

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 565**

51 Int. Cl.:

**F23R 3/14** (2006.01)

**F23R 3/28** (2006.01)

**F23R 3/34** (2006.01)

**F23R 3/36** (2006.01)

**F23D 14/78** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.08.2017 PCT/EP2017/070936**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018 WO18041647**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2017 E 17754355 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3475616**

54 Título: **Un quemador con suministro de combustible y aire incorporado en una pared del quemador**

30 Prioridad:

**31.08.2016 EP 16186587**

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

**24.03.2021**

73 Titular/es:

**SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG  
(100.0%)**

**Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**JOHANSSON, NICKLAS;  
LARFELDT, JENNY;  
LUNDGREN, JAN-ERIK;  
MOELL, DANIEL y  
MUNKTELL, ERIK**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 813 565 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

Un quemador con suministro de combustible y aire incorporado en una pared del quemador

La presente invención se refiere a un quemador, una cámara de combustión de una turbomáquina, específicamente un motor de turbina de gas, a un método para hacer funcionar tal quemador y a un método de fabricación.

5 **Antecedentes de la invención**

Los motores de turbina de gas, como un ejemplo de turbomáquina, comprenden, como componentes principales, un compresor, una cámara de combustión y una turbina de expansión. Para las cámaras de combustión, existen diferentes diseños, por ejemplo, cámaras de combustión anulares o cámaras de combustión canulares. La propia cámara de combustión está compuesta por un quemador a través del cual se proporciona combustible a un espacio de combustión y una cámara de combustión para encapsular el espacio de combustión. El espacio de combustión también está provisto de fluido que contiene oxígeno para la combustión, específicamente aire proporcionado desde el compresor.

A los quemadores se les pueden suministrar diferentes tipos de combustible. Algunos quemadores pueden incluso estar diseñados para funcionar (alternando o en paralelo) con dos tipos de combustibles, específicamente combustible gaseoso y combustible líquido.

De manera adicional, los quemadores pueden estar diseñados para funcionar en condiciones pobres, de modo que las emisiones, específicamente NOx y CO se mantengan bajas. Bajo una condición pobre, se considera una mezcla de combustible y aire en la que se quema la totalidad o la mayor parte del combustible. Para tal funcionamiento pobre, habitualmente, se proporciona el denominado combustible principal. Para el funcionamiento transitorio, por ejemplo, durante el arranque de la turbomáquina, se puede proporcionar combustible adicional como el llamado combustible piloto para estabilizar la llama y evitar la dinámica de combustión.

Habitualmente, los puntos de inyección dentro del quemador difieren entre el combustible principal y el combustible piloto, en algunos casos, incluso se proporcionan diferentes tipos de combustible como combustible principal y piloto. Por lo tanto, las tuberías de combustible pueden estar presentes en el exterior del quemador para proporcionar el combustible principal y piloto a sus puntos de inyección de combustible respectivos.

El quemador de un motor de turbina de gas está rodeado en su mayoría por aire proporcionado a través de una entrada al compresor. Pasado el compresor, ignorando pasos intermedios y cavidades, el aire puede ser despachado como aire comprimido al interior de quemador, por ejemplo, guiando el aire a través de unas ranuras entre las palas de remolino como parte del quemador o estando acopladas al quemador. Estas palas de remolino generan un flujo remolinado del aire, en cuyo interior habitualmente se inyecta el combustible principal para una buena mezcla de combustible y aire.

El aire circundante alrededor del quemador puede, como efecto secundario, también ayudar a refrigerar las tuberías de combustible mencionadas en el exterior del quemador. Por otro lado, estas tuberías de combustible pueden alterar el flujo de aire.

Además del suministro de combustible mencionado y el remolino mencionado, pueden existir medios para refrigerar paredes calientes, como paredes del quemador o de la cámara de combustión. Habitualmente, la refrigeración se lleva a cabo guiando el aire comprimido a regiones específicas del quemador y la cámara de combustión, mediante el uso de principios como la refrigeración por película, la refrigeración por efusión o la refrigeración por choque.

Si la refrigeración no es suficiente durante algunos modos de funcionamiento, el combustible líquido puede provocar la carbonización de paredes calientes que no estén suficientemente refrigeradas. Si no se refrigera lo suficiente, también puede tener lugar la carbonización dentro de las tuberías de suministro de combustible.

Todas las funcionalidades mencionadas del quemador conducen en consecuencia a un tiempo notable de fabricación y montaje, por ejemplo, si es necesario montar una serie de componentes del quemador para construir el quemador en general.

Un diseño de quemador específico, que puede exponerse más adelante con más detalle, se conoce a partir de los documentos documento EP 2 650 612 A1, US 6.210.152 B1 o EP 3 059 500 A1, en los que una sección de remolino va seguida de una sección de mezcla y nuevamente seguida de una sección de salida, que a su vez está conectada a una zona de combustión principal. El combustible principal se puede proporcionar en la sección de remolino, mientras que el combustible piloto se puede proporcionar en la sección de salida. Se conoce otro quemador relacionado de una turbomáquina a partir del documento US 2012/291439 A1.

## Sumario de la invención

La presente invención pretende mitigar estos inconvenientes.

Este objetivo se logra mediante las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes describen desarrollos y modificaciones ventajosos de la invención.

5 De acuerdo con la invención, se proporciona un quemador de una turbomáquina, específicamente un motor de turbina de gas, que comprende una sección de quemador aguas arriba, una sección de quemador intermedia y una sección de quemador aguas abajo. La sección de quemador aguas arriba está dispuesta para proporcionar un primer combustible (habitualmente denominado combustible principal), gaseoso o líquido, y un fluido que contiene oxígeno (habitualmente aire) a un extremo aguas arriba de un interior de quemador. El interior de quemador es sustancialmente un espacio hueco en el que puede tener lugar una mezcla de combustible y del fluido que contiene oxígeno. La sección de quemador aguas abajo está dispuesta para proporcionar un segundo combustible (habitualmente denominado combustible piloto), preferentemente en forma gaseosa, a un extremo aguas abajo del interior de quemador o a una cámara de combustión, que generalmente se encuentra aguas abajo del quemador. La sección de quemador intermedia está ubicada entre la sección de quemador aguas arriba y aguas abajo y habitualmente define una zona de mezcla para mezclar aún más el primer combustible y el fluido que contiene oxígeno. La sección de quemador intermedia también podría denominarse un mezclador. La sección de quemador intermedia comprende una pared anular, preferentemente cilíndrica, que rodea una sección media del interior de quemador. La pared anular, a su vez, comprende un paso de fluido refrigerante anular (o ranura de fluido), específicamente para guiar el fluido que contiene oxígeno, y un paso de combustible anular (ranura de combustible) para guiar el segundo combustible a la sección de quemador aguas abajo, estando el paso de combustible anular más distante al interior de quemador que el paso de fluido refrigerante anular. Así mismo, la sección de quemador aguas arriba comprende al menos un tubo de combustible integrado a través de un cuerpo de la sección de quemador aguas arriba, que está configurado para alimentar el paso de combustible anular.

Mediante esta configuración, la pared anular comprende tres paredes concéntricas separadas por el paso de fluido refrigerante anular y el paso de combustible anular. El paso de fluido refrigerante anular refrigera la pared anular y/o actúa como un escudo térmico para el paso de combustible anular.

Al tener una configuración anular del paso de combustible anular, la distribución de combustible alrededor de la circunferencia es uniforme. Además, el paso de fluido refrigerante anular permite una distribución uniforme del fluido refrigerante. Ambas funcionalidades evitan los puntos calientes locales.

30 Tal y como se ha indicado, la sección de quemador aguas arriba comprende al menos un tubo de combustible integrado a través de un cuerpo de la sección de quemador aguas arriba, que está configurado para alimentar el paso de combustible anular. Esto permite integrar todas las funcionalidades de alimentación de combustible dentro del cuerpo o las paredes del quemador. No se necesita una tubería externa que deba conectarse al exterior del quemador.

35 Los términos "aguas arriba"/"aguas abajo"/"media(corriente)" se utilizan para indicar una dirección a lo largo del eje del quemador y son relativos a una dirección de flujo de combustible. Aunque algunos fluidos se arremolinen, al final, se puede establecer una dirección de desplazamiento principal desde un extremo aguas arriba del quemador hasta la salida (extremo aguas abajo) del quemador. La salida liberará el fluido hacia el interior de la cámara de combustión, que, por lo tanto, estará nuevamente aguas abajo del quemador.

40 El término "interior" y "exterior" se utiliza con respecto a una dirección radial del quemador, suponiendo que se puede definir un eje de un quemador al que la dirección radial es perpendicular. Una cavidad radial hacia dentro (el interior de quemador) está rodeada radialmente hacia fuera por la pared anular. Más allá de esa pared anular, es decir, radialmente más hacia fuera, se define un quemador exterior. Se supone que el exterior del quemador debe ser un espacio hueco para guiar el fluido que contiene oxígeno comprimido proporcionado desde un compresor de la turbomáquina.

45 En una realización, la pared anular puede comprender además una pluralidad de orificios de refrigeración por película que perforan la pared anular desde un exterior del quemador hasta la sección media del interior de quemador, perforando los orificios de refrigeración por película el paso de fluido refrigerante anular y perforando el paso de combustible anular, pero estando separados de manera fluida, es decir, sin conexión, del paso de fluido refrigerante anular y del paso de combustible anular. Esto permite la refrigeración por película de una superficie interior de la pared anular. El fluido para refrigerar por película puede ser preferentemente el fluido que contiene oxígeno, es decir, aire.

50 En una realización adicional, la pared anular puede comprender además al menos un orificio de entrada de fluido refrigerante que proporciona fluido refrigerante al paso de fluido refrigerante anular, es decir, el fluido que contiene oxígeno circundante o aire comprimido que puede usarse para refrigerar, desde un exterior del quemador, perforando el orificio de entrada de fluido refrigerante el paso de combustible anular, pero estando separado de manera fluida del

paso de combustible anular. Por lo tanto, hay una barrera local alrededor del orificio de entrada de fluido refrigerante, de modo que este orificio de entrada está sellado contra el paso de combustible anular. No existe una conexión fluida entre el paso de combustible anular y el orificio de entrada de fluido refrigerante.

5 En otra realización más, la pared anular puede comprender además una pluralidad de orificios de efusión (es decir, orificios de refrigeración por efusión) para eyectar fluido refrigerante desde el paso de fluido refrigerante anular a la región media del interior de quemador, en donde, preferentemente, los orificios de efusión se distribuyen alrededor de una circunferencia y a lo largo de una longitud axial de la sección de quemador intermedia. El patrón de los orificios de efusión puede variar en cualquier dirección o puede permanecer distribuido de manera uniforme. Los orificios de efusión proporcionan refrigeración de la superficie interior de la pared anular.

10 En una realización, el paso de fluido refrigerante anular y el paso de combustible anular pueden definirse cada uno como una ranura con una expansión a lo largo de una longitud axial completa de la sección de quemador intermedia, es decir, expandiéndose desde la sección de quemador aguas arriba hasta la sección de quemador aguas abajo. Esto permite definir un acto como un escudo de refrigeración para la totalidad de la sección de quemador intermedia.

15 En una realización adicional, la pared anular comprende además elementos espaciadores dentro del paso de fluido refrigerante anular y/o el paso de combustible anular, en donde los elementos espaciadores pueden estar físicamente conectados a (únicamente) una superficie y pueden estar únicamente en contacto holgado con una superficie opuesta del paso anular respectivo. El elemento espaciador puede estar formado como una protuberancia de distancia, específicamente en forma de hemisferio o semicilindro. El semicilindro puede tener una extensión del cilindro en dirección axial. El "contacto holgado" define que el paso está libre de puntales que de otro modo podrían conectar de manera sólida las dos superficies opuestas. Por lo tanto, el elemento separador únicamente toca la superficie opuesta a través de un contacto de rodamiento, pero no está conectado de manera fija.

25 Ventajosamente, la pared anular puede ser un componente formado integralmente, unido con la sección de quemador aguas arriba y la sección de quemador aguas abajo. De manera alternativa, la sección de quemador aguas arriba, la sección de quemador intermedia y la sección de quemador aguas abajo pueden ser, en conjunto, un componente formado integralmente, por lo que, en consecuencia, el quemador completo puede estar formado integralmente. "Formado integralmente" significará que el componente es monolítico, es decir, está fabricado en un único proceso de fabricación como una única pieza, sin tener una etapa de unión posterior. Entonces, el quemador puede ser una única pieza. Dicho de otra forma, los componentes del quemador están totalmente integrados entre sí.

30 Utilizar la fabricación por adición permite crear estructuras complejas y precisas, como la configuración de tres paredes o incrustar las funcionalidades de refrigeración mencionadas en el quemador y la pared anular.

El quemador puede comprender componentes adicionales aún no introducidos. En concreto, la sección de quemador aguas arriba puede comprender una pluralidad de palas de remolino, proporcionando cada una de las palas de remolino preferentemente un tubo de combustible integrado, específicamente para guiar el combustible piloto, que está configurado para alimentar el paso de combustible anular.

35 Asimismo, se puede integrar un suministro de combustible principal en el cuerpo del quemador. Por ejemplo, la pluralidad de palas de remolino puede comprender cada una una línea de suministro de combustible adicional integrada, estando la línea de suministro de combustible adicional, específicamente para el combustible principal, configurada para alimentar las primeras boquillas de combustible para eyectar el primer combustible hacia el interior del extremo aguas arriba de un interior de quemador, estando las primeras boquillas de combustible distribuidas preferentemente sobre una superficie de la pala de remolino.

40 La sección de quemador aguas arriba puede proporcionar un remolino y primeras boquillas de combustible para remolinar el aire e inyectar el primer combustible, específicamente el combustible principal, en el aire remolinado, la sección de quemador intermedia puede proporcionar una zona de premezcla para mezclar el aire y el primer combustible inyectado, y la sección de quemador aguas abajo puede proporcionar una punta de quemador y segundas boquillas de combustible para eyectar el segundo combustible, generalmente el combustible piloto.

45 Además, la invención está relacionada con una cámara de combustión, que comprende una pluralidad de quemadores, como se explicó anteriormente, y al menos una cámara de combustión, específicamente una cámara de combustión anular o canular, dispuestos aguas abajo del quemador o quemadores. Canular es una configuración en la que un quemador y una cámara de combustión forman un par y varios de estos pares están dispuestos de manera anular alrededor de un eje de la turbomáquina.

50 Hasta ahora, el centro de atención no ha sido el suministro de combustible al quemador. En una realización de la invención, un árbol de quemador puede estar acoplado a la sección de quemador aguas arriba y puede comprender al menos un canal de suministro para proporcionar el primer combustible y/o el segundo combustible al quemador. Preferentemente, dos canales de suministro, uno para combustible principal y otro para combustible piloto, están

provistos en el árbol de quemador. El combustible principal puede estar, por ejemplo, provisto en forma de una tubería, y el combustible piloto en forma de un paso anular que rodea esa tubería.

5 Un método de funcionamiento de un quemador como se explicó anteriormente, que no está cubierto por la presente invención, comprende las etapas de: (a) proporcionar aire, como fluido que contiene oxígeno y también como fuente de fluido refrigerante, al exterior de un quemador con un nivel de presión de aire dado, de modo que el aire es guiado hacia el interior y guiado dentro del paso de fluido refrigerante anular; (b) suministrar el primer combustible al quemador; y (c) suministrar el segundo combustible al quemador con un segundo nivel de presión de combustible dado, de modo que el segundo combustible sea proporcionado al paso de combustible anular y sea guiado dentro del paso de combustible anular.

10 Más allá de eso, un método para fabricar un quemador como se definió anteriormente, que tampoco está cubierto por la presente invención, comprende la etapa de fabricar por adición la pared anular como un componente formado integralmente. De manera alternativa, el método comprende la etapa de fabricar por adición la sección de quemador aguas arriba, la sección de quemador intermedia y la sección de quemador aguas abajo, en conjunto, como un componente formado integralmente, es decir, un único componente. Preferentemente, las etapas de fabricación por adición se llevan a cabo mediante fusión selectiva por láser o sinterización selectiva por láser, de modo que el componente es construido capa por capa y el material de las capas vecinas se fusionan entre sí para formar un componente sólido.

15 Por lo tanto, el quemador se puede fabricar como una única pieza con todas las funcionalidades incorporadas en sus paredes sólidas. Así pues, se reducen las etapas de fabricación. Además, se pueden incorporar funcionalidades más detalladas y más complejas en el quemador en comparación con los métodos de fabricación tradicionales.

Además, se han divulgado y se divulgarán ejemplos en las siguientes secciones con referencia a motores de turbina de gas. La invención también es aplicable para cualquier tipo de motores que incorporen un quemador.

25 Los aspectos definidos anteriormente, así como los aspectos adicionales de la presente invención, resultarán evidentes a partir de los ejemplos de la realización que se desea describir a continuación en el presente documento y se explican con referencia a los ejemplos de la realización.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describen las realizaciones de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, de los que:

30 figura 1 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una realización a modo de ejemplo de un quemador de la invención;

figura 2 ilustra una sección transversal de una sección de quemador intermedia a lo largo de II-II de la figura 1;

figura 3 muestra una sección de una sección de quemador intermedia, que muestra un orificio de refrigeración por película incrustado;

35 figura 4 ilustra esquemáticamente una alternativa de una sección de quemador intermedia con elementos espaciadores incorporados;

figura 5 ilustra una sección transversal de una sección de quemador intermedia a lo largo de V-V de la figura 4;

figura 6 muestra una vista en sección transversal de una pala de remolino que muestra líneas de suministro de combustible en sus palas;

40 figura 7 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una realización a modo de ejemplo adicional de un quemador de la invención, que corresponde a las figuras 4 y 5;

figura 8 muestra una vista en sección transversal ampliada de la figura 7, enfocándose en el suministro y la eyección de aire refrigerante hacia/desde un paso de fluido refrigerante anular del quemador;

figura 9 muestra una vista en sección transversal de un quemador alternativo que ilustra una pared anular con ranuras anulares incorporadas.

45 La ilustración en los dibujos es esquemática. Se observa que, para elementos similares o idénticos en diferentes figuras, se utilizarán los mismos signos de referencia.

Algunas de las funcionalidades y especialmente las ventajas se explicarán para una turbina de gas montada y en funcionamiento, pero, obviamente, las funcionalidades se pueden aplicar también a los componentes individuales de la turbina de gas, aunque pueden mostrar las ventajas únicamente una vez montadas y durante el funcionamiento. No obstante, cuando se explica por medio de una turbina de gas durante el funcionamiento, ninguno de los detalles debería limitarse a una turbina de gas mientras está en funcionamiento.

A continuación, los problemas y la solución propuesta se explicarán principalmente para una cámara de combustión anular, pero los principios también pueden aplicarse a diferentes tipos de cámaras de combustión, como una cámara de combustión canular.

### Descripción detallada de la invención

La figura 1 representa un quemador 1 a modo de ejemplo que muestra el concepto de la invención. El quemador 1 se muestra en una vista en sección transversal y las figuras consecutivas pueden mostrar vistas detalladas o una implementación alternativa de ese quemador 1. Este quemador 1 puede ser parte de un motor de turbina de gas y puede usarse para una cámara de combustión anular. El quemador 1 puede comprender una sección de quemador aguas arriba 2, una sección de quemador intermedia 3 y una sección de quemador aguas abajo 4. Aguas arriba de la sección de quemador aguas arriba 2, puede estar presente un árbol de quemador 5 para proporcionar combustible al quemador. 1. La sección de quemador aguas arriba 2 puede ser específicamente un remolino 40 para mezclar combustible con aire y puede comprender también una pieza de transición que conecta el remolino 40 con la sección de quemador intermedia 3. Siguiendo en dirección axial del quemador 1, la sección de quemador intermedia 3 sigue a la sección de quemador aguas arriba 2 y proporciona una zona de premezcla 41 para mezclar aún más el aire y el combustible proporcionados anteriormente. Más aguas abajo, la sección de quemador aguas abajo 4 está presente y específicamente proporciona también una punta de quemador 42. La sección de quemador aguas arriba 2, la sección de quemador intermedia 3 y la sección de quemador aguas abajo 4 en conjunto encierran un interior de golpeador 6. En varias ubicaciones del quemador 1, el interior de quemador 6 estará conectado de manera fluida a un exterior 7 del quemador 1 a través de pasos para pasar aire o fluido refrigerante.

Como se ha indicado anteriormente, en la sección de quemador aguas arriba 2 está presente el remolino 40. El remolino 40 está compuesto por una pluralidad de palas de remolino 9. Cada pala de remolino 9 luego se aúna en dirección axial con las paredes de la sección intermedia 3. Las palas de remolino 9 y la sección de transición consecutiva pueden ambas definirse como un cuerpo 8 de la sección de quemador aguas arriba 2. Incorporado en este cuerpo 8, se incluye un paso de combustible para combustible piloto. Este paso de combustible, identificado como el tubo de combustible 30, proporcionará combustible piloto a la sección de quemador intermedia 3 más aguas abajo.

En el ejemplo, la sección de quemador intermedia 3 está configurada sustancialmente como una pared anular cilíndrica 10. Sin embargo, la pared anular 10 también puede tener una forma diferente, siempre y cuando sea anular alrededor de un espacio. La pared anular 10 define a lo largo de su longitud axial una configuración cilíndrica de tres paredes en la que están realizados un paso de fluido refrigerante anular 11 y un paso de combustible anular 12. El paso de combustible anular 12 define un paso anular para el combustible piloto proporcionado desde la sección de quemador aguas arriba 2. Dentro de la sección de quemador intermedia 3, el paso de combustible anular 12 guía el combustible piloto hacia la sección aguas abajo 4.

El paso de fluido refrigerante anular 11 es suministrado por fluido refrigerante, específicamente aire, desde el exterior 7 del quemador 1 y guía este fluido refrigerante a lo largo de la sección de quemador intermedia 3. El paso de fluido refrigerante anular 11 está ubicado radialmente hacia dentro de la pared anular 10, en comparación con el paso de combustible anular 12. Eso significa que el paso de fluido refrigerante anular 11 actúa como un escudo de temperatura de modo que el calor no afecte drásticamente al paso de combustible anular 12.

Otras funcionalidades de refrigeración pueden estar presentes, específicamente en la sección de quemador intermedia 3. Por ejemplo, los orificios de refrigeración por película 13 pueden estar ubicados en diferentes posiciones a lo largo de la sección de quemador intermedia 3. Los orificios de refrigeración por película 13 simplemente perforarán la pared anular 10 sin aunarse con el paso de combustible anular 12 y/o el paso de fluido refrigerante anular 11. Dentro del árbol de quemador 5 está incorporado un primer canal de suministro 35 para el combustible principal. Además, el árbol de quemador 5 está configurado para guiar el combustible piloto a través de un segundo canal de suministro 35. El combustible piloto es guiado desde el segundo canal de suministro 34 a través del tubo de combustible 30, que está incorporado dentro de las palas de remolino 9, hacia el paso de combustible anular 12 de la sección de quemador intermedia 3. El combustible principal proporcionado desde el primer canal de suministro 35 se proporciona a las palas de remolino 9 para ser inyectado en el interior 6 del quemador a través de boquillas de combustible incorporadas en la pala de remolino 9.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que los quemadores con una geometría diferente pueden inyectar combustible principal en diferentes puntos y no únicamente a través de las superficies de las palas de remolino.

El quemador 1 que se muestra en la figura 1 es sustancialmente simétrico alrededor de un eje que se indica con la letra A. Además, una dirección radial se indica en la figura con la letra R.

5 Este quemador 1 puede usarse en una cámara de combustión anular o en una cámara de combustión canular. La cámara de combustión, que está aguas abajo del quemador 1, se resalta en la figura de manera abstracta como cámara de combustión 50.

A partir de esta configuración de la figura 1 en las siguientes figuras, se explicarán varios detalles de esta configuración.

10 La figura 2 es una vista en sección transversal a lo largo de una línea II-II que se indica en la figura 1. Como se puede ver en la figura 2, el paso de combustible anular 12 y el paso de refrigeración anular 11 son simplemente ranuras estrechas en la pared anular 10. La pared anular 10 define una estructura circular de tres paredes en la que se incorporan dos ranuras, el paso de combustible anular 12 y el paso de refrigeración anular 11. En una realización específica, en la vista en sección transversal de la figura 2, las ranuras son circulares. En una realización alternativa, estas ranuras también pueden ser ovaladas en vista en sección transversal.

15 La figura 3 muestra una modificación de la figura 2 y únicamente una sección de la pared anular 10 de la figura 2, en la que está presente un orificio de refrigeración por película 13. Si bien el orificio de refrigeración por película 13 puede estar en ángulo, la figura 2 está simplificada y muestra el orificio de refrigeración 13 para conectar el exterior de la pared 10 con el interior radial del quemador interior 6 y perforar la pared anular 10 total. El orificio de refrigeración por película 13 está completamente rodeado por el material de la pared anular 10, de modo que el orificio de refrigeración por película 13 es un paso a través de la pared anular 10. En esa región del orificio de refrigeración por película 13, el paso de combustible anular 12 y el paso de fluido refrigerante anular 11 se interrumpen localmente, ya que una pared limitrofe rodea y abarca el orificio de refrigeración por película 13.

20 La figura 4 y la figura 5 muestran elementos espaciadores 20 ubicados dentro del paso de combustible anular 12 y/o el paso de fluido refrigerante anular 11 en vistas en sección transversal de la pared anular 10. Los elementos separadores 20 pueden estar presentes por razones de estabilidad y para mantener abiertos los pasos 11, 12 incorporados. Por ejemplo, como se muestra en la figura 5 para el paso de combustible anular 12, dos elementos separadores 20 pueden estar alineados entre sí y orientados entre sí. De manera alternativa, también mostrado en la figura 5 para el paso de fluido refrigerante anular 11, puede estar presente un único elemento separador en la pared anular 10 y específicamente una de las superficies de los pasos 11, 12. Los elementos separadores 20 pueden ser hemisferios o componentes semicilíndricos. La configuración semicilíndrica se indica en la figura 4, en la que los elementos separadores 20 muestran un alargamiento a lo largo de una dirección axial.

30 La figura 5 representa la misma configuración que la figura 4 y es una vista en sección transversal a lo largo de la línea V-V de la figura 4. Lo que queda claro a partir de las figuras 4 y 5 es que los elementos separadores 20 únicamente están conectados a una de las superficies de los pasos 11, 12 respectivos. Específicamente, los elementos separadores 20 no son nervaduras o puntales continuos para unir dos paredes. Esto puede ser importante, ya que la transferencia de calor debe reducirse o puede resultar imposible a través de los elementos espaciadores de un único lado 20. Como ejemplo de un elemento espaciador 20 para el paso de fluido refrigerante anular 11, se proporciona un único elemento espaciador 20 sobre una superficie radial orientada hacia dentro 21 del paso de fluido refrigerante anular 11. En la superficie opuesta, una superficie radial hacia fuera 22 de ese paso 11, no hay presente un elemento separador 20 adicional.

40 La figura 6 muestra ahora un segmento de una vista en sección de la sección de quemador aguas arriba 2. La sección es un corte a través de una de las palas de remolino 9. Las palas de remolino 9 y una sección de transición consecutiva también se indican como cuerpo 8. A través de la pala de remolino 9 y el cuerpo 8 se incorpora un tubo de combustible 30, que guía el combustible piloto a los componentes aguas abajo del quemador 1. Más allá de eso, otra línea de suministro de combustible 31 para un combustible principal también se muestra en esta vista en sección transversal. Esta línea de suministro de combustible adicional también está incorporada dentro de la pala de remolino 9. Las boquillas de combustible principales 32 como primeras boquillas de combustible están presentes sobre una superficie de la pala de remolino 9. En concreto, está presente una pluralidad de boquillas de combustible principales 32. Esto permite inyectar combustible principal en el aire que pasa como fluido que contiene oxígeno, que es guiado entre dos palas de remolino 9 adyacentes para una mayor mezcla y guía hacia el interior de quemador 6.

50 La figura 7 muestra ahora una variante adicional del quemador 1 introducido anteriormente como se introdujo en la figura 1. De nuevo, se muestran una sección de quemador aguas arriba 2, una sección de quemador intermedia 3 y una sección de quemador aguas abajo 4. La sección de quemador aguas arriba 2 comprende nuevamente un remolino 40. También las boquillas de combustible principales 32 se indican de nuevo sobre una superficie de la pala de remolino 9. De igual modo que anteriormente, un paso de combustible anular 12 está presente en la pared anular 10 de la sección de quemador intermedia 3. Como antes y de acuerdo con la invención, el paso de fluido refrigerante anular 11 está presente radialmente hacia dentro en comparación con el paso de combustible anular 12 con respecto a un eje de quemador.

- En primer lugar, se toma un enfoque específico en el interior de quemador 6 en la región de la sección de quemador intermedia 3. Esta área también se denomina zona de premezcla 41. De nuevo, orificios de refrigeración por película 13 están presentes en la sección de quemador intermedia 3. Para proporcionar aire al paso de fluido refrigerante anular 11, los orificios de entrada de fluido refrigerante 14 están presentes en la pared anular 10. Únicamente dos de estos orificios de entrada de fluido refrigerante 14 se muestran en la figura 7, pero una pluralidad de estos orificios de entrada de fluido refrigerante puede estar presente alrededor de una circunferencia de la pared anular 10. Los orificios de entrada de fluido refrigerante 14 están conectados de manera fluida al paso de fluido refrigerante anular 11. Además, los orificios de entrada de fluido refrigerante 14 perforan la pared anular 10 de manera que no existe una conexión fluida con el paso de combustible anular 12.
- 5 Cabe destacar que la figura 7 se centra en la entrada de aire refrigerante al paso de fluido refrigerante anular 11 y no muestra funcionalidades para evacuar de nuevo este paso de fluido refrigerante 11. Esto puede mostrarse en la figura 8 en su lugar.
- 10 La figura 8 también muestra específicamente una transición desde el paso de combustible anular 12 hasta una salida 44 en la punta de quemador 42. En una realización, que no se muestra en la figura 8, el paso de combustible anular 12 se aúna directamente con la boquilla o boquillas de combustible piloto, que puede ser una salida anular o una pluralidad de orificios dispuestos sobre la cara de la punta de quemador 42. Por lo tanto, en esta configuración, las boquillas de combustible piloto 33 están ubicadas sobre la cara de la punta de quemador 42. En esta configuración, el combustible puro se expulsa, específicamente se difunde, hacia el interior de la cámara de combustión.
- 15 En una configuración diferente, como se muestra en la figura 8, el paso de combustible anular 12 permite la expulsión del combustible piloto a través de las boquillas 33 de combustible piloto hacia el interior de una zona de premezcla local 43, en la que se mezcla combustible piloto, específicamente con aire, antes de que la mezcla se expulse finalmente a través de la salida 44 hacia el interior de la cámara de combustión.
- 20 El aire para la zona de premezcla local 43 puede ser una fracción de aire ramificado del paso de fluido refrigerante anular 11 (que no se muestra) o puede ser proporcionado desde pasos de suministro de aire separados (que no se muestran) que conducen hacia el interior de la zona de premezcla local 43. La configuración con aire adicional para la premezcla local puede denominarse combustible piloto con aire auxiliar.
- 25 Las boquillas de fluido piloto 33 también pueden denominarse segundas boquillas de combustible en este documento, pues el combustible piloto también puede denominarse segundo combustible.
- 30 Como puede verse en las figuras 7 y 8, el combustible piloto es guiado a través de una estructura de pared a lo largo de la longitud axial del quemador 1. En concreto, el combustible piloto es guiado dentro de las palas de remolino 9, la pared anular 10 de la sección de quemador intermedia 3 y dentro de una pared de la sección de quemador aguas abajo 4 que termina en una región de punta 42 del quemador 1 para eyectar el combustible piloto hacia el interior de la cámara de combustión.
- 35 La figura 8 también muestra este sistema de paso de combustible piloto centrándose en la pared anular 10 y la sección de quemador aguas abajo 4. De manera adicional, un foco principal de la figura 8 es la eyección de aire del paso de fluido refrigerante anular 11. El aire proporcionado a través del orificio de entrada de fluido refrigerante 14 se distribuye en el paso de fluido refrigerante anular 11 y puede ser expulsado a través de numerosos orificios de efusión 15. Los orificios de efusión pueden proporcionar refrigeración por efusión del interior de la pared anular 10. Para esto, los orificios de efusión 15 pueden distribuirse a lo largo de una longitud axial de la pared anular 10. Además, los orificios de efusión 15 también pueden distribuirse alrededor de una circunferencia de la pared anular 10. Por lo tanto, una región de superficie expandida puede estar provista de refrigeración por efusión en la región de la sección de quemador intermedia 3.
- 40 Todas estas realizaciones muestran varias ventajas que ahora se resumirán a continuación. El quemador 1 muestra una geometría simplificada que se puede fabricar mediante tecnología de fabricación por adición, por ejemplo, fusión selectiva por láser o sinterización selectiva por láser. De esta manera, los conductos de combustible y aire pueden incorporarse en una estructura de carga del quemador. La alimentación de combustible piloto se puede incorporar dentro del remolino y el tubo de mezcla en lugar de tener una línea de suministro piloto separada en el exterior del quemador. En consecuencia, el flujo de aire alrededor del quemador ya no se verá afectado por una tubería de combustible exterior. Por lo tanto, el aire no se verá afectado y se logrará un mejor flujo de aire bien definido hacia el interior de quemador. El tamaño del paso de combustible piloto integrado, el paso de combustible anular 12, es fácil de ajustar, si fuese necesario, para acomodar una especificación de combustible específica. Más allá de eso, la configuración de la pared anular al tener un paso de combustible anular 12 permite una distribución más uniforme del combustible piloto alrededor de la circunferencia en la punta de quemador 42. Además, este nuevo diseño permite reducir la cantidad de componentes que de otro modo serían necesarios para el montaje del quemador y, por eso, también se reduce la cantidad de etapas de soldadura y operaciones de fabricación.
- 45
- 50
- 55

El paso de fluido refrigerante anular integrado 11 actúa como un escudo térmico para el calor que afecta de otro modo al paso de combustible anular 12. Por lo tanto, contrarresta la carbonización en caso de combustible líquido.

La alimentación de combustible piloto integrada a través del paso de combustible anular 12 y los componentes correspondientes posibilitan la flexibilidad del combustible, por ejemplo, combustibles de alto a bajo contenido calorífico.

El flujo uniforme de la inyección de combustible piloto eventualmente también mejorará las emisiones, ya que las condiciones para la combustión también se mejoran por el combustible piloto integrado dentro de la pared anular 10. Más allá de eso, la distribución mejorada en la punta de quemador 42 también da como resultado una mejor condición para la combustión y permite posibilidades de emisiones mejoradas.

Si están presentes orificios de refrigeración por película 13 o elementos espaciadores 20 dentro de la pared anular 10, estos pueden actuar, de manera adicional, como turbuladores para el paso de combustible anular 12, lo que en consecuencia ayuda a igualar el flujo de combustible piloto dentro del paso de combustible anular 12.

Los elementos separadores 20 pueden considerarse como protuberancias de distancia para asegurar una altura mínima de ranura e incluso proporcionar alturas de ranura variables dentro del paso de combustible anular 12 o el paso de fluido refrigerante anular 11.

Debido a la funcionalidad de refrigeración mejorada debido a los orificios de efusión 15, esta configuración reduce la probabilidad de carbonización y también reduce el riesgo de que la llama regrese dentro de la sección de quemador intermedia 3. Una protección de la tubería de combustible, el paso de combustible anular 12, se obtiene por el cilindro concéntrico más interior, separado a través del paso de fluido refrigerante anular 11. El cilindro concéntrico más interior puede estar equipado con orificios de efusión en un patrón distribuido alrededor de la superficie que eventualmente evitará la carbonización de la pared de mezcla en el funcionamiento de combustible líquido y también actuará como protección para el sobrecalentamiento de la estructura de alimentación de combustible.

La invención proporciona protección contra la carga de calor en la parte posterior de la llama de la estructura de alimentación de combustible mediante el cilindro interior y la ranura de aire cooperante del paso de fluido refrigerante anular 11. La protección se puede mejorar mediante los orificios de efusión en la pared interior del cilindro. La distribución del orificio de efusión en la pared interior del cilindro evita la carbonización. Otras ventajas pueden resultar evidentes dependiendo de la geometría del quemador 1.

De acuerdo con las figuras 1 a 8, se expuso un quemador a modo de ejemplo para una cámara de combustión anular. Ese quemador a modo de ejemplo se configuró de la siguiente manera, que anteriormente posiblemente no ha sido definido con total detalle: El quemador incluye un cabezal de quemador, un interior de quemador, un remolino y una sección de premezcla. El cabezal de quemador incluye un extremo del cabezal de quemador. El remolino está dispuesto en serie entre el cabezal de quemador y la sección de premezcla. El quemador 1 tiene un eje principal. El cabezal de quemador, el remolino y la sección de premezcla están dispuestos a lo largo del eje principal. El remolino de acuerdo con las figuras es un cuerpo tridimensional alargado. El remolino está abierto en ambos extremos y tiene una pared lateral que encierra un volumen o limita un volumen dentro de la pared lateral y los extremos abiertos. De manera similar, la sección de premezcla es un cuerpo tridimensional alargado. La sección de premezcla está abierta en ambos extremos y tiene una pared lateral que encierra un volumen o limita un volumen dentro de la pared lateral y los extremos abiertos. El volumen encerrado por el remolino y el volumen encerrado por la sección de premezcla juntos forman un volumen denominado interior de quemador. Como se muestra en la figura 1, el remolino puede estar diseñado de forma cónica, por ejemplo, teniendo una forma de tronco cónico. La forma de tronco cónico del remolino tiene un lado superior y un lado inferior. Un área de sección transversal del lado inferior es mayor que un área de sección transversal del lado superior, o, en otras palabras, una sección transversal del tronco cónico aumenta desde el lado superior hacia el lado inferior a lo largo del eje principal. El lado superior está conectado al extremo del cabezal de quemador del cabezal de quemador y el lado inferior está conectado a la sección de premezcla. El remolino incluye una sección de entrada. La sección de entrada está conectada de manera fluida al compresor (que no se muestra) de la turbomáquina (que no se muestra). La sección de entrada recibe aire comprimido del compresor e introduce el aire comprimido en el interior de quemador, más precisamente, en el lado aguas arriba del interior de quemador. De manera similar, la sección de entrada está conectada de manera fluida a un suministro de combustible (que no se muestra) de la turbomáquina. La sección de entrada recibe combustible de gas principal desde el suministro de combustible e introduce el combustible de gas principal en el interior de quemador, más precisamente, en el lado aguas arriba del interior de quemador. La sección de entrada del remolino incluye al menos una entrada de aire y al menos una entrada de gas combustible principal. El aire comprimido se introduce en el interior de quemador a través de la entrada de aire y el combustible de gas principal se introduce en el interior de quemador a través de la entrada de gas de combustible principal. La entrada de aire puede estar dispuesta tangencialmente a lo largo del remolino con respecto al eje principal. De manera similar, la entrada de gas combustible principal puede estar dispuesta tangencialmente a lo largo del remolino con respecto al eje principal. Por ejemplo, cuando el remolino tiene forma de tronco cónico, la entrada de aire y/o la entrada de gas combustible principal pueden estar formadas como ranuras que se extienden longitudinalmente a través de una pared del cuerpo (ahora mostrada) del tronco cónico. En una realización a modo de ejemplo del

quemador, la sección de entrada incluye una pluralidad de las entradas de aire y una pluralidad de las entradas de gas combustible principales dispuestas alrededor del remolino de manera distribuida de modo que, cuando el combustible de gas principal y el aire comprimido entren en el quemador a través de las entradas de aire y las entradas de gas combustible principales, se genere un remolino en el aire comprimido y el combustible de gas principal.

5 La técnica básica en este tipo de quemador de combustible dual consiste en mezclar previamente el combustible principal con aire de un compresor de la turbomáquina antes de encender la mezcla de combustión, es decir, la mezcla del aire del compresor y el combustible principal, en la cámara de combustión. Por lo general, el aire del compresor se mezcla con el combustible gaseoso principal, ya sea dentro del remolino o justo antes de la introducción en el remolino, y luego es remolinado por el remolino para crear un flujo remolinado del aire y el combustible gaseoso principal. Este flujo remolinado del aire presurizado desde el compresor y el combustible gaseoso principal luego entra desde el remolino a la sección de premezcla. En la sección de premezcla se permite que el aire presurizado del compresor y el combustible gaseoso principal se mezclen bien antes de salir hacia la cámara de combustión o hacia el espacio de combustión donde la mezcla de combustión experimenta la combustión.

15 En cámaras de combustión de combustible duales, el combustible principal (combustible líquido o gaseoso) se descarga mediante una boquilla situada en el cabezal de quemador o en las palas de remolino. El combustible principal, después de salir por la boquilla, preferentemente en forma atomizada si se usa combustible líquido, entra en el remolino y luego continúa hacia la sección de premezcla y, finalmente, hacia la cámara de combustión, donde el combustible principal participa en la reacción de combustión.

20 Solo para explicar brevemente que la invención también se puede utilizar en diferentes diseños de quemadores, en la figura 9 se muestra un diseño de quemador alternativo. Se utilizan los mismos números de referencia si se pretende identificar componentes similares a los de antes.

25 De acuerdo con la figura 9, se muestra una cámara de combustión, en la que se muestra un quemador 1, conectado a una cámara de combustión 50. Una sección de quemador aguas arriba 2 comprende el cabezal de quemador 60, un remolino radial 40 que comprende una pluralidad de palas de remolino 9, seguido por una sección de quemador intermedia 3. Aguas abajo, la sección de quemador intermedia 3 está conectada a la cámara de combustión 50 a través de una sección de quemador aguas abajo 4.

30 La sección de quemador intermedia 3 comprende una pared anular 10, que abarca un paso de fluido refrigerante anular 11 y un paso de combustible anular 12. La entrada y la salida al paso de fluido refrigerante anular 11 no se muestran. Una entrada de combustible 61 para alimentar el paso de combustible anular 12 se da como ejemplo a través del cabezal de quemador 60 y perforando la porción sólida de las palas de remolino 9, de modo que la entrada de combustible 61 pueda conectarse al paso de combustible anular 12. En un extremo aguas abajo del paso de combustible anular 12, el combustible piloto se eyecta a la cámara de combustión 50, como lo indica la flecha 62.

35 El remolino radial 40 está presente para guiar el aire, como se indica con la flecha 63, para remolinar el aire y para guiarlo al interior de quemador 6. Habitualmente, en las palas de remolino 9, este también se mezclará con el combustible principal (que no se indica en la figura).

En consecuencia, la pared anular 10 que se muestra en la figura 9 también puede estar provista de la estructura de tres paredes cilíndricas de la invención, con ranuras incrustadas para combustible piloto y aire.

Este fue un ejemplo para un diseño de quemador alternativo. Otros diseños de quemadores también se pueden equipar con las funcionalidades de la invención.

40 Si bien la presente técnica se ha descrito en detalle con referencia a ciertas realizaciones, debería apreciarse que la presente técnica no se limita a esas realizaciones en concreto. En cambio, en vista de la presente divulgación, que describe modos a modo de ejemplo para poner en práctica la invención, muchas modificaciones y alteraciones resultarían evidentes para los expertos en la materia sin apartarse del alcance de esta invención. El alcance de la invención está, por lo tanto, indicado por las siguientes reivindicaciones en lugar de por la descripción anterior. Todos los cambios, las modificaciones y las variaciones que entran dentro del significado y del intervalo de equivalencia de las reivindicaciones se deben considerar dentro de su alcance.

