



# OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: 2 549 689

51 Int. Cl.:

**C21C 5/52** (2006.01) **F27D 99/00** (2010.01)

(12)

# TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

**T3** 

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 25.01.2007 E 07700535 (3)
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: 15.07.2015 EP 1979675

(54) Título: Quemador de bóveda de llama plana con bajas emisiones contaminantes

(30) Prioridad:

31.01.2006 IT MI20060155

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: **30.10.2015** 

(73) Titular/es:

TENOVA S.P.A. (100.0%) VIA MONTE ROSA 93 20149 MILANO, IT

(72) Inventor/es:

DANERI, MARCO; LAVIOSA, VITTORIO; SENAREGA, MAURIZIO; FANTUZZI, MASSIMILIANO; ZANUSSO, UMBERTO y MALFA, ENRICO

(74) Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia** 

ES 2 549 689 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 bóveda de llama plana con bajas emisiones contaminantes.

20

40

- 5 La presente invención se refiere a un quemador de bóveda de llama plana con bajas emisiones contaminantes.
  - En particular, el objeto de la invención es un quemador radiante alimentado con gas que tiene bajas emisiones contaminantes de óxidos de nitrógeno.
- 10 El tipo anterior de quemador está caracterizado por que está instalado en la bóveda de los hornos de tratamiento de calor o térmicos, en particular en zonas, en las que se requiere una alta uniformidad de la temperatura generada por radiación.
- Estos quemadores también son conocidos como "quemadores de llama plana" o "quemadores de bóveda radiante" y están instalados en una formación regular en la bóveda del horno. A fin de incrementar el rendimiento de las cámaras de combustión que funcionan a alta temperatura y reducir el consumo de combustible, la temperatura de calentamiento previo del carburante normalmente se incrementa tanto como sea posible, con la consiguiente desventaja de tener altas emisiones de NOx, cuya producción es conocida que está en relación con la temperatura máxima de la llama.
  - A este respecto, la patente europea nº 0041645 forma parte de la técnica conocida, exclusivamente refiriéndose a un quemador de llama plana, no caracterizado sin embargo por tener bajas emisiones de contaminación de óxidos de nitrógeno.
- El documento WO 02/21044 describe un quemador de pared radiante que comprende una boquilla principal, a través de la cual una mezcla de combustible y aire pobre de combustible es inyectada radialmente en el interior de la zona de combustión de un horno de modo que se forma una llama primaria desprendida y boquillas de distribución de combustibles secundarias, a través de las cuales se inyecta combustible secundario en el interior del horno.
- 30 El documento EP 0041645 describe un quemador de pared radiante que comprende un conducto de transporte de aire individual conectado a un cuerpo cilíndrico hueco principal y a un conducto individual para el transporte del gas combustible concéntrico al cuerpo cilíndrico hueco principal.
- Las disposiciones sobre control de la contaminación atmosférica, las cuales han sufrido modificaciones en los últimos pocos años, contemplan constantemente límites decrecientes para la emisión de óxidos de nitrógeno, NOx.
  - Por lo tanto es necesario reducir la producción de óxidos de nitrógeno interviniendo en el proceso de combustión de los quemadores de bóveda, a fin de satisfacer los requisitos del mercado los cuales a partir de las 100 ppm actuales pueden caer hasta incluso a 20 30 ppm, también en presencia de aire previamente calentado a 500 °C.
  - La combustión diluida y la combustión sin llamas son técnicas comúnmente utilizadas para disminuir los óxidos de nitrógeno en quemadores laterales y frontales (los cuales pueden estar instalados en las paredes de la cámara de combustión y los cuales tienen un desarrollo axial del chorro reactivo).
- El solicitante, por lo tanto, ha sentido la necesidad de aplicar estas técnicas a quemadores radiantes, una aplicación la cual hasta ahora ha estado limitada por la imposibilidad de mantener la llama plana y volviendo a una llama globular en lugar de una llama longitudinal.
- Un objetivo general de la presente invención es por lo tanto proporcionar un quemador de llama plana con bajas emisiones de óxidos de nitrógeno según los principios de combustión sin llama obtenida por medio de escalonado de gas.
- Un objetivo adicional de la presente invención es poder llevar el horno a una temperatura de funcionamiento de forma estable por encima de la temperatura de auto ignición del combustible, la cual para el gas natural es aproximadamente de 850 °C. De hecho es conocido que para poder accionar la combustión sin llama en régimen bajo condiciones seguras, es necesario estar constantemente y establemente por encima de dicha temperatura límite.
- Otro objetivo de la presente invención es mejorar la uniformidad térmica en la cámara de combustión en la dirección perpendicular a la bóveda gracias a la aplicación de la combustión sin llama la cual distribuye la reacción de combustión en el interior del volumen entero de la cámara.
  - Todavía otro objetivo de la presente invención es proporcionar un quemador de gas radiante, que sea capaz de mantener emisiones bajas en un régimen de funcionamiento amplio, y el cual también sea capaz de modificar fácilmente el perfil térmico en el interior de la cámara de combustión.

