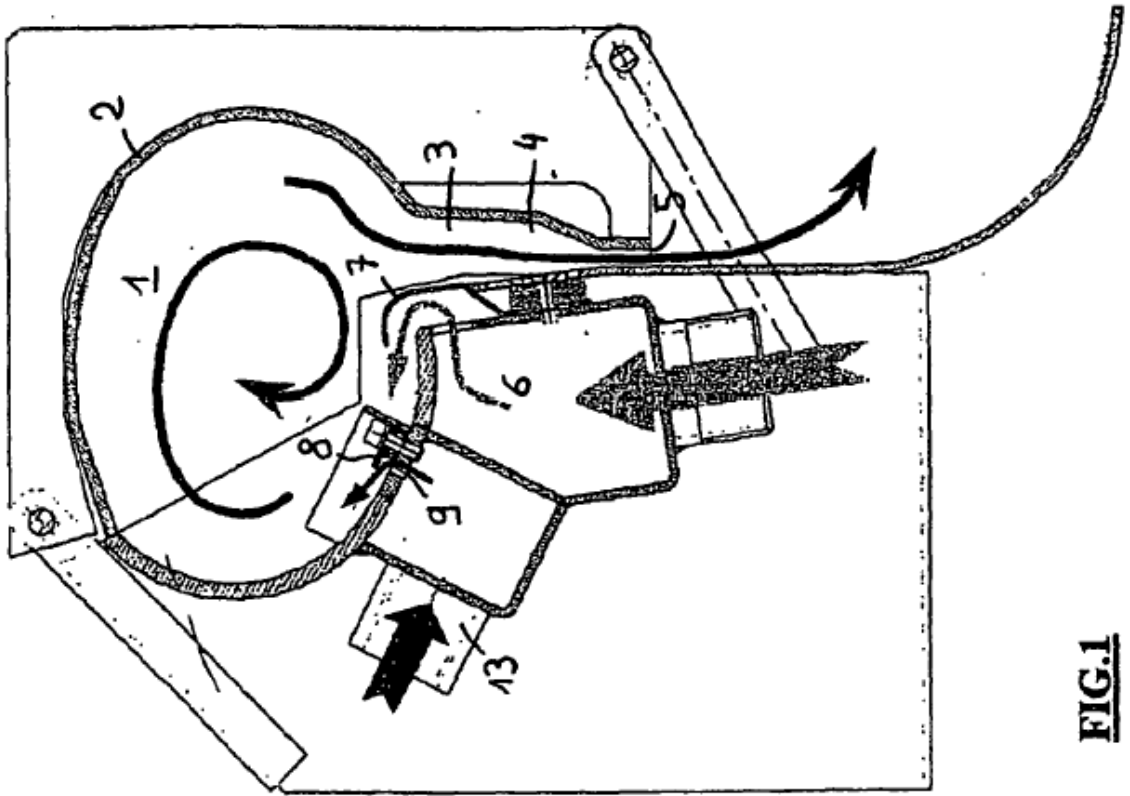
10 Estos dos modos de funcionamiento se mencionan como ilustración, y el quemador de acuerdo con la invención permite seleccionar parámetros diferentes de formación de fibra, hacer cualquier compromiso entre interés en productividad, facilidad de formación de fibra y calidad de la lana mineral obtenida.

## REIVINDICACIONES

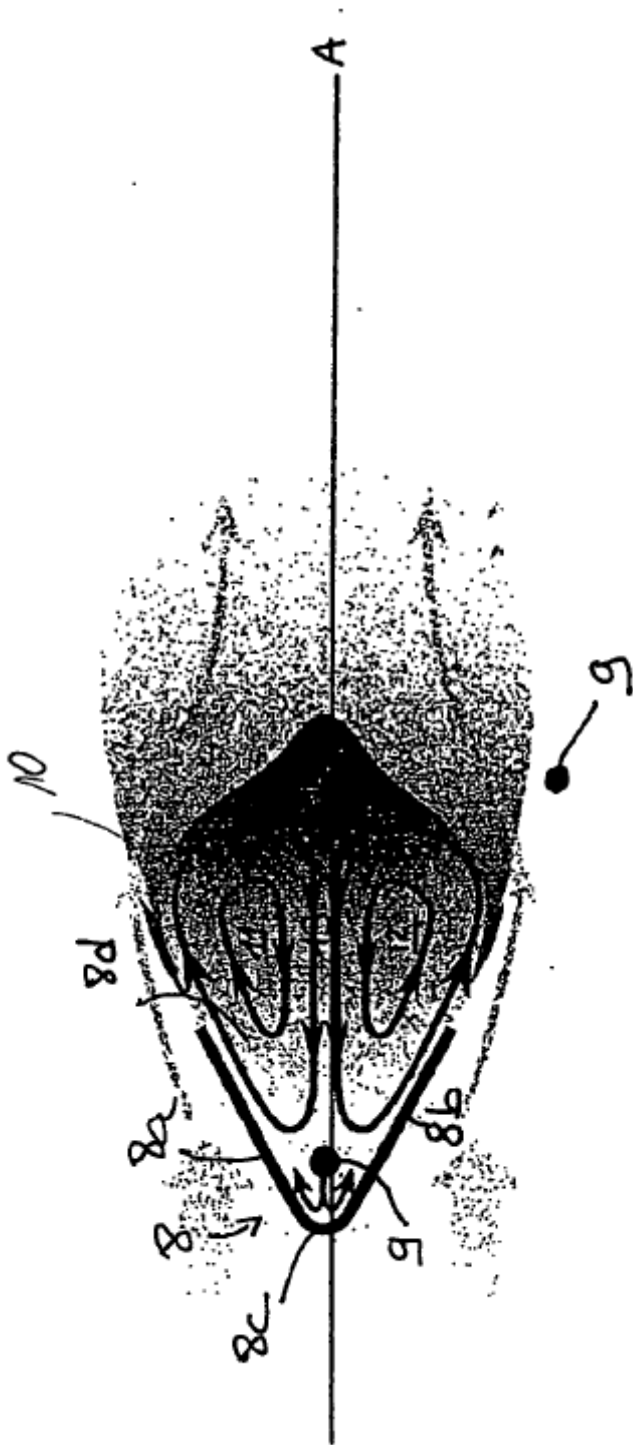
- 5 1. Quemador de combustión interna, en particular para el estiramiento de fibras minerales, que comprende una cámara de combustión (1) en la que desemboca(n) al menos un conducto de alimentación (6,13) de combustible(s) y de comburente(s), y dotada de un orificio de descompresión (3), estando la cámara de combustión dotada de al menos un elemento estabilizador de llama (8) situado cerca de la pared interna de la cámara de combustión y del orificio de descompresión, estando **caracterizado** dicho quemador **porque** el elemento estabilizador de llama (8) comprende dos paredes sólidas (8a, 8b) prácticamente enfrente y unidas en una de sus extremidades por un fondo sólido (8c) de manera que se constituye una zona semi-abierta de abertura (8d) opuesta al fondo (8c), creándose una zona de confinamiento entre las paredes (8a, 8b) y cerca de la abertura (8d), y en la que se realiza al menos una parte de la combustión entre comburente(s) y combustible(s),  
10 **y porque** se interpone un elemento deflector (7) entre el estabilizador de llama (8) y el orificio de descompresión (3), deflector detrás del cual desemboca preferiblemente el conducto de alimentación de comburente (6).
- 15 2. Quemador de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mayor parte, en particular lo esencial, de la combustión entre comburente(s) y combustible(s) se realiza en la(s) zona(s) de confinamiento creada(s) por el(los) elemento(s) estabilizador(es) de llama.
- 20 3. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la cámara de combustión (1) contiene una pluralidad de elementos estabilizadores de llama (8).
- 25 4. Quemador de acuerdo una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la cámara de combustión (1) comprende según un plano horizontal al menos dos elementos estabilizadores (8), en particular al menos 5 ó 10, preferiblemente dispuestos unos al lado de otros con un distanciamiento regular entre dos elementos estabilizadores adyacentes.
- 30 5. Quemador de acuerdo con la reivindicación 4 **caracterizado porque** la sección horizontal de la cámara de combustión (1) es, o de tipo paralelogramo con una pluralidad de estabilizadores dispuestos prácticamente en línea, o de tipo anular con una pluralidad de estabilizadores (8) dispuestos concéntricamente.
- 35 6. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la sección vertical de la cámara de combustión (1) es al menos parcialmente curva, y presenta un elemento estabilizador (8), o varios elementos estabilizadores dispuestos según planos distintos.
- 40 7. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el(los) elemento(s) de llama (8) es(son) mayoritariamente, en particular esencialmente, metálico(s).
- 45 8. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el elemento estabilizador de llama (8), o al menos uno de ellos si hay varios, tiene una geometría que presenta una simetría según un plano y/o una simetría axial, y en particular dos simetrías según dos planos perpendiculares uno al otro.
- 50 9. Quemador de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** el elemento estabilizador de llama (8), o al menos uno de ellos si hay varios, tiene su proyección perpendicular a uno de sus planos de simetría bajo la forma aproximada de una U o de una V.
- 55 10. Quemador de acuerdo con la reivindicación 8 o la reivindicación 9, **caracterizado porque** el elemento estabilizador de llama (8), o al menos uno de ellos si hay varios, tiene su proyección perpendicular a uno de sus planos de simetría bajo la forma aproximada de un triángulo, preferiblemente con esquinas redondeadas, en particular prácticamente isósceles.
- 60 11. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** un conducto de alimentación (13) alimentado de gas que comprende uno(varios) combustible(s) desemboca por un orificio de salida (9) en la zona de confinamiento del o de al menos uno de los elemento(s) estabilizador(es) de llama (8).
12. Quemador de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el orificio de salida (9) está dispuesto entre las paredes (8a, 8b) y cerca del fondo (8c) del estabilizador y/o situado en la parte delantera del estabilizador y de manera descentrada respecto a su eje de simetría, estando dirigido el flujo de gas hacia las paredes del estabilizador.
13. Quemador de acuerdo con la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado porque** el conducto de alimentación (13) que desemboca en la zona de confinamiento está alimentado mayoritariamente, o esencialmente o totalmente de combustible.

