



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 306 925**

51 Int. Cl.:
F23R 3/36 (2006.01)
F23D 17/00 (2006.01)
F23L 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03817631 .9**
86 Fecha de presentación : **25.07.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1649219**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **26.04.2006**

54 Título: **Quemador de turbina de gas.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2008

73 Titular/es: **ANSALDO ENERGIA S.p.A.**
Via Nicola Lorenzi, 8
16152 Genova, IT

72 Inventor/es: **Bonzani, Federico y**
Pollarolo, Giacomo

74 Agente: **Temño Cenicerros, Ignacio**

ES 2 306 925 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).

ES 2 306 925 T3

DESCRIPCIÓN

Quegador de turbina de gas.

5 El tema de la invención es un quemador pensado para el uso de combustibles no convencionales en turbinas de gas, por ejemplo, de una planta de producción de energía eléctrica.

10 Es práctica habitual en la industria utilizar el término combustibles no convencionales para designar a aquellos que son diferentes de los normalmente usados en las turbinas de gas tales como el gas natural y el gasóleo ligero (diésel).

15 Las soluciones conocidas en la actualidad para quemadores de gases no convencionales están considerando la necesidad de quemar mezclas distintas dependiendo de las condiciones de funcionamiento de la planta, la cual proporciona el combustible recuperado que puede ser utilizado por el quemador o, dependiendo de los requisitos de la red eléctrica, ser suministrado por la planta de la que la turbina forma parte.

20 Por ejemplo, la patente US-A-4.890.453 describe el caso conocido donde, en la puesta en marcha de la turbina de gas o cuando la demanda de energía de la red eléctrica es muy baja, el funcionamiento del quemador proporciona para la combustión una mezcla denominada mezcla de reserva, generalmente consistente en una mezcla de gas natural y vapor o gasóleo o gasóleo y agua y, desde luego, junto con aire.

25 En condiciones nominales, el funcionamiento del quemador provee la combustión de una mezcla primaria formada, por ejemplo, de un gas primario y un gas inerte, como vapor o nitrógeno, junto con aire.

30 Todo esto hace necesario que la estructura de un quemador esté dotada de tubos adecuados que transporten las diversas mezclas, en condiciones óptimas para la mezcla apropiada de los componentes y para la interacción eficiente con el aire de combustión, a una zona de combustión en la que se produce en realidad dicho proceso.

35 Además, recientemente ha surgido la necesidad de producir quemadores adecuados para la combustión de mezclas primarias con composiciones ampliamente diferentes. En otras palabras, se ha hecho imprescindible concebir quemadores capaces de llevar a cabo una combustión eficiente de mezclas primarias que no tienen una composición constante.

40 La invención resuelve el problema mediante la creación de un quemador para turbinas de gas que posee unas características estructurales y de funcionamiento tales que satisfacen los requisitos antes citados y que, al mismo tiempo, elimina los inconvenientes mencionados con referencia a la tecnología conocida.

45 Este problema se soluciona mediante un quemador según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se describen otras formas de realización de la invención.

50 Las características y ventajas del quemador de acuerdo con la invención resultarán claras a partir de la siguiente descripción puramente proporcionada a modo de un ejemplo preferido, no limitante, en el que:

La figura 1 muestra una vista en sección longitudinal de un quemador según la invención.

45 La figura 2 muestra una vista en proyección isométrica de la porción final del quemador de la figura 1.

50 Las figuras 3a a 3c muestran respectivamente una vista en sección longitudinal, una vista frontal y una vista posterior de un canal de mezcla primaria del quemador de la figura 1.

55 Las figuras 4a a 4b muestran respectivamente una vista en sección longitudinal y una vista posterior de un anillo de boquilla del canal de mezcla primaria de la figura 3a.

La figura 5 muestra una vista en sección de un detalle de la figura 4b.

60 Las figuras 6a a 6b muestran respectivamente una vista en sección longitudinal y una vista posterior de un casquillo del quemador de la figura 1, y

La figura 7 muestra una tabla con datos experimentales relativos a la composición, velocidad de la llama y poder calorífico inferior de los gases pobres usados en el quemador acorde con la invención.

65 Haciendo referencia a los dibujos adjuntos, el número (1) indica en conjunto un quemador de turbina particularmente concebido para su uso en asociación con turbinas de gas de una planta eléctrica.

El quemador (1) comprende una unidad de alimentación secundaria ideada para suministrar una mezcla de reserva o secundaria.

Dicha unidad de alimentación secundaria puede proporcionar y descargar la mencionada mezcla secundaria desde una abertura (4) hasta una zona de combustión (6) situada enfrente de dicha abertura (4).

ES 2 306 925 T3

Esta mezcla secundaria se compone de, por ejemplo, gas natural y vapor. En una variante adicional, dicha mezcla secundaria contiene gasóleo. En otra variante adicional, la susodicha mezcla secundaria contiene gasóleo y agua.

5 En una forma de realización, esta unidad de alimentación secundaria consta de un tubo central (8), conocido como boquilla de pulverización, pensada para suministrar una variante de mezcla secundaria compuesta, por ejemplo, de sólo gasóleo (G), o de gasóleo (G) y agua (Ag). En una variante adicional, dicha boquilla de pulverización (8) está concebida para suministrar aire (A).

10 Además, la mencionada unidad de alimentación secundaria comprende un tubo de vapor-gas (10), ideado para el suministro de otra variante de mezcla secundaria, constituida por gas natural (Gn) y vapor (V).

El tubo de vapor-gas (10) está conectado a un casquillo (11), de forma sustancialmente cilíndrica, que está dotado de orificios de vapor-gas (12) los cuales proporcionan la comunicación entre el interior y el exterior de dicho casquillo.

15 Los orificios de vapor-gas (12) están dispuestos circunferencialmente a lo largo de la pared anular del casquillo (11) y tienen ejes que son incidentes respecto al eje del casquillo (11).

20 En una forma preferida de realización, el número de estos orificios de vapor-gas (12) puede variarse entre 10 y 18. En otra forma de realización adicional, la cantidad de dichos orificios de vapor-gas puede cambiarse entre 12 y 16. En una realización preferida, los orificios de vapor-gas se encuentran en un número de 12. En otra variante de realización, los orificios de vapor-gas están en una cantidad de 16.

25 Los susodichos orificios de vapor-gas tienen preferiblemente un paso angular constante entre los centros respectivos, por ejemplo igual a 18°.

En una realización preferida, el casquillo (11) está conectado a una parte en forma de campana (13) que se cierra en torno a la boquilla de pulverización (8).

30 En una forma preferida de realización, la unidad de alimentación secundaria comprende un tubo de aire axial (14), pensado para suministrar un flujo de aire axial (A').

Los orificios de vapor-gas (12) están ideados para la descarga de la mezcla secundaria de gas formada de gas natural (Gn) y vapor (V) hacia el tubo de aire axial (14).

35 La inclinación de los ejes de los orificios de vapor-gas (12) es adecuada para pulverizar dicha mezcla secundaria hacia la pared de este tubo de aire axial (14).

40 En una forma preferida de realización, dicha unidad de alimentación secundaria define un sistema de paletas (16), preferentemente curvas, conocido como generador de torbellinos axial (18).

Estas paletas (16) se disponen concéntricamente respecto al tubo de aire axial (14) y tienen una extensión radial tal como para permitir que la boquilla de pulverización (8) se sitúe en posición central.

45 El generador de torbellinos axial (18) está instalado en la parte final del tubo de aire axial (14), preferiblemente sin soldar o rígidamente ajustado al mismo.

Convenientemente, este ajuste deslizante entre el tubo de aire axial (14) y el generador de torbellinos axial (18) absorbe las diferencias de expansión térmica existentes entre ellos.

50 Las paletas (16) del generador de torbellinos axial (18) están circunferencialmente separadas con el fin de producir corredores de aire arremolinado entre una paleta y la siguiente para que el flujo de aire axial (A') alimente a la zona de combustión (6).

55 En una forma preferida de realización, esta unidad de alimentación secundaria define un deflector (20) preferiblemente dispuesto en el sentido ascendente del generador de torbellinos axial (18) respecto a la zona de combustión (6).

60 Dicho deflector (20) comprende una pared anular (20a), preferentemente cilíndrica, que se extiende sustancialmente de forma axial.

La pared anular (20a) está, de manera preferible, colocada para que se ajuste exactamente contra la superficie interior del tubo de aire axial (14), axialmente adyacente al generador de torbellinos axial (18).

65 Preferiblemente, dicho deflector (20) está dispuesto de forma frontal respecto a los orificios de vapor-gas (12) del tubo de vapor-gas (10).

El quemador (1) también comprende una unidad de alimentación primaria para suministrar al menos una mezcla primaria de combustión.

ES 2 306 925 T3

Por ejemplo, esta mezcla primaria se compone de gas pobre, como el derivado de los procesos siderúrgicos, y de vapor.

5 Debe hacerse hincapié en que en el sector específico de los quemadores de turbina, el gas pobre es aquel que tiene un poder calorífico inferior menor que 15.000 kJ/kg y que, en general, contiene principalmente hidrógeno, monóxido de carbono, metano y gas inerte (dióxido de carbono, nitrógeno o vapor).

10 La unidad de alimentación primaria consta de un tubo de mezcla primaria (22) para el suministro de la mezcla primaria.

La mencionada unidad de alimentación primaria también incorpora un canal de mezcla primaria (24) que tiene una conexión de flujo de fluido con dicho tubo de mezcla primaria (22).

15 El canal de mezcla primaria (24) define un anillo de boquilla (26) al que se conecta, preferiblemente por el borde periférico exterior, una pared anular (28).

La pared anular (28) del canal de mezcla primaria (26) forma, a una distancia radial desde el tubo de aire axial (14), una cavidad (29).

20 La pared anular (28) se extiende de forma axial lo suficientemente lejos como para aproximarse a la zona de combustión (6) y, por tanto, es capaz de introducir dicha mezcla primaria directamente dentro de dicha zona de combustión (6) que se encuentra enfrente del generador de torbellinos axial (18).

25 En una forma preferida de realización, esta pared anular (28) del canal de mezcla primaria (24) tiene una porción final en forma de cono truncado (30), que converge en la dirección de descarga de la mezcla primaria.

30 El anillo de boquilla (26) tiene una pluralidad de orificios de mezcla primaria (32), que atraviesan dicho anillo, para de este modo facilitar la comunicación de flujo de fluido entre el tubo de mezcla primaria (22) y la cavidad (29) que hay entre la pared anular (28) del canal de mezcla primaria (24) y el tubo de aire axial (14).

En una forma preferida de realización, estos orificios de mezcla primaria (32) están organizados de tal forma que los centros se sitúan en dos circunferencias concéntricas, sobre las que dichos orificios se alternan angularmente.

35 Por ejemplo, dicho anillo de boquilla (26) tiene en cada circunferencia cuarenta orificios de mezcla primaria (32), separados, en cada circunferencia, para tener un paso angular de 9°.

De manera conveniente, la mezcla primaria procedente del tubo de mezcla primaria (22) atraviesa estos orificios de mezcla primaria (32) tomando un movimiento turbulento y arremolinado hasta la zona de combustión (6).

40 En una forma de realización, este canal de mezcla primaria (24) tiene una longitud axial (L) igual a 182,9 mm (figura 3a) y los orificios de mezcla primaria tienen un eje inclinado, como se ha descrito antes, en un ángulo (B) igual a 17° (figura 5).

45 En una forma adicional de realización, este canal de mezcla primaria (24) tiene una longitud axial (L) igual a 194,85 mm (figura 3a) y los orificios de mezcla primaria tienen un eje inclinado, como se ha descrito anteriormente, en un ángulo (B) igual a 12° (figura 5).

50 Por otro lado, la unidad de alimentación primaria comprende un montaje de paletas (34), preferentemente curvas, conocido como generador de torbellinos diagonal (36), dispuesto concéntricamente con el canal de mezcla primaria (24).

El generador de torbellinos diagonal (36) está concebido para transportar un flujo de aire diagonal (A'') a la zona de combustión (6).

55 Las paletas (34) de dicho generador de torbellinos diagonal (36) están separadas circunferencialmente para producir corredores de aire arremolinado gracias a los cuales se genera el correcto flujo de aire diagonal (A''), turbulento y arremolinado, para obtener una combustión efectiva.

En una forma de realización, el quemador (1) también consta de una unidad piloto.

60 Preferiblemente, esta unidad piloto comprende uno o más tubos piloto (42) capaces de suministrar gas natural en situaciones particulares de funcionamiento de la turbina que puede estar asociada con el quemador (1), como en los casos de desconexión de la carga eléctrica o de reducción de la energía requerida por la red.

65 Además, dicho quemador (1) incorpora al menos un par de deflagradores (44).

En una primera condición de funcionamiento, por ejemplo en la puesta en marcha de la turbina, el quemador (1) es utilizado en una primera condición de combustión, conocida como reserva de gas natural.

ES 2 306 925 T3

En esta condición, el quemador (1) es abastecido con una mezcla secundaria formada de gas natural y vapor que es descargada desde los orificios de vapor-gas (12) del casquillo (11).

El flujo secundario es absorbido por el flujo de aire axial (A') procedente del tubo de aire axial (14).

La mezcla así formada de aire, vapor y gas natural atraviesa el generador de torbellinos axial (18) y llega a la zona de combustión (6) en donde la combustión es además mantenida por el flujo de aire diagonal (A'') procedente del generador de torbellinos diagonal (36).

El deflector (20) colocado axialmente en sentido ascendente y adyacente al generador de torbellinos axial (18) evita que parte de la mezcla secundaria inflamable, como por ejemplo parte de la mezcla de gas natural y vapor, se dirija hacia la cavidad (29) provocando explosiones indeseables y dañinas cuando se cambia del funcionamiento de reserva al nominal.

En una condición de funcionamiento adicional de la puesta en marcha de la turbina, el quemador es utilizado en una condición de combustión de reserva más, conocida como reserva de gasóleo.

En esta condición, el quemador (1) es abastecido con una mezcla secundaria formada de gasóleo (G) y agua (Ag) o de sólo gasóleo (G), que sale de la zona de combustión (6) por la boquilla de pulverización (8).

La mezcla secundaria es absorbida por el flujo de aire axial (A') procedente del tubo de aire axial (14) a través del generador de torbellinos axial (18) y por el flujo de aire diagonal (A'') que proviene del generador de torbellinos diagonal (36).

En la denominada condición de funcionamiento nominal, el quemador (1) es abastecido con una mezcla primaria constituida por gas primario, como por ejemplo gas pobre, y vapor, premezclado en el sentido ascendente del canal de boquilla (24).

La mezcla primaria pasa por los orificios de mezcla primaria (32) del anillo de boquilla (26) que imparte a dicha mezcla primaria un movimiento turbulento y arremolinado a lo largo de la cavidad (29) hasta que, y manteniendo este potente movimiento arremolinado, llega directamente a la zona de combustión (6) situada enfrente de la salida del generador de torbellinos axial (18).

Estos remolinos y turbulencias de la mezcla primaria no se debilitan por discontinuidades estructurales del canal de boquilla (26) tales como proyecciones, lóbulos y similares.

Además, la porción final (30) de la pared anular (28) del canal de mezcla primaria (24), en forma de cono truncado, intensifica este remolino al reducirse la sección transversal por la que pasa el flujo.

La mezcla primaria que sale del canal de mezcla primaria (24) y que va directamente a la zona de combustión (6) es también absorbido por el flujo de aire axial (A'), que proviene del generador de torbellinos axial (18), y por el flujo de aire diagonal (A''), procedente del generador de torbellinos diagonal (36).

La realización anteriormente descrita consigue elevados números de *swirl* (remolino). Este término, tal y como se conoce en el sector, se refiere a un parámetro característico de la dinámica de fluidos derivado del radio que existe entre el momento de la cantidad de movimiento tangencial y el del movimiento axial del fluido en movimiento.

Dichos elevados números de *swirl* están dentro de un rango de valores de entre 2 y 3, mientras que los valores atípicos de la tecnología conocida son iguales a 0,8.

La realización antes descrita ha demostrado un excelente funcionamiento del quemador en condiciones nominales incluso con mezclas primarias que tienen una composición extremadamente variable. Esto es porque el alto grado de turbulencias y remolinos generados por la geometría del quemador mantienen un frente de llama estable aún para mezclas primarias pobres en hidrógeno.

En una condición de funcionamiento adicional conocida como desconexión de carga, en general resultante de la desconexión de la planta de la red eléctrica o de un descenso inesperado de la energía requerida por la red, los tubos piloto (42) abastecen con gas natural al quemador.

El gas natural de la zona de combustión (6) es absorbido por el flujo de aire tanto axial (A') como diagonal (A'').

Inusualmente, el quemador conforme a la invención ha evidenciado ser capaz de lograr una combustión eficiente incluso cuando es abastecido con mezclas primarias que varían en composición y, sobre todo, en el caso de aquellas caracterizadas por un bajo contenido en hidrógeno.

Por ejemplo, los resultados obtenidos de los experimentos realizados han mostrado que no hay fenómenos indeseables tales como separación de la llama, retorno de llama o fluctuaciones de presión inducidos por la combustión (fenómeno generalmente conocido como zumbido).

ES 2 306 925 T3

En particular, la tabla de la figura 7 muestra la composición y las características de los combustibles empleados en las turbinas de gas cuando se suministra al quemador de acuerdo con la invención una mezcla primaria que contiene gas pobre con una composición diferente. Las dos últimas columnas a la derecha de la tabla también indican los valores calculados de la velocidad de la llama y del poder calorífico inferior.

5

El quemador de acuerdo con la invención ha mostrado excelentes posibilidades de combustión con mezclas primarias que contienen gas pobre con un porcentaje de hidrógeno molecular H₂ que varía del 2% al aproximadamente el 30% en volumen.

10 Asimismo, el quemador ha mostrado excelentes capacidades de combustión con velocidades de llama de entre 0,3 y 1,6 m/s.

Además, el quemador ha mostrado excelentes capacidades de combustión con gases que tienen un poder calorífico inferior de entre 7,3 y 10,0 MJ/Kg, teniendo en cuenta que en la industria está generalmente aceptado que un gas se define como aquel con un poder calorífico inferior de hasta un valor de 15 MJ/kg.

20 Conforme a un aspecto ventajoso adicional, el amplio canal de mezcla primaria, el cual suministra directamente la mezcla primaria a la zona de combustión que hay enfrente del generador de torbellinos axial, evita la formación de residuos, generalmente metálicos tales como polvos de hierro y níquel, debido a la presencia de contaminantes en el combustible que, en particular, en algunas soluciones de la tecnología conocida, se depositan sobre el generador de torbellinos axial, lo que requiere una reparación y/o un mantenimiento lento y difícil.

De acuerdo con otro aspecto ventajoso, el deflector colocado en el sentido ascendente del generador de torbellinos axial del tubo de aire axial impide que una mezcla inflamable se dirija hacia la cavidad lo que, cuando se cambia del funcionamiento de reserva al nominal, daría lugar a explosiones indeseables y peligrosas.

30 De acuerdo con un aspecto ventajoso más, el número de orificios de vapor-gas del casquillo mantiene una gran diferencia de presión entre el tubo de vapor-gas y la cavidad, limitándose el retroceso de la turbulencia y la inestabilidad desde dicha cavidad hacia el tubo de vapor-gas.

Finalmente, conforme a un aspecto ventajoso aún adicional, el canal de mezcla primaria es de construcción sencilla y puede utilizarse en lugar de diseños ya en funcionamiento para mejorar sus eficiencias.

35 Queda claro que un experto en la técnica, con el objeto de encontrar requerimientos imprevistos y específicos, podrá hacer numerosos cambios y producir diversas variantes del quemador previamente descrito, sin por ello apartarse del alcance de la invención tal y como se define en las reivindicaciones siguientes.

40

45

50

55

60

65

ES 2 306 925 T3

REIVINDICACIONES

1. Un quemador (1) de turbina que consta de una unidad de alimentación secundaria para suministrar una mezcla de reserva o secundaria y la descarga de dicha mezcla desde una abertura (4) hasta una zona de combustión (6) situada
enfrente de dicha abertura (4), comprendiendo esta unidad de alimentación secundaria un tubo de aire axial (14)
que termina en un generador de torbellinos axial (18); una unidad de alimentación primaria que comprende un tubo
de mezcla primaria (22) y un canal de mezcla primaria (24) concebidos para el suministro de una mezcla primaria y
dispuestos concéntricamente con dicha unidad de alimentación secundaria y con dicho tubo de aire axial (14), teniendo
este canal de mezcla primaria (24) una conexión de flujo de fluido con el mencionado tubo de mezcla primaria (22),
caracterizado porque dicho canal de mezcla primaria (24) consta de una pared anular (28) que forma, a una distancia
radial desde el tubo de aire axial (14), una cavidad (29), y que se extiende de forma axial lo suficientemente lejos como
para aproximarse a la zona de combustión (6) siendo, por tanto, capaz de dirigir esta mezcla primaria directamente
a dicha zona de combustión (6) la cual se sitúa enfrente de la susodicha abertura (4), directamente en el sentido
descendente de la abertura (4) de dicho generador de torbellinos axial (18), y en donde el canal de mezcla primaria
(24) define un anillo de boquilla (26) al que se conecta la pared anular (28), teniendo el anillo de boquilla (26) una
pluralidad de orificios de mezcla primaria (32) que lo atraviesan para de este modo facilitar la comunicación de
flujo de fluido entre el tubo de mezcla primaria (22) y la cavidad (29) que hay entre la pared anular (28) del canal
de mezcla primaria (24) y el tubo de aire axial (14), por lo que la mezcla primaria procedente del tubo de mezcla
primaria (22) pasa por los susodichos orificios de mezcla primaria (32) los cuales imparten a esta mezcla primaria un
movimiento turbulento y arremolinado a lo largo de la cavidad (29) hasta que, y manteniendo este potente movimiento
arremolinado, llega directamente a la zona de combustión (6) situada enfrente de la salida del generador de torbellinos
axial (18).