A la vista de los objetivos anteriores, según la presente invención, se ha concebido un quemador de bóveda de llama plana con bajas emisiones contaminantes que tiene las características especificadas en las reivindicaciones adjuntas.

- Las características estructurales y funcionales de la presente invención y sus ventajas con respecto a la técnica conocida se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción, con referencia a los dibujos adjuntos los cuales ilustran un quemador de bóveda de llama plana con bajas emisiones contaminantes producido según los principios innovadores de la propia invención.
- 10 En los dibujos:

las figuras 1 y 2 son vistas en perspectiva en sección parcialmente en alzado del quemador según la invención instalado en una bóveda de horno:

15 las figuras 3 y 4 ilustran una vista en perspectiva de dos detalles del quemador según la invención;

la figura 5 es una vista esquemática en alzado del guemador instalado.

Con referencia a los dibujos, un quemador de gas radiante con bajas emisiones contaminantes, objeto de la invención, se indica globalmente con 10 y en el ejemplo ilustrado, según la presente invención, está instalado en una bóveda 21 la cual delimita la cámara de combustión 20 de un horno de tratamiento térmico del acero.

El quemador 10 comprende:

- un cuerpo cilíndrico hueco metálico principal 12,
  - un conducto individual 13 para transportar gas combustible concéntrico al cuerpo principal 12,
  - una boquilla central interior 14 para la invección de un gas combustible,

30

- un primer dispositivo de división 15 representado como una válvula de división para regular el caudal de gas combustible central,
- un sistema de distribución del gas 16 que consiste en una serie tuberías 16'.

35

50

- por lo menos dos boquillas 17 fuera de dicho cuerpo principal 12 para la inyección de combustible en el interior de la cámara de combustión 20 alimentada por dichas tuberías 16',
- un segundo dispositivo de división 18 indicado como una segunda válvula de división para regular el caudal de gas en las anteriores por lo menos dos boquillas exteriores 17,
  - una conexión 19 apta para unir partes de dichas tuberías 16' para facilitar el desmontaje de la válvula de división anterior 18.
- un bloque de cerámica 22 fabricado a partir de un material refractario el cual forma la bóveda 21 en la cual existe una boca de horno 23.

Dicha boca de horno 23 comprende una zona trasera sustancialmente cilíndrica 24 y una zona delantera avellanada de conexión 25, preferentemente delimitada por una pared 26 con un perfil que tiene un sector circular o elipsoidal que se extiende por ejemplo en un ángulo de 90°.

Un conducto individual de transporte del aire 30 preferentemente calentado previamente está conectado al cuerpo metálico principal 12.

- El quemador 10 también comprende un difusor de aire 31 preferentemente fabricado de un material metálico, que comprende una placa de anclaje 32, un cuerpo tubular 33 y una serie de álabes 34 en un número que comprendido entre cuatro hasta veintiséis y preferentemente dieciséis, orientados dextrógiros o levógiros con una pendiente comprendida entre 0 y 35°.
- 60 En el interior de la boquilla de gas 14, está previsto un generador de turbulencia 35 representado por una hélice fija que consta de álabes, preferentemente metálicos 36, en un número comprendido entre tres y diez, preferentemente seis, orientados dextrógiros o levógiros con una pendiente comprendida entre 0 y 60° y el taladro de salida 37 en el interior de la cámara de combustión 20 de dicha boquilla de gas 14, desde la cual el combustible es descargado con una velocidad comprendida entre 10 y 50 m/s.

65

El cuerpo metálico 12 está conectado al bloque refractario 21 por medio de un reborde 40 y pernos 41, así como una

placa 42 y espárragos 18, o de otro modo adecuado.

5

10

30

35

40

45

60

El quemador 10 según la invención es capaz de funcionar tanto como un piloto en el modo de llama (esto es, puede llevar un horno a la temperatura correcta) o en un modo sin llama con bajas emisiones de óxido de nitrógeno.

Dicho quemador 10 también comprende un alojamiento 45 para un dispositivo de encendido del quemador 10 y también un alojamiento 46 para un detector de llama.

Dichos alojamientos 45 y 46 comunican con alojamientos situados en el bloque cerámico 21, indicados con 47 y 48, respectivamente.

Dichos alojamientos 45 y 46 proporcionan el soporte mecánico para la colocación correcta del dispositivo de encendido y el detector de llama del quemador 10, respectivamente.

Cuando es necesario utilizar el quemador en el modo "piloto", esto es cuando la temperatura de la cámara de combustión 20 del horno no ha alcanzado la temperatura de auto ignición del combustible, el quemador funciona con gas que deja la boquilla central 14.

Cuando la cámara de combustión 20 del horno ha alcanzado la temperatura de auto ignición del gas combustible en aire (esto es, para gas natural aproximadamente 850 °C), es posible pasar a un modo sin llama: mediante el accionamiento con las válvulas de división 15 y/o 18, el gas combustible es inyectado a través de dichas por lo menos dos boquillas de gas en el lado exterior 17 a una velocidad comprendida entre 20 y 200 m/s.

El aire previamente calentado que entra desde el conducto 30 fluye a través del cuerpo 12 hacia el difusor de aire 31 en donde alcanza velocidades comprendidas entre 50 y 150 m/s en relación con la presión de alimentación y la temperatura de calentamiento previo del propio aire.

Según la presente invención, de hecho, una vez ha sido estabilizada la energía térmica suministrada por el quemador 10, es posible pasar continuamente desde un modo al otro simplemente variando el porcentaje de distribución del fluido combustible entre la boquilla interior central 14 y dichas por lo menos dos boquillas exteriores 17, simplemente actuando en el sistema de distribución - válvulas 15 y 18 - del combustible sin modificar en absoluto el suministro de aire comburente.

Cuando el quemador está funcionando, el aire comburente, preferentemente calentado previamente, es introducido en el interior de la cámara de combustión 20 a través del difusor de aire 31.

El funcionamiento de los dos modos de llama y sin llama se describe a continuación en la presente memoria:

 en el modo llama - compatible con cualquier temperatura de la cámara de combustión - el combustible es dirigido, actuando adecuadamente sobre las válvulas de distribución 15 y/o 18, a través de la boquilla de gas central 14 únicamente.

Una zona de mezclado excelente se crea en la boca de horno 23 entre el aire y el combustible, lo cual permite la formación de un frente de llama definido y estable;

- en el modo sin llama - compatible con temperaturas en la cámara de combustión más elevadas que la temperatura de auto ignición del combustible - el combustible es dividido, actuando adecuadamente sobre las válvulas de distribución 15 y/o 18, a través de las boquillas de gas exteriores 17 únicamente.

Los chorros de gas perforan la capa de aire adherente a la superficie curvada de la boca de horno 23 y causan la reacción de combustión en un área con una atmósfera homogénea en la cual existe un mezclado óptimo entre el gas combustible, el aire previamente calentado y los gases de la combustión; la reacción de combustión tiene lugar en una forma diluida y no existe formación de un frente de llama.

En las zonas de mezclado del gas con el comburente y con los productos de la combustión, ya aguas arriba de la reacción, existe un reducido contenido de oxígeno, inferior que el nivel atmosférico. La limitación de la concentración de oxígeno permite que la reacción sea desarrollada en un volumen mayor. Esto causa la reacción entre reactivos más diluidos, la cual por consiguiente se desarrolla más lentamente. Esto limita la formación de picos de temperatura, en correspondencia con lo cual se favorece la formación de óxidos de nitrógeno (NOx térmicos).

En un modo sin llama, el gas puede ser inyectado:

- paralelamente al eje del quemador o
- puede ser inyectado de modo que los chorros del gas combustible tengan componentes de movimiento tangencial (de 0 a 15°) y del movimiento radial (de 0 a 15°) con respecto al eje del quemador, de modo que se

alejen del propio eje del quemador; o

- puede ser inyectado de modo que los chorros de gas combustible tengan componentes de movimiento tangencial (de 0 a 15°) y del movimiento radial (de 0 a 15°) con respecto al eje del quemador, de modo que se muevan hacia el propio eje del quemador.

La variación porcentual en el gas distribuido por las válvulas 15 y 18, entre la boquilla central 14 y dichas por lo menos dos boquillas exteriores 17, permite el paso continuo desde un modo de funcionamiento en llama a un modo de funcionamiento sin llama.

10

También es posible fabricar el alojamiento 45 del dispositivo de encendido coaxial con el eje del quemador, o con una pendiente convergente desde 0° hasta 30° con respecto al eje del quemador.

De forma análoga, el alojamiento 46 del detector de llama puede ser coaxial con el eje del quemador, o con una pendiente convergente desde 0° hasta 30° con respecto al eje del quemador.

Preferentemente, existen dos boquillas exteriores 17, instaladas simétricamente con respecto al eje del quemador, como se ilustra pero también pueden existir cuatro de ellas. Según la forma de realización preferida, las boquillas están instaladas verticalmente.

20

5

En lugar de la válvula de división 15, es posible tener un orificio calibrado interpuesto entre rebordes.

También es posible de forma ventajosa contemplar la presencia de un aislante refractario en el interior del cuerpo metálico 12.

25

La conexión 19 no tiene que estar presente cuando no existan requisitos particulares de montaje/desmontaje. Las siguientes características dimensionales del quemador según la invención instalado en la bóveda de un horno también se definen:

30

- p: distancia de la superficie terminal de cualquiera de dichas por lo menos dos boquillas 17 desde la bóveda de la cámara de combustión; distancia positiva cuando la boquilla exterior 17 considerada penetra en la cámara de combustión; distancia negativa cuando la boquilla exterior 17 considerada permanece en el interior del bloque refractario 10:
- h: distancia de la superficie delimitada por la circunferencia del difusor de aire 31 del lado interior de la cámara de combustión desde la bóveda 21 de la propia cámara de combustión;
  - I: distancia del centro de la superficie terminal de cualquiera de dichas por lo menos dos boquillas exteriores 17 desde el eje del quemador;

40

- D1: diámetro del taladro de alojamiento del bloque refractario 22 para el difusor metálico de aire 31 en correspondencia con la superficie delimitada por la circunferencia del difusor de aire 31 del lado interior de la cámara de combustión 20:
- 45 H: espesor del bloque refractario 22;
  - D: diámetro de la circunferencia terminal máxima de la superficie curvada del bloque refractario 22;
  - DB: diámetro exterior del bloque refractario 22.

50

Sobre la base de las definiciones indicadas antes en la presente memoria, estableciéndose las siguientes relaciones entre los parámetros para la presente invención (significando el signo <= menos que o igual a):

 $-0.1 \le (p/H) \le 0.1$ , preferentemente (p/H) = -0.06;

55

- $0 \le (h/H) \le 0.75$ , preferentemente (h/H) = 0.5;
- 0,1 <= D1/D <= 0,4, preferentemente 0,17 <= D1/D <= 0,22;
- 60  $0 \le (DB-D) \le 0.5$ , preferentemente (DB-D) = 0.1.

A partir de lo que ha sido descrito antes en la presente memoria con referencia las figuras, se pone de manifiesto cómo un quemador de gas según la invención es particularmente útil y ventajoso. El objetivo mencionado en el preámbulo de la descripción por lo tanto se consigue.

65

Las formas del quemador de gas de la invención, como también los materiales, evidentemente pueden variar a partir

de aquello representado en los dibujos con propósitos puramente ilustrativos y no limitativos.

El alcance de la invención, por lo tanto, está delimitado por las reivindicaciones adjuntas.

#### **REIVINDICACIONES**

- 1. Quemador de bóveda de llama plana (10) apto para ser instalado en una bóveda (21), la cual delimita la cámara de combustión (20) de un horno de tratamiento térmico del acero, comprendiendo el quemador (10) un cuerpo cilíndrico hueco metálico principal (12), un conducto individual (13) para transportar gas combustible concéntrico al cuerpo principal (12), una boquilla interior central (14) para inyectar un gas combustible, y un conducto de transporte del aire individual (30) conectado al cuerpo cilíndrico hueco metálico principal (12), caracterizado por que comprende:
- por lo menos dos boquillas exteriores (17) fuera de dicho cuerpo principal (12) para inyectar combustible en el interior de la cámara de combustión (20),

5

15

30

- un primer dispositivo de división (15) en forma de una válvula de división para regular el caudal de gas combustible central;
- un sistema de distribución del gas (16) que consiste en una serie de tuberías (16'), destinadas a alimentar dichas por lo menos dos boquillas exteriores (17),
- un segundo dispositivo de división (18) indicado como una segunda válvula de división para regular el caudal de gas en dichas por lo menos dos boquillas exteriores (17).
  - 2. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que dichas boquillas exteriores (17) están simétricamente dispuestas con respecto al eje del quemador (10).
- 3. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que están previstas cuatro de dichas boquillas exteriores (17).
  - 4. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que dichas boquillas exteriores (17) están dispuestas verticalmente.
  - 5. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que dichas boquillas exteriores (17) están dispuestas de tal modo que permitan la inyección de gas paralelamente al eje del quemador (10).
- 35 6. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que dichas boquillas exteriores (17) están dispuestas de tal modo que permitan la inyección de gas con chorros que tienen componentes de movimiento tangencial (de 0 a 15°) y de movimiento radial (de 0 a 15°) con respecto al eje del quemador, con el fin de que se alejen del eje del quemador (10).
- 40 7. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1 caracterizado por que dichas boquillas exteriores (17) están instaladas de modo que permitan la inyección de gas con chorros que tienen componentes de movimiento tangencial (de 0 a 15°) y de movimiento radial (de 0 a 15°) con respecto al eje del quemador, con el fin de que se muevan hacia el eje del quemador (10).
- 8. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que por medio de dichas válvulas de división (15, 18), es posible regular el porcentaje de gas distribuido por dichas válvulas de división (15, 18) entre la boquilla interior central (14) y dichas por lo menos dos boquillas exteriores (17), para permitir el paso continuo desde el modo de funcionamiento con llama, en el que el combustible es dirigido a través de la boquilla de gas central (14) únicamente, hasta el modo de funcionamiento sin llama, siendo el combustible dividido a través de las boquillas de gas exteriores (17) únicamente.
  - 9. Bóveda provista de un quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizada por que dicho quemador está instalado en un bloque cerámico (22) fabricado a partir de material refractario, el cual forma la bóveda (21), en la cual está prevista una boca de horno (23), comprendiendo dicha boca de horno (23) una zona trasera sustancialmente cilíndrica (24) y una zona delantera avellanada de conexión (25), preferentemente delimitada por una pared (26) con un perfil que tiene un sector circular o elipsoidal que se extiende, por ejemplo, en un ángulo de 90°.
- 10. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho quemador (10) además comprende un difusor de aire (31) preferentemente fabricado a partir de un material metálico, que comprende una placa de anclaje (32), un cuerpo tubular (33) y una serie de álabes (34) en un número comprendido entre cuatro y veintiséis y preferentemente dieciséis, orientados dextrógiros o levógiros con una pendiente comprendida entre 0 y 35°.
- 65 11. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que en el interior de la boquilla de gas central (14), está previsto un generador de turbulencia (35) representado por una hélice fija

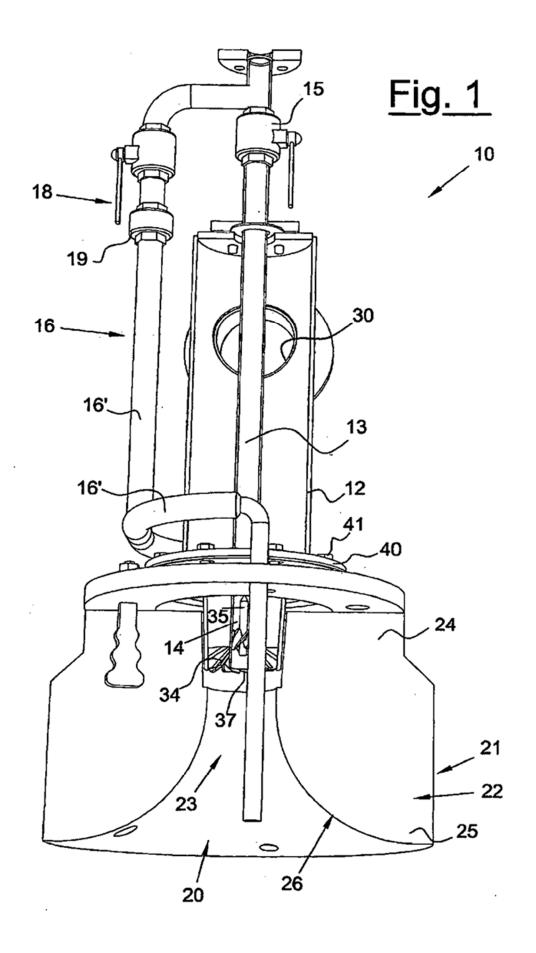
constituida por unos álabes, preferentemente metálicos (36), en un número comprendido entre tres y diez, preferentemente seis, orientados dextrógiros o levógiros con una pendiente comprendida entre 0 y 60° y el taladro de salida (37) en el interior de la cámara de combustión (20) de dicha boquilla de gas central (14).

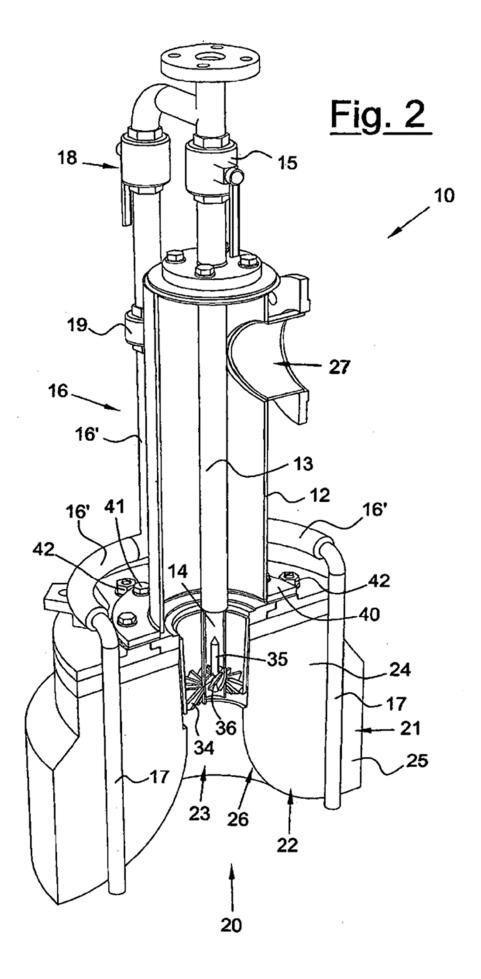
- 12. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho quemador (10) además comprende un alojamiento (45) para un dispositivo de encendido del quemador (10), así como un alojamiento (46) para un detector de llama, estando dichos alojamientos (45, 46) dispuestos de tal modo que se comuniquen con unos respectivos alojamientos (47, 48) situados en el bloque cerámico (22), proporcionando dichos alojamientos (45, 46) el soporte mecánico para la correcta colocación del dispositivo de encendido y el detector de llama, respectivamente, del quemador (10).
  - 13. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 12, caracterizado por que el alojamiento (45) del dispositivo de ignición es coaxial con el eje del quemador, o con una pendiente convergente comprendida entre 0° y 30° con respecto al eje del quemador y el alojamiento (46) del detector de llama es coaxial con el eje del quemador, o con una pendiente convergente comprendida entre 0° y 30°.
  - 14. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que:
- (p) es la distancia de la superficie terminal de cualquiera de dichas por lo menos dos boquillas (17) desde la bóveda de la cámara de combustión, dicha distancia es considerada un valor positivo cuando la boquilla exterior (17) considerada penetra en la cámara de combustión y un valor negativo cuando la boquilla exterior (17) considerada permanece en el interior del bloque refractario (22);
- (h) es la distancia de la superficie delimitada por la circunferencia del difusor de aire (31) del lado interior de la cámara de combustión desde la bóveda (21) de la propia cámara de combustión;
  - (I) es la distancia del centro de la superficie terminal de cualquiera de dichas por lo menos dos boquillas exteriores (17) desde el eje del quemador;
- (D1) es el diámetro del taladro de alojamiento del bloque refractario (22) para el difusor metálico de aire (31) que está en correspondencia con la superficie delimitada por la circunferencia del difusor de aire (31) del lado interior de la cámara de combustión (20):
  - (H) es el espesor del bloque refractario (22);
  - (D) es el diámetro de la circunferencia terminal máxima de la superficie curvada del bloque refractario (22);
  - (DB) es el diámetro exterior del bloque refractario (22), se establecen las siguientes relaciones entre los parámetros para la presente invención: -0,1 <= (p/H) <= 0,1, preferentemente (p/H) = -0,06 (en el que el signo <= significa menos que o igual a).
  - 15. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 14, caracterizado por que es  $0 \le (h/H) \le 0.75$ , preferentemente (h/H) = 0.5.
- 16. Quemador de bóveda de llama plana (10) según la reivindicación 14, caracterizado por que es 0,1 <= D1/D <= 0,4, preferentemente 0,17 <= D1/D <= 0,22.
  - 17. Quemador de bóveda de llama plana (10), según la reivindicación 14 caracterizado por que es 0 <= (DB-D) <= 0,5, preferentemente (DB-D) = 0,1.