**REIVINDICACIONES**

1. Un quemador (1) de una turbomáquina, específicamente un motor de turbina de gas, que comprende:

- una sección de quemador aguas arriba (2) para proporcionar un primer combustible y un fluido que contiene oxígeno a un extremo aguas arriba de un interior de quemador (6), en donde el interior de quemador (6) es sustancialmente un espacio hueco en el que puede tener lugar una mezcla de combustible y el fluido que contiene oxígeno;
- una sección de quemador aguas abajo (4) para proporcionar un segundo combustible a un extremo aguas abajo del interior de quemador (6) o a una cámara de combustión; y
- una sección de quemador intermedia (3) entre la sección de quemador aguas arriba y aguas abajo (4);

en donde la sección de quemador intermedia (3) comprende una pared anular, preferentemente cilíndrica, (10) que rodea una sección media del interior de quemador (6), comprendiendo la pared anular (10):

- un paso de fluido refrigerante anular (11), específicamente para guiar el fluido que contiene oxígeno; y
- un paso de combustible anular (12) para guiar el segundo combustible a la sección de quemador aguas abajo (4), estando el paso de combustible anular (12) más alejado del interior de quemador (6) que el paso de fluido refrigerante anular (11), en donde la sección de quemador aguas arriba (2) comprende al menos un tubo de combustible integrado (30) a través de un cuerpo (8) de la sección de quemador aguas arriba (2), que está configurado para alimentar el paso de combustible anular (12).

2. Un quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 1,

**caracterizado por que**

la pared anular (10) comprende además una pluralidad de orificios de refrigeración por película (13) que perforan la pared anular (10) desde un exterior (7) del quemador (1) hasta la sección media del interior de quemador (6), perforando los orificios de refrigeración por película (13) el paso de fluido refrigerante anular (11) y perforando el paso de combustible anular (12), pero estando separado de manera fluida del paso de fluido refrigerante anular (11) y del paso de combustible anular (12).

3. Un quemador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2,

**caracterizado por que**

la pared anular (10) comprende además al menos un orificio de entrada de fluido refrigerante (14) que proporciona fluido refrigerante al paso de fluido refrigerante anular (11) desde un exterior (7) del quemador (1), perforando el orificio de entrada de fluido refrigerante (14) el paso de combustible anular (12), pero estando separado de manera fluida del paso de combustible anular (12).

4. Un quemador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,

**caracterizado por que**

la pared anular (10) comprende además una pluralidad de orificios de efusión (15) para eyectar fluido refrigerante desde el paso de fluido refrigerante anular (11) a la región media del interior de quemador (1), en donde preferentemente los orificios de efusión (15) están distribuidos alrededor de una circunferencia y a lo largo de una longitud axial de la sección de quemador intermedia (3).

5. Un quemador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,

**caracterizado por que**

la pared anular (10) comprende además elementos espaciadores (20) dentro del paso de fluido refrigerante anular (11) y/o el paso de combustible anular (12), en donde los elementos separadores (20) están físicamente conectados a una superficie (21) y únicamente en contacto holgado con una superficie opuesta (22) del paso anular (11) respectivo.

6. Un quemador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,

**caracterizado por que**

la pared anular (10) es un componente formado integralmente, unido con la sección de quemador aguas arriba (2) y la sección de quemador aguas abajo (4), o la sección de quemador aguas arriba (2), la sección de quemador intermedia (3) y la sección de quemador aguas abajo (4) son un componente formado integralmente.

7. Un quemador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,

**caracterizado por que**

el paso de fluido refrigerante anular (11) y el paso de combustible anular (12) están definidos cada uno como una ranura con una expansión a lo largo de una longitud axial completa de la sección de quemador intermedia (3).

8. Un quemador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,  
**caracterizado por que**  
la sección de quemador aguas arriba (2) comprende una pluralidad de palas de remolino (9), proporcionando cada una de las palas de remolino (9) un tubo de combustible integrado (30), que está configurado para alimentar el paso de combustible anular (12).
- 5
9. Un quemador (1) de acuerdo con la reivindicación 8,  
**caracterizado por que**  
la pluralidad de palas de remolino (9) comprende cada una una línea de suministro de combustible adicional integrada (31), estando la línea de suministro de combustible adicional (31) configurada para alimentar las primeras boquillas de combustible (32) para eyectar el primer combustible hacia el interior del extremo aguas arriba de un interior de quemador (6), estando las primeras boquillas de combustible (32) distribuidas preferentemente sobre una superficie de la pala de remolino (9).
- 10
10. Un quemador (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,  
**caracterizado por que**
- 15
- la sección de quemador aguas arriba (2) proporciona un remolino (40) y primeras boquillas de combustible (32) para remolinar el aire e inyectar el primer combustible en el aire remolinado,
  - la sección de quemador intermedia (3) proporciona una zona de premezcla (41) para mezclar el aire y el primer combustible inyectado, y
  - la sección de quemador aguas abajo (4) proporciona una punta de quemador (42) y segundas boquillas de combustible (33) para eyectar el segundo combustible.
- 20
11. Una cámara de combustión,  
que comprende
- una pluralidad de quemadores (1), estando al menos un quemador (1) dispuesto de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores; y
  - al menos una cámara de combustión (50), específicamente una cámara de combustión anular o canular, dispuesta aguas abajo del quemador o quemadores (1).
- 25
12. Una cámara de combustión de acuerdo con la reivindicación 11,  
**caracterizado por que**  
un árbol de quemador (5) está acoplado a la sección de quemador aguas arriba (2) y comprende al menos un canal de suministro (34, 35) para proporcionar el primer combustible y/o el segundo combustible al quemador (1).
- 30

FIG 1

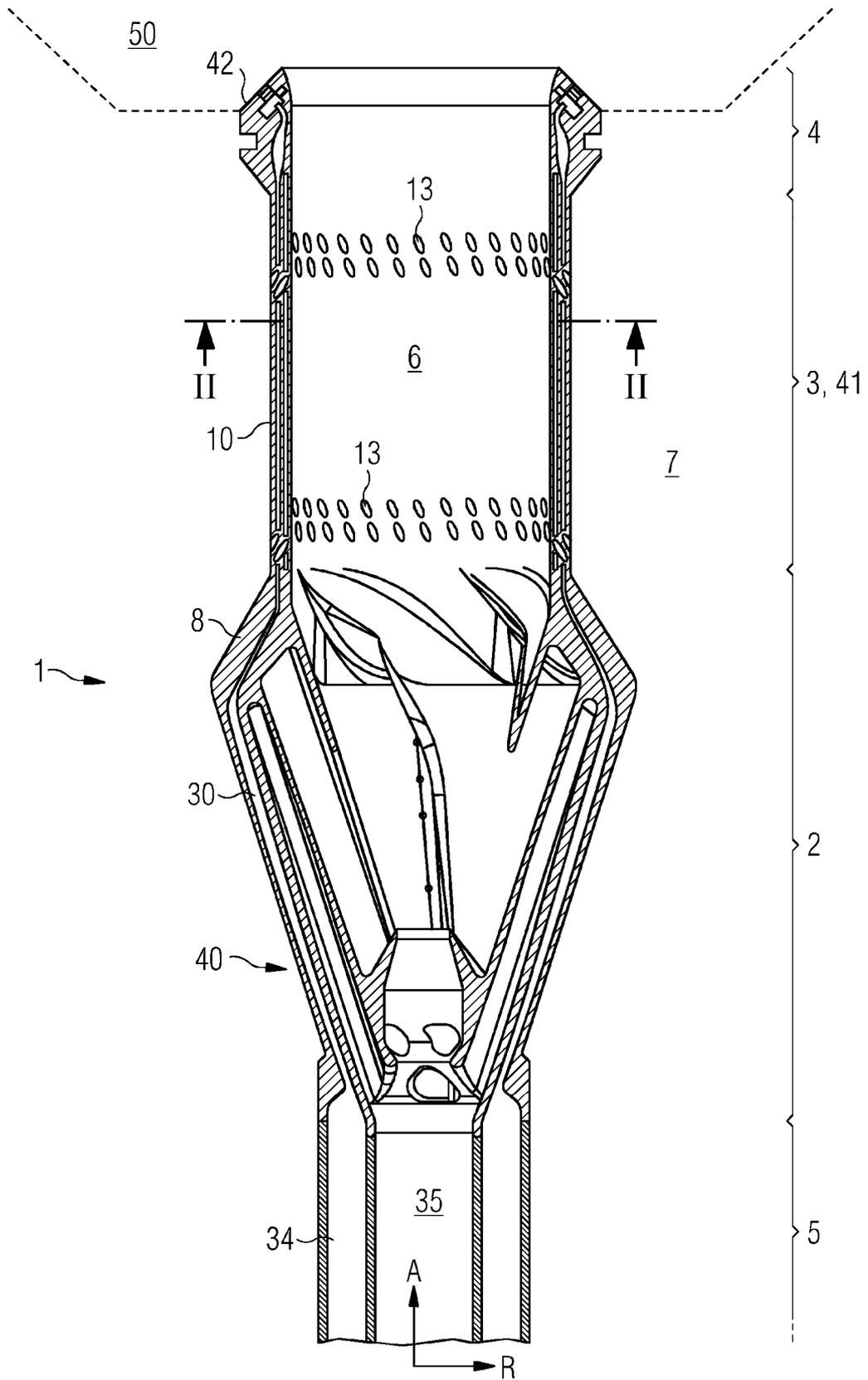


FIG 2  
II-II

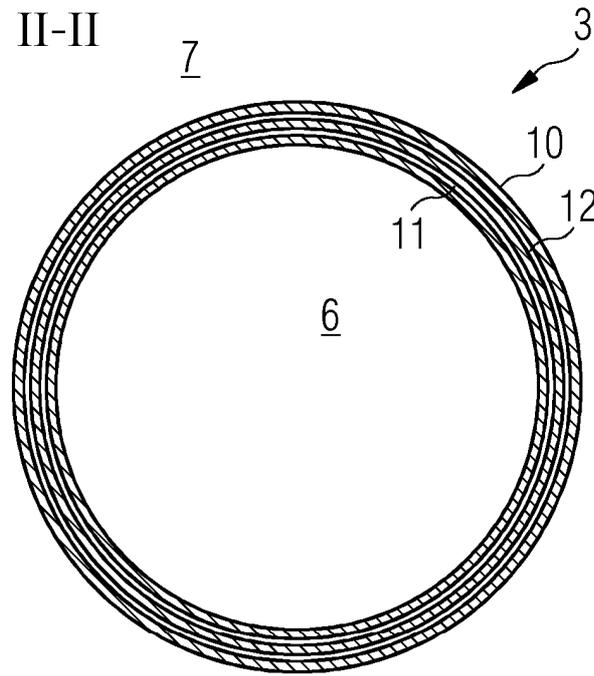


FIG 3

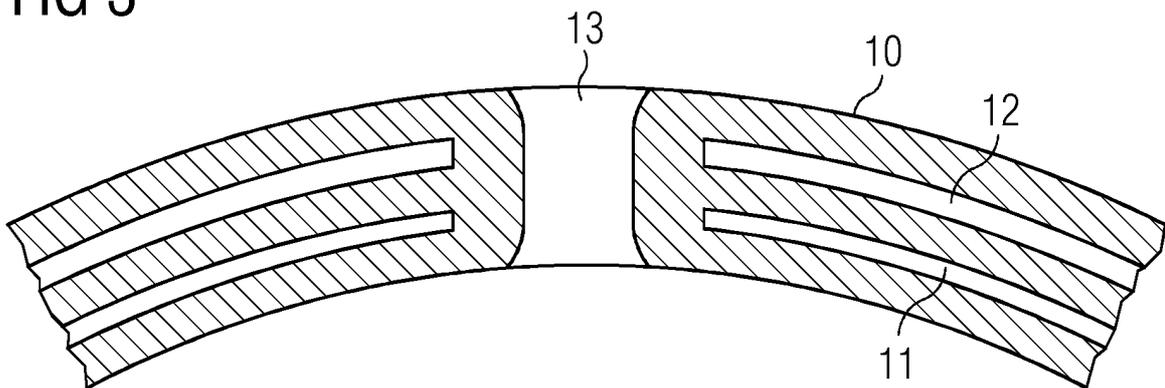


FIG 4

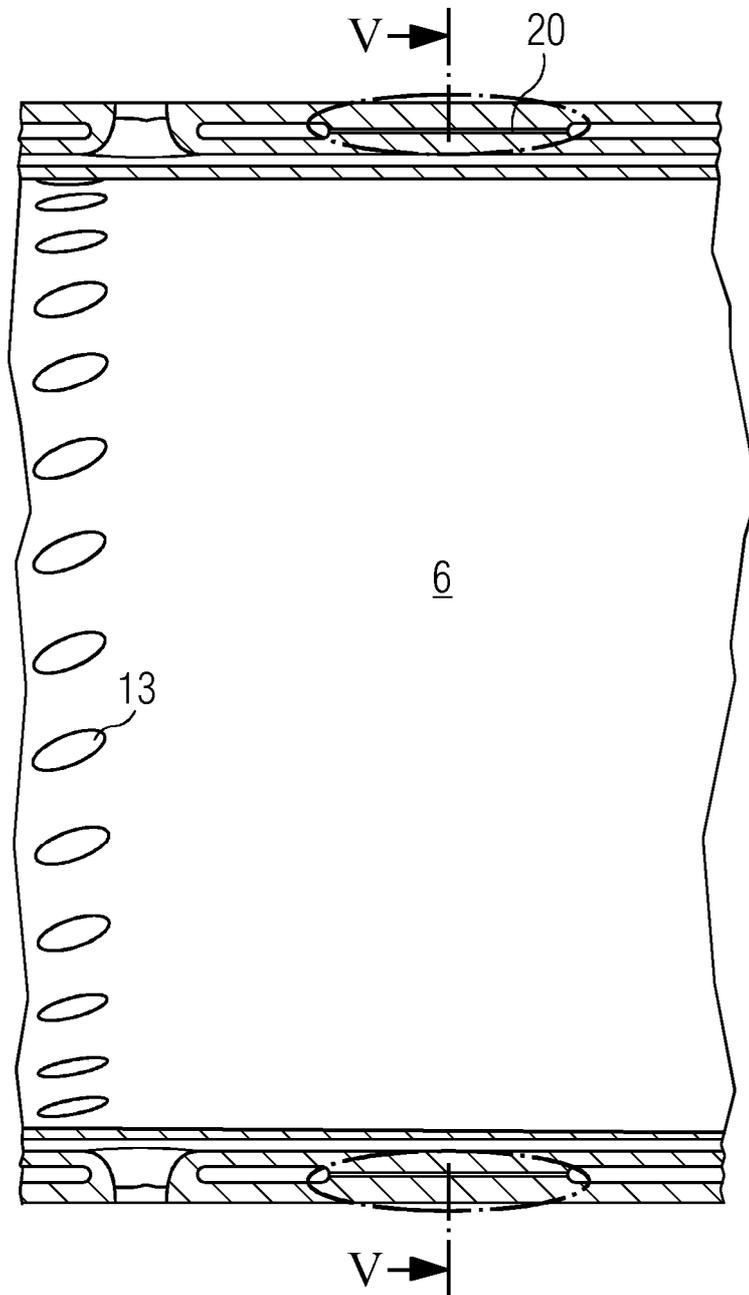




FIG 6

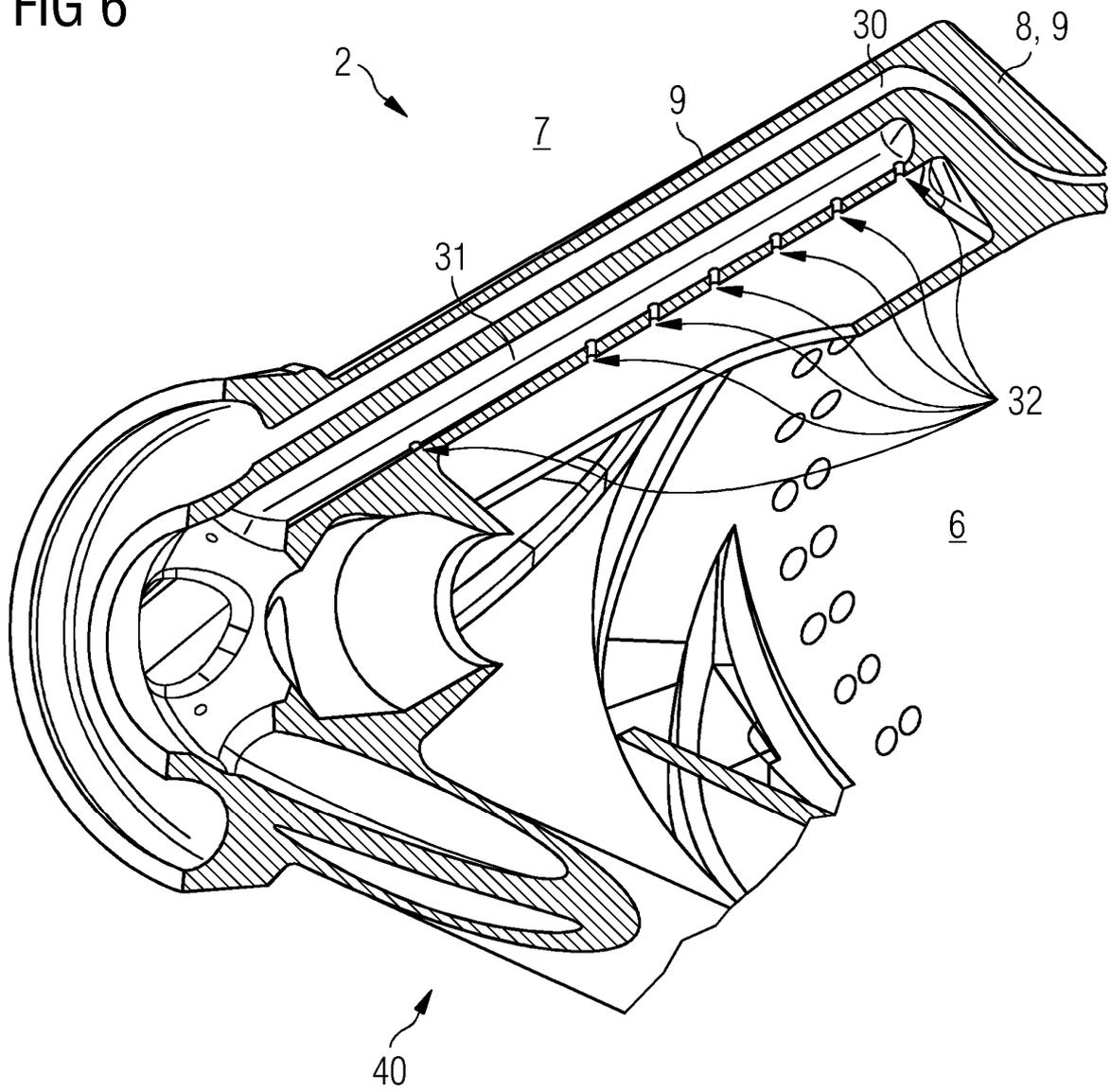


FIG 7

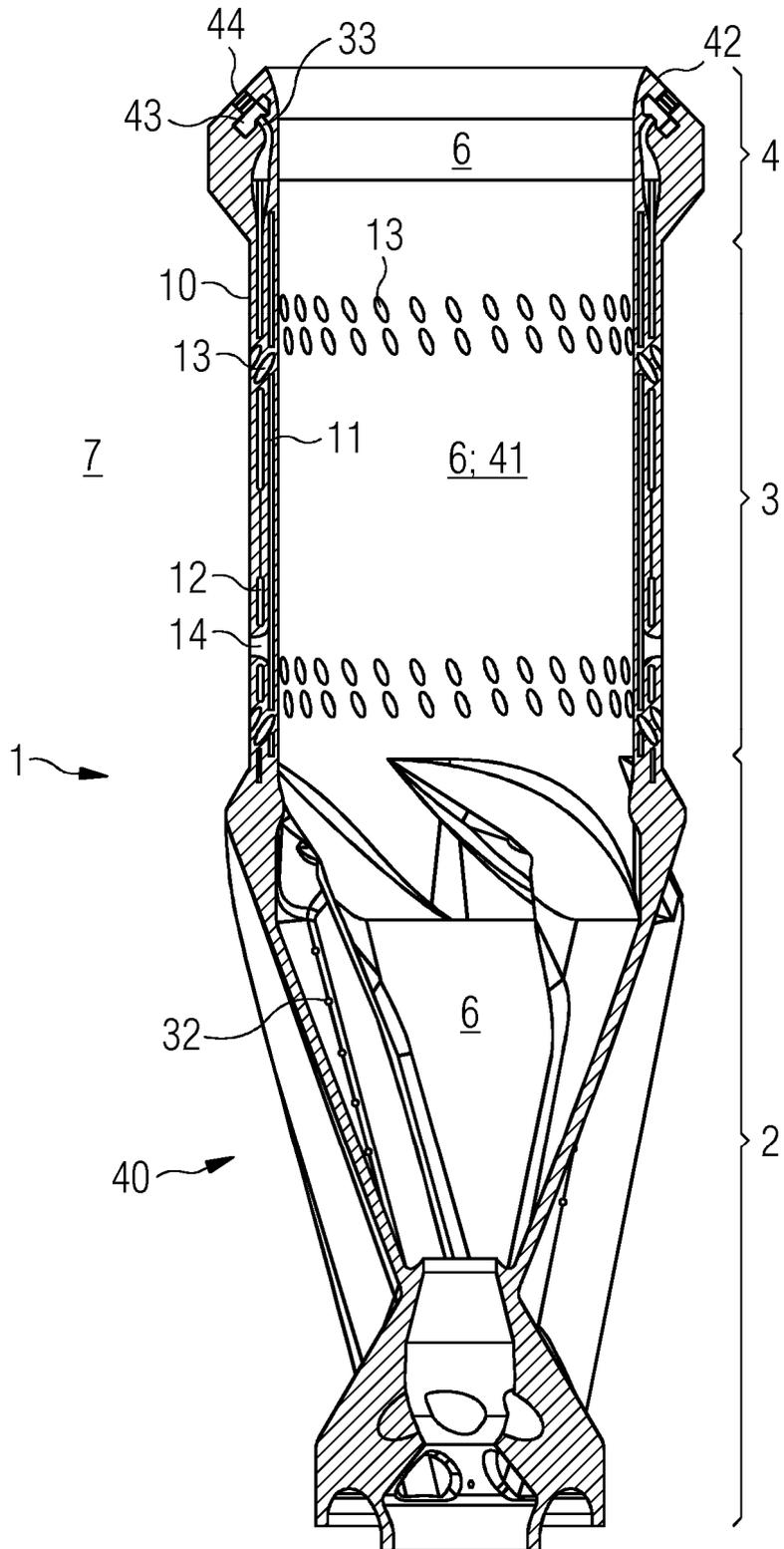


FIG 8

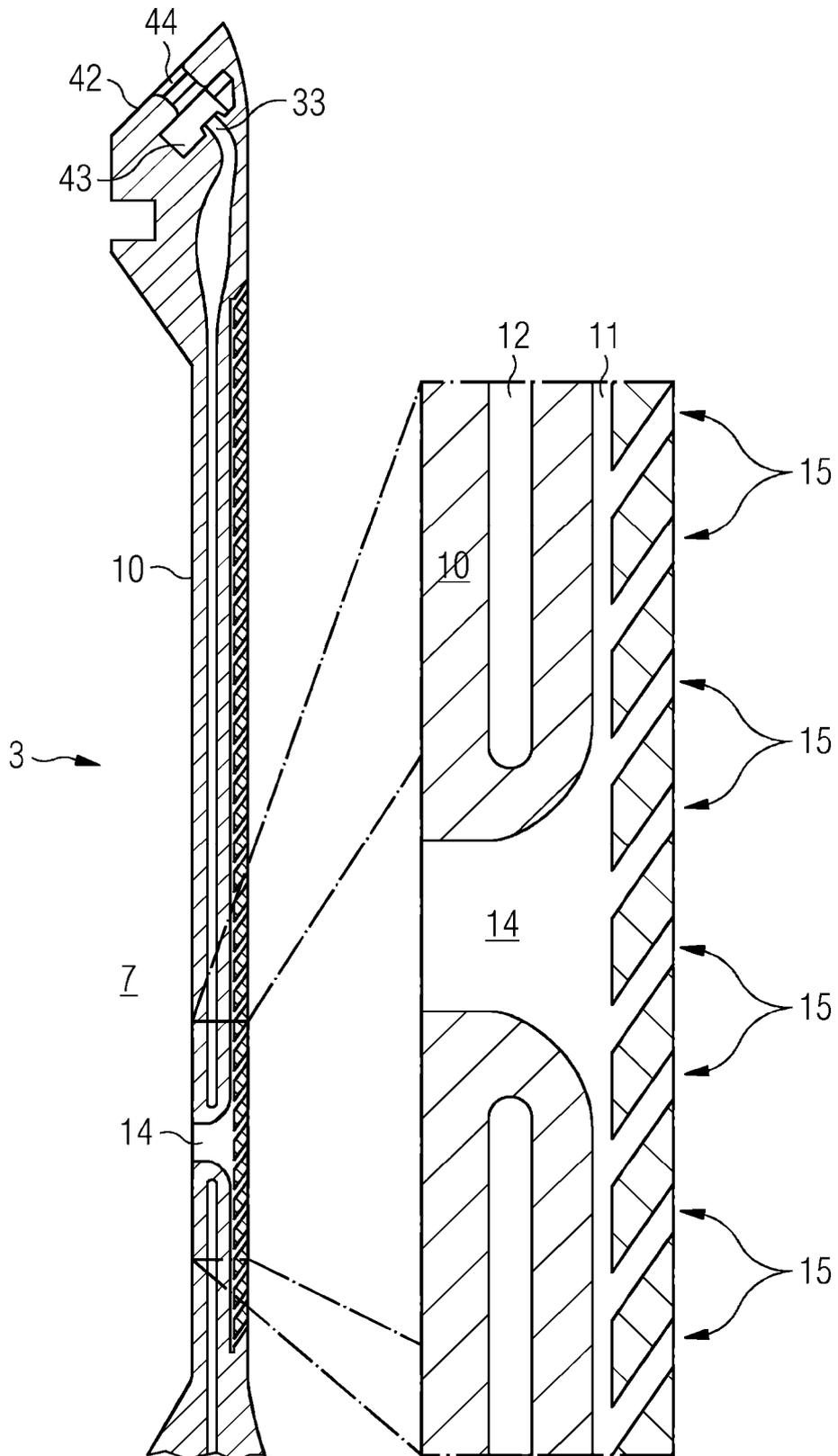


FIG 9