2. Un quemador según la reivindicación 1, en el que esta pared anular (28) del canal de mezcla primaria (24) tiene
una porción final en forma de cono truncado (30), que converge en la dirección de descarga de la mezcla primaria.

3. Un quemador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho canal de mezcla primaria
(24) comprende el anillo de boquilla (26) dotado de orificios de mezcla primaria (32) con ejes no paralelos al eje del
mencionado anillo.

4. Un quemador según la reivindicación 3, en el que dichos orificios de mezcla primaria tienen un eje inclinado en
un ángulo (B) igual a 17° .

5. Un quemador según la reivindicación 4, en el que dicho canal de mezcla primaria tiene una longitud axial (L)
igual a 182,8 mm.

6. Un quemador según la reivindicación 3, en el que dichos orificios de mezcla primaria tienen un eje inclinado en
un ángulo (B) igual a 12° .

7. Un quemador según la reivindicación 6, en el que dicho canal de mezcla primaria tiene una longitud axial (L)
igual a 194,85 mm.

8. Un quemador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha unidad de alimentación
secundaria consta de un casquillo (11) conectado a un tubo de vapor-gas (10) ideado para suministrar una mezcla
secundaria compuesta de gas natural (Gn) y vapor (V), comprendiendo este casquillo (11) orificios de vapor-gas (12).

9. Un quemador según la reivindicación 8, en el que dichos orificios de vapor-gas se encuentran en un número de
doce.

10. Un quemador según la reivindicación 8, en el que dichos orificios de vapor-gas se encuentran en un número de
dieciséis.

11. Un quemador según la reivindicación 8, en el que dichos orificios de vapor-gas están orientados hacia un
deflector (20) capaz de evitar que esta mezcla secundaria se dirija al canal de mezcla primaria (24).

12. Un quemador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha unidad de alimentación
secundaria comprende una boquilla de pulverización (8) concebida para suministrar una mezcla secundaria compuesta
de gasóleo (G) o gasóleo y agua (G+Ag) o pensada para el suministro de aire (A).

13. Un quemador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que también consta de una unidad piloto
que comprende una pluralidad de tubos piloto (42) capaces de suministrar gas natural (Gn).

14. Un quemador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un par de
deflagradores (44).

15. Un quemador según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que también consta de un generador de
torbellinos diagonal (36).

ES 2 306 925 T3

16. Un quemador según la reivindicación 1, en el que dicha unidad de alimentación primaria comprende un montaje de paletas (34) dispuesto concéntricamente con el canal de mezcla primaria (24), y en el que la pared anular (28) finaliza en la zona de combustión (6), en el sentido descendente de las paletas (34).

5 17. Un quemador según la reivindicación 11, en el que dicho deflector (20) está colocado axialmente en sentido ascendente y adyacente al generador de torbellinos axial (18).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

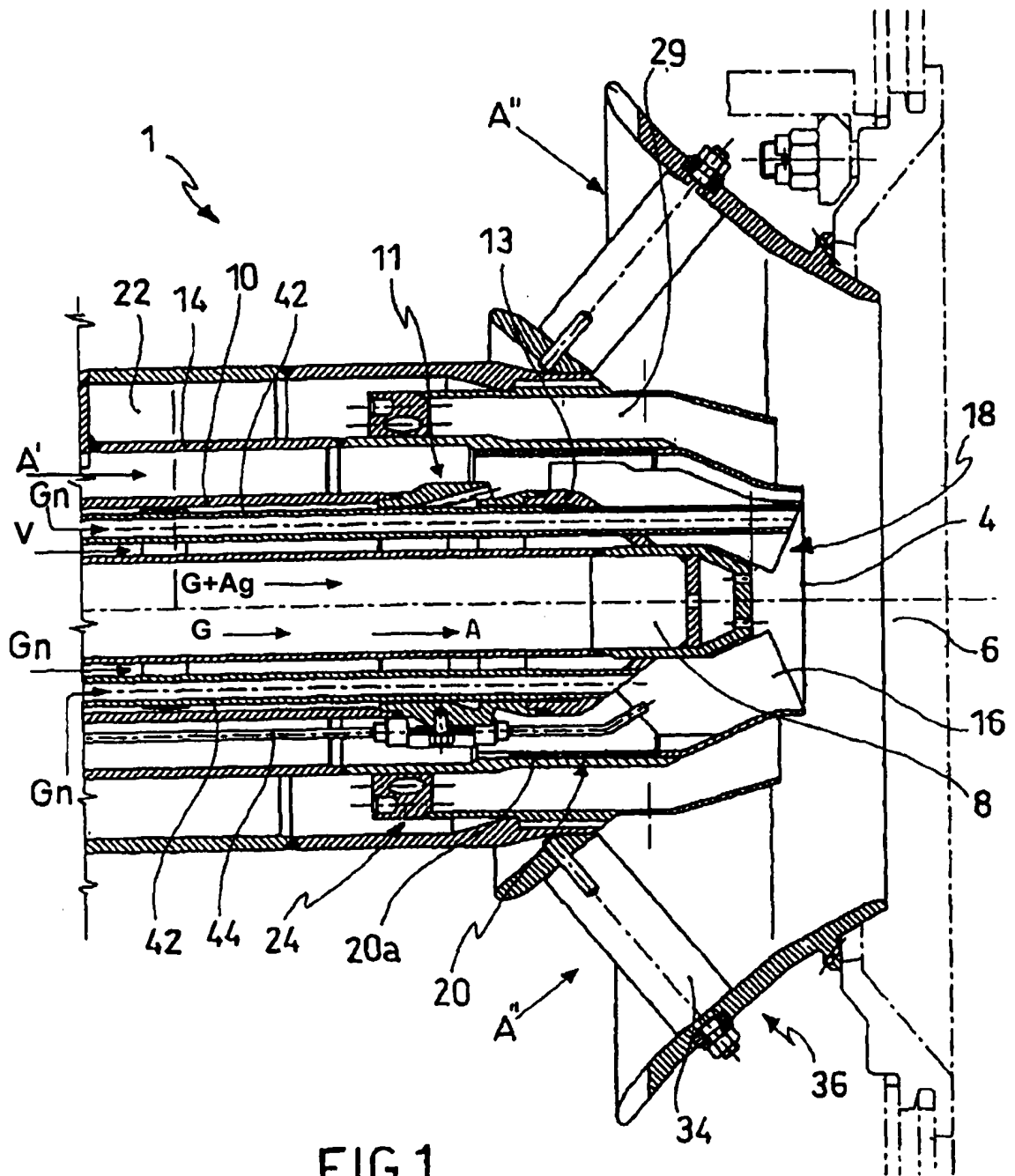


FIG.1

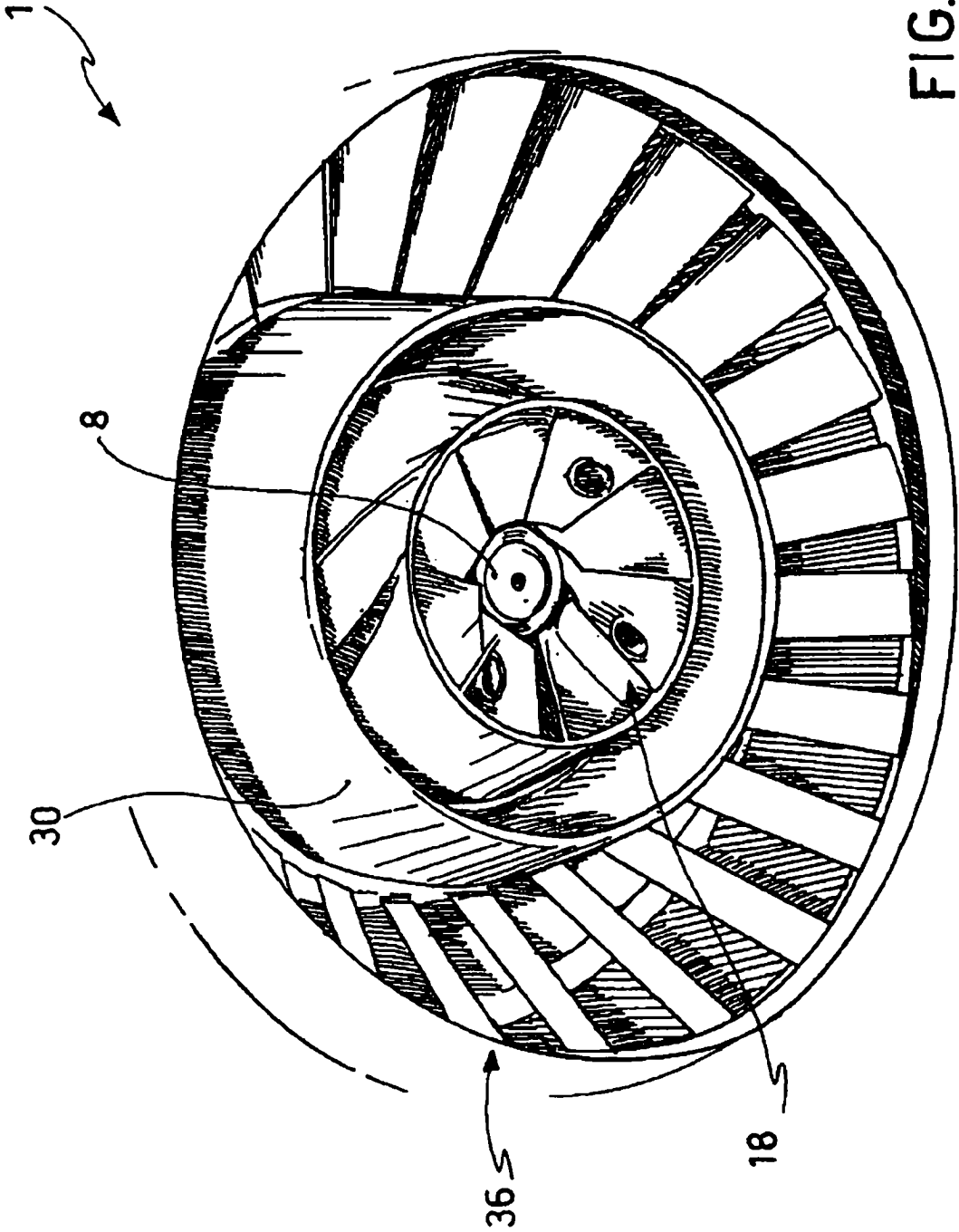
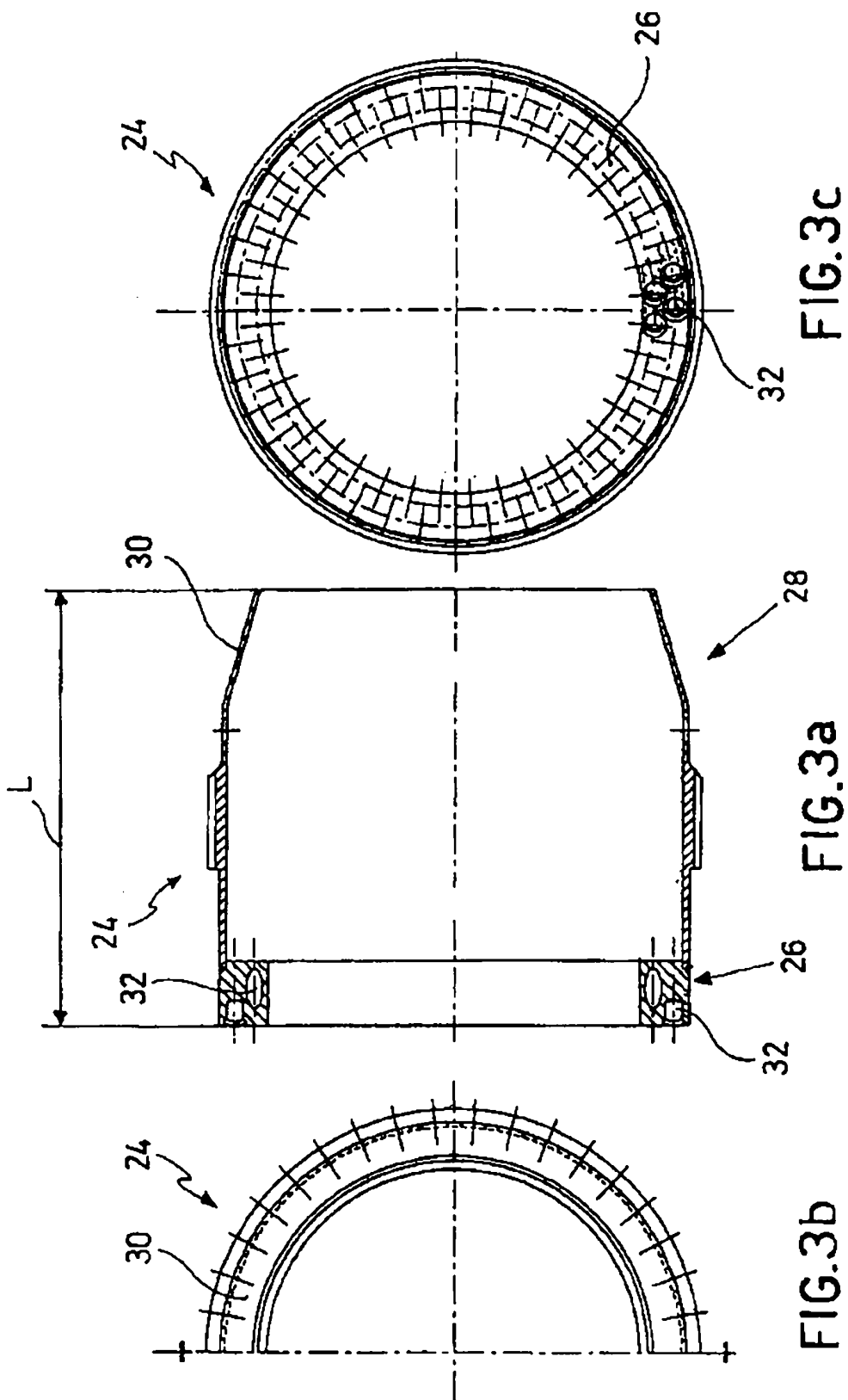
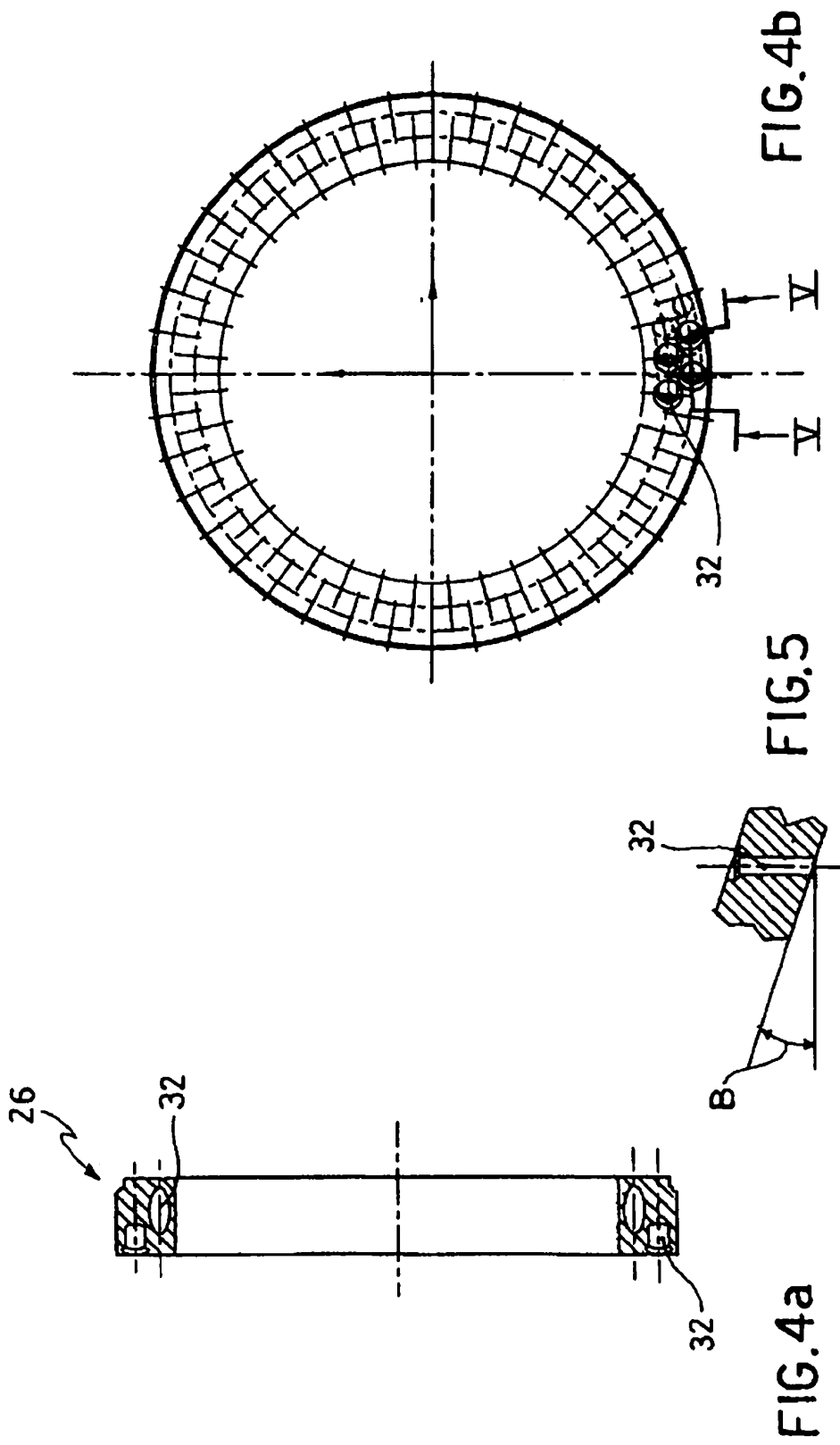