- 5 14. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el(los) conducto(s) de alimentación (6) de gas que comprende comburente(s) desemboca(n) en la cámara de combustión (1) con el fin de proteger dicho(s) comburente(s) al lado de las paredes del elemento estabilizador de llama (8) opuesto al lado que se encuentra en contacto directo con su zona de confinamiento.
- 10 15. Quemador de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** el conducto de alimentación (6) que desemboca en la cámara de combustión (1) con el fin de proteger el comburente al lado de las paredes del elemento estabilizador (8) opuesto al lado que se encuentra en contacto directo con la zona de confinamiento está alimentado mayoritariamente, en particular esencialmente, preferiblemente al 100% por un comburente del tipo aire.
- 15 16. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los conductos de alimentación (6) de comburente y los conductos de alimentación de combustible (13) son distintos.
- 20 17. Quemador de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el(los) conducto(s) de alimentación de comburente(s) (6) y el(los) conducto(s) de alimentación de combustible(s) (13) desembocan en la cámara de combustión (1) cerca del(de los) elemento(s) estabilizador(es) de llama (8) para que la(s) zona(s) de confinamiento de dicho(s) elemento(s) estabilizador(es) sean a la vez zonas de mezcla entre comburente(s) y combustible(s) y zonas de combustión.
- 25 18. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la mezcla entre comburente(s) y combustible(s) se hace en la cámara de combustión (1).
- 30 19. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la posición del(de los) elemento(s) estabilizador(es) de llama (8) respecto a la pared interna de la cámara de combustión (1) fuerza los gases quemados a bordear al menos una parte de dicha pared interna, en particular según un recorrido que tiene aproximadamente la forma de un bucle.
- 35 20. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la pared interna de la cámara de combustión (1) está perfilada con el fin de maximizar el recorrido de los gases quemados procedentes de la o de las zona(s) de confinamiento del(de los) estabilizador(es) de llama (8).
- 40 21. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la pared interna de la cámara de combustión (1) está perfilada con el fin de forzar la corriente de gases quemados procedente de la zona de confinamiento del estabilizador de llama (8) a separarse en dos cerca del orificio de descompresión (3), siendo evacuada una corriente por dicho orificio y la otra continuando su recorrido, en particular en forma de bucle, en la cámara de combustión (1).
- 45 22. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el orificio de descompresión (3) desemboca sobre una cámara de post-combustión (4) que se termina preferiblemente por un labio (5) que se sitúa en la extremidad de una zona de estrechamiento de dicha cámara de post-combustión (4).
- 50 23. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la pared de la cámara de combustión (1) es una doble pared en la que circula el comburente, en particular aire, antes de desembocar por un conducto de alimentación en el interior de dicha cámara.
- 55 24. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la pared interna de la cámara de combustión (1) es esencialmente metálica.
- 60 25. Quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la cámara de combustión está dotada de medios de enfriamiento exteriores.
26. Procedimiento de formación de fibras minerales en el que se estiran las fibras por corrientes gaseosas emitidas por medio de al menos un quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, eventualmente en combinación con medios de centrifugación o medios de estiramiento de tipo hilera.
27. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, **caracterizado porque** se utiliza como máquina de formación de fibra un centrifugador (50) dotado de un quemador anular y **porque** se elige la temperatura de los gases en salida de quemador a una temperatura inferior a 1300°C, en particular inferior a 1280°C, preferiblemente comprendida entre 1100°C y 1250°C.
28. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación precedente, **caracterizado porque** se elige la viscosidad del material vitrificable en fusión en salida de centrifugador (50) en el punto caliente (53) de éste entre 50 y 200 Pa.s, en particular próxima a 100 Pa.s