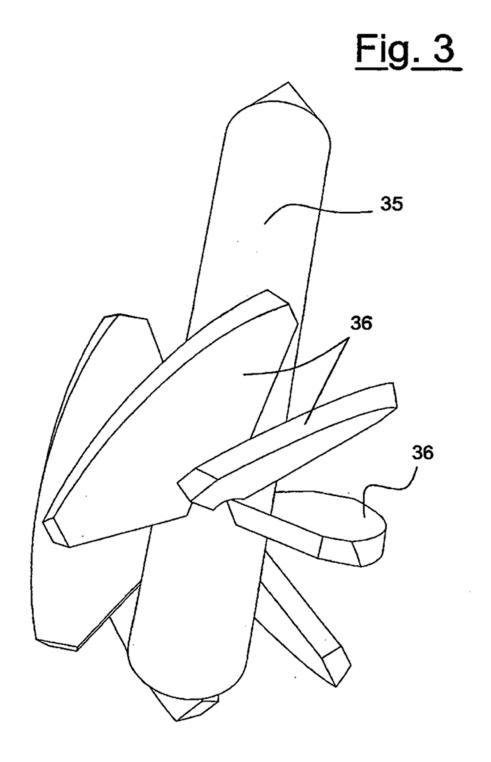
50

35

40







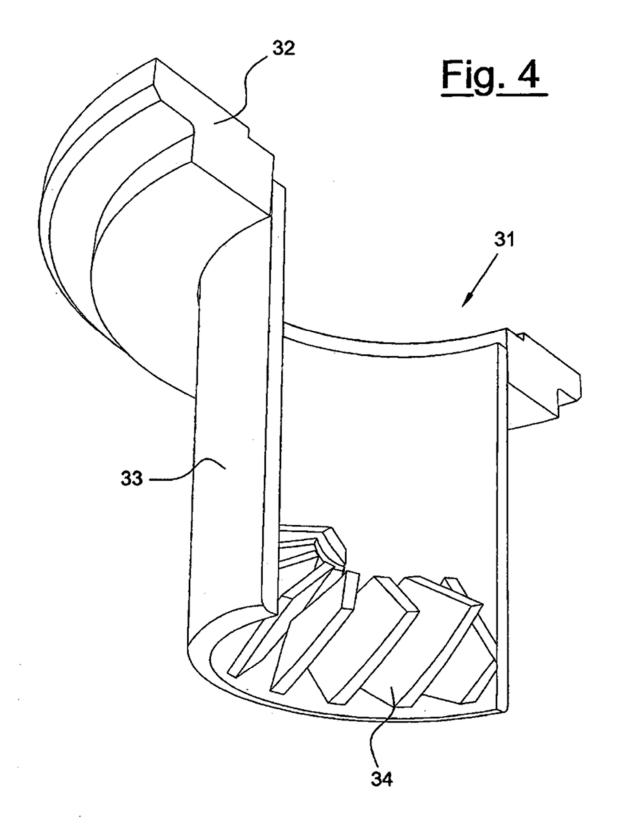


Fig. 5