FIG. 2





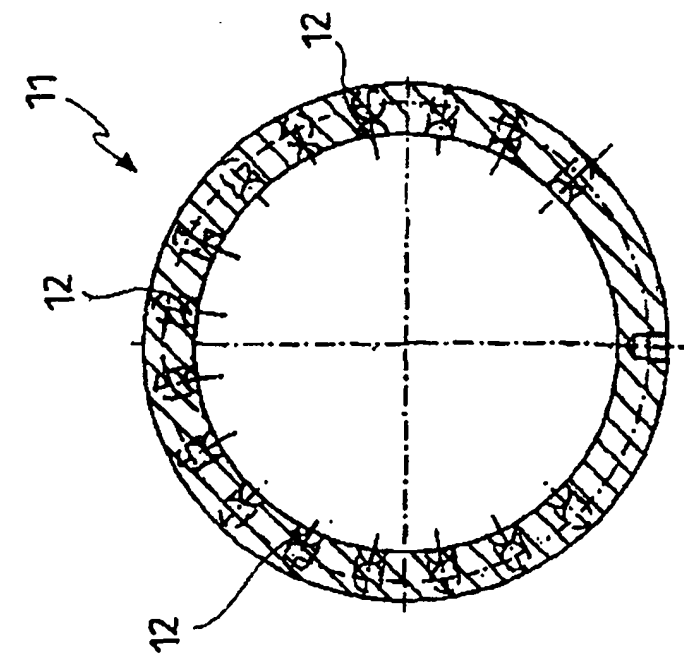


FIG. 6b

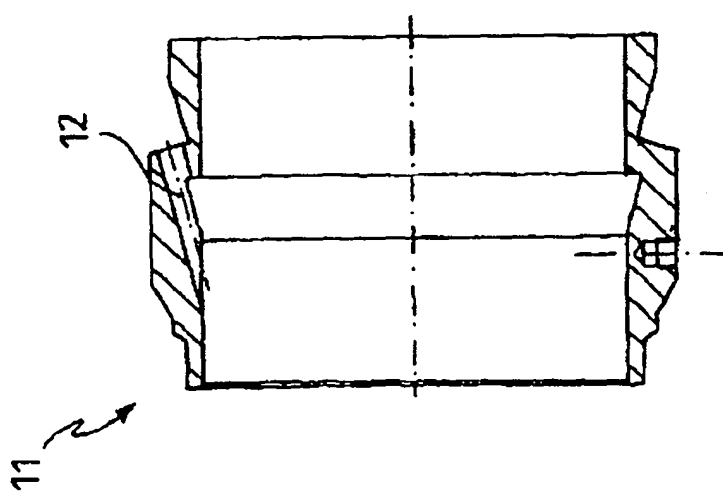


FIG. 6a

ES 2 306 925 T3

Gas pobre	H ₂ [% vol]	CO [% vol]	H ₂ O [% vol]	N ₂ [% vol]	CO ₂ [% vol]	CH ₄ [% vol]	Velocidad de la llama [m/s]	Valor calorífico inferior [MJ/kg]
A	27	33	35	2	3	-	1,60	8,60
B	9	16	-	46	14	15	0,39	7,30
C	10	10	26	25	8	21	0,35	10,00
D	2	17	-	48	14	19	0,30	7,30

Figura 7