- 5 29. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 27 o la reivindicación 28, **caracterizado porque** se elige la temperatura del material vitrificable en fusión, en salida de centrifugador en el punto caliente de éste, de a lo sumo 1200°C, en particular una temperatura comprendida entre 950 y 1150°C, para un vidrio de tipo boro-silico-sodo-cálcico que tiene una temperatura Tlog3 comprendida entre 1040 y 1080°C y una temperatura T líquido comprendida entre 900°C y 950°C.
- 10 30. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizado porque** se utiliza como máquina de formación de fibra un centrifugador (50) dotado de un quemador anular y **porque** dicho quemador anular tiene una potencia específica, definida como la cantidad de combustible de tipo metano consumida por unidad de tiempo y de diámetro de centrifugador, de al menos 1,25, en particular de al menos 1,5, 1,75 o 2 m<sup>3</sup> de gas por hora y por mm de diámetro de centrifugador.
- 15 31. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizado porque** dicha máquina de formación de fibra es un centrifugador (50) dotado de un quemador anular y **porque** los gases en salida de quemador tienen un caudal elevado, con una presión de al menos 600 mm de columna de agua, o de al menos 800 a 1000 mm de columna de agua, para una anchura de labio de quemador comprendida en particular entre 5 y 10 mm.
- 20 32. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 27, **caracterizado porque** se obtienen fibras de micronaire de aproximadamente 3 para 5 gramos con un caudal de al menos kghora/agujero de la banda periférica (5) del centrifugador (50).
- 25 33. Utilización del quemador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25 y en combinación con un centrifugador (50) asociado a un cesto (57) para fabricar de acuerdo con el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 26 a 32 lana mineral que presenta una distribución de diámetro de fibra tal que la desviación típica de esta distribución es prácticamente igual a la mitad del diámetro medio, en particular de aproximadamente 2 micrómetros para un diámetro medio de aproximadamente 4 micrómetros.



**FIG.1**



**FIG.2**

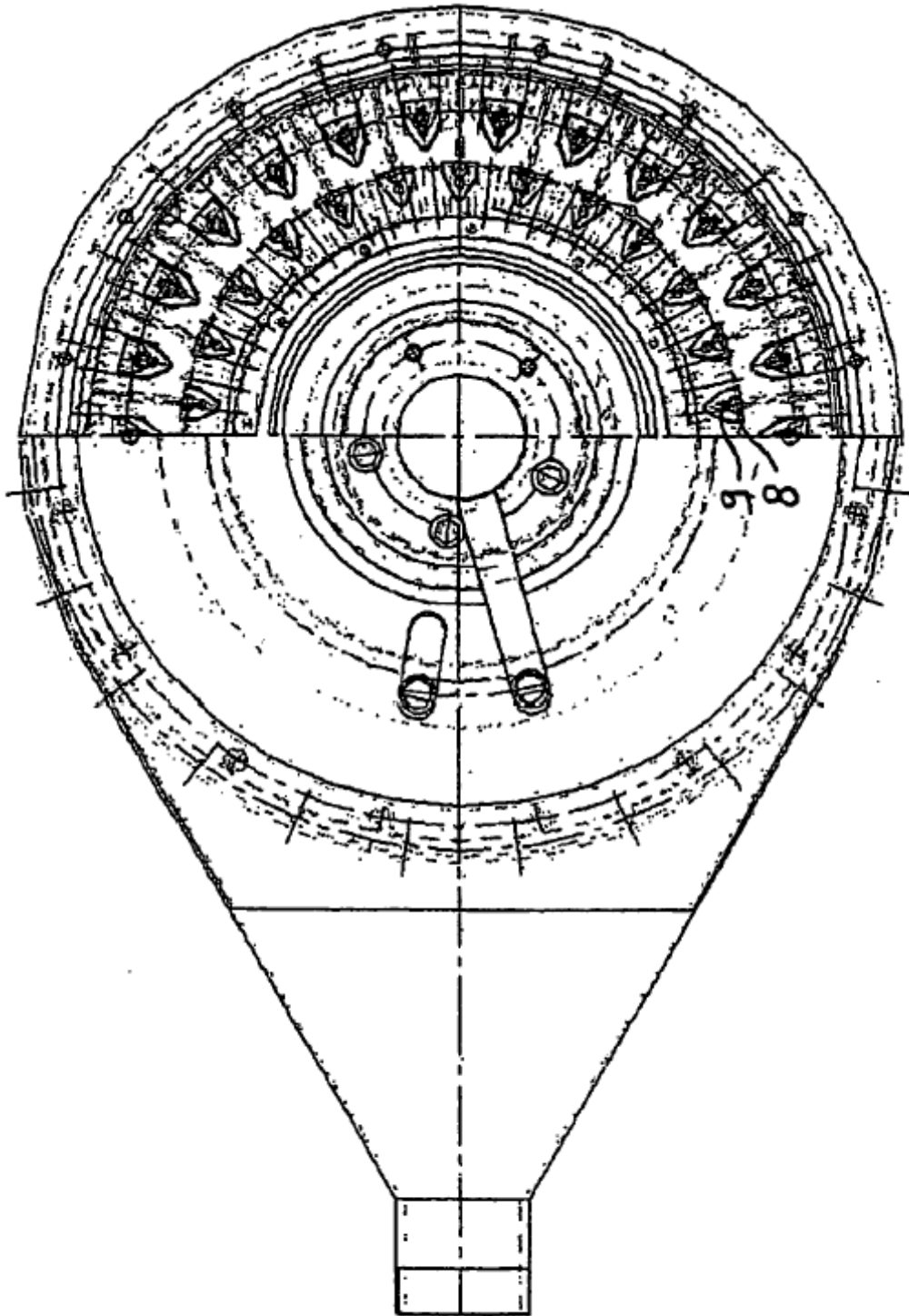
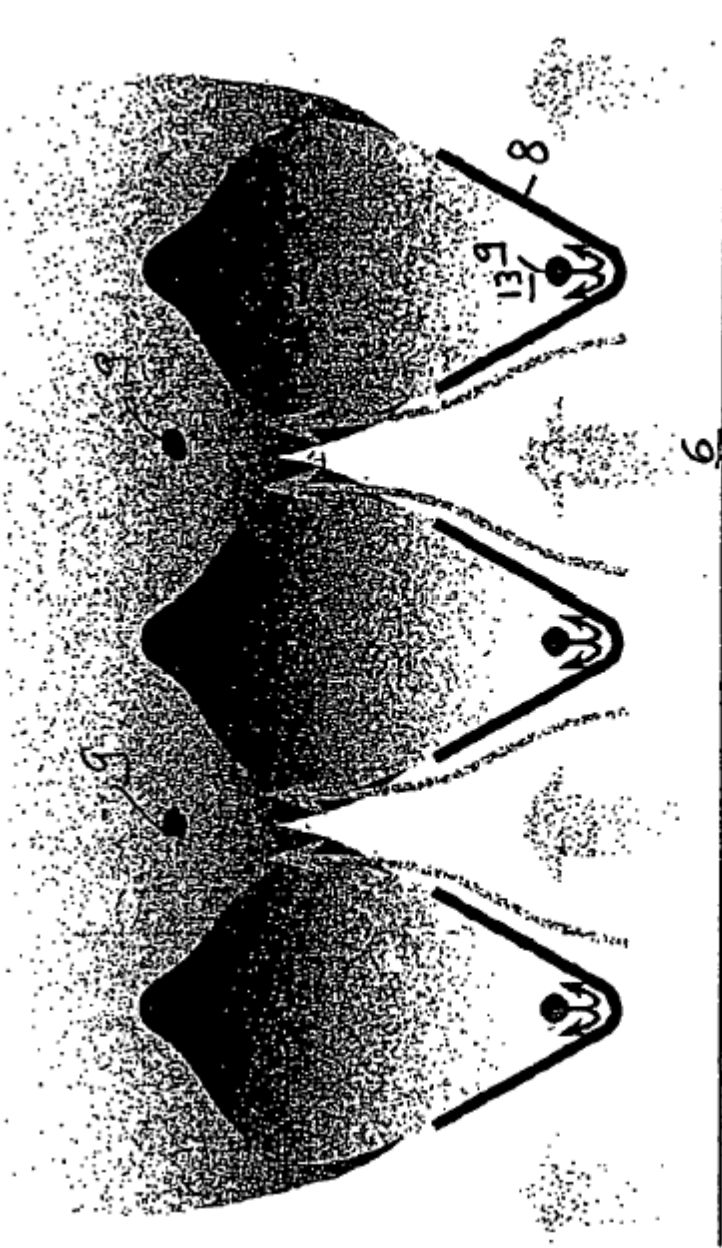


FIG. 3





**FIG.4**

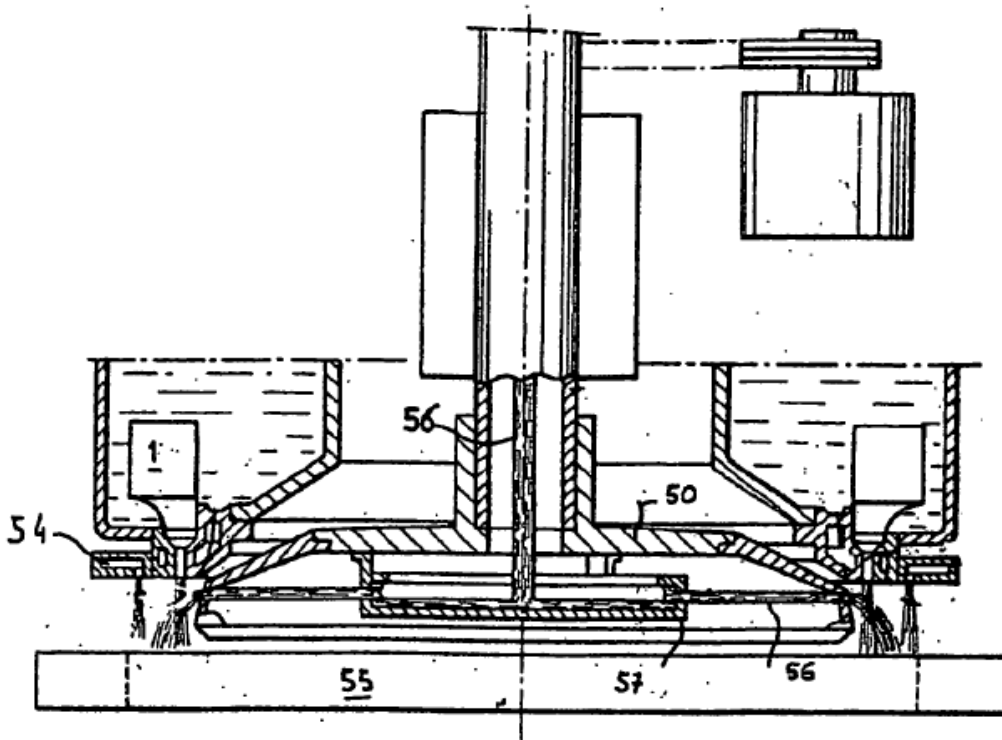


FIG. 5a

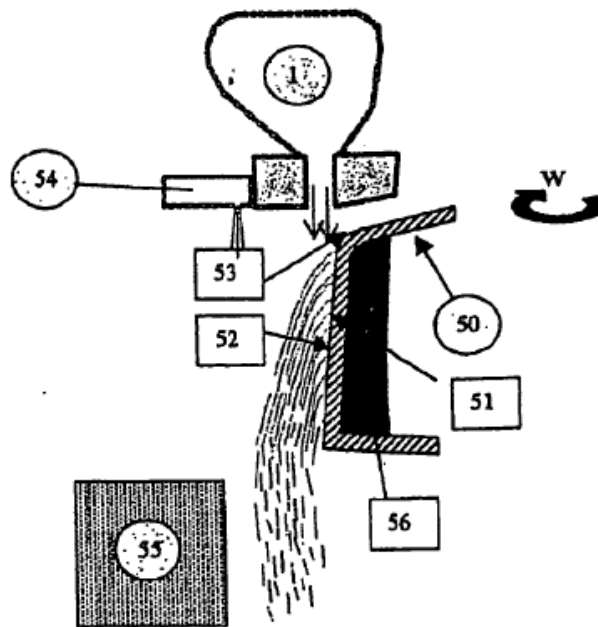


FIG. 5b