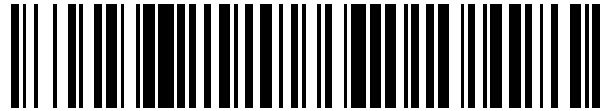


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 349**

51 Int. Cl.:

F01D 5/18 (2006.01)

F02K 3/08 (2006.01)

F01D 9/06 (2006.01)

F02C 3/16 (2006.01)

F01D 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2007 E 07726359 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2013 EP 2010757**

54 Título: **Álabe de turbina**

30 Prioridad:

21.04.2006 EP 06008319

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

22.10.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

**BEECK, ALEXANDER RALPH y
HOFFMANN, STEFAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 426 349 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

Álabe de turbina

5 La presente invención hace referencia a un álabe de turbina que presenta una hoja de álabe perfilada, que puede ser expuesta a la circulación de un gas de trabajo, la cual presenta un borde frontal contra el cual puede fluir el gas de trabajo, así como un borde posterior contra el cual puede salir el gas de trabajo, y que presenta un primer sistema de conductos y un segundo sistema de conductos para la conducción separada de dos medios diferentes que se pueden suministrar por separado al álabe de turbina, en donde el primer sistema de conductos desemboca en, al menos, un primer orificio de salida dispuesto en la zona del borde posterior, para el flujo del primer medio hacia el gas de trabajo.

10 Un álabe de turbina de esta clase se conoce, por ejemplo, de la patente WO 2005/3517 A1. Las paredes del álabe que conforman la hoja del álabe, rodean una cavidad dispuesta en el interior, en la cual puede circular aire refrigerante. Además, en la pared del álabe del álabe de turbina, se proporcionan conductos adicionales para la conducción de un segundo medio, es decir, el combustible. A través de la pared del álabe de turbina se extienden perforaciones, a través de las cuales puede salir el agente refrigerante que circula en el interior del álabe de turbina, hacia el exterior hacia una cámara de gas caliente. Para obtener una mezcla inflamable, en la pared del álabe se proporcionan conductos de conexión que conectan los conductos que conducen el combustible, con las perforaciones de paso. De esta manera, aún en el interior de las perforaciones de paso se puede mezclar combustible con aire refrigerante, y se puede suministrar de forma fluuyente como una mezcla inflamable hacia el gas caliente que circula alrededor del álabe de turbina. Con un álabe de turbina de esta clase se puede calentar a continuación tanto el gas caliente que circula a través de la turbina, así como el aire refrigerante que sale del álabe de turbina, mediante la combustión de la mezcla, acción que en general se realiza para incrementar el nivel de rendimiento de la turbina de gas, para la reducción de las emisiones contaminantes y para mejorar la eficacia de la turbina de gas, y que se conoce como una forma de proceso de Carnot.

25 Además, de la patente WO 99/46540 A1 se conoce una cámara de combustión con una pluralidad de elementos porosos de escudo térmico, a través de los cuales se puede introducir una mezcla inflamable posteriormente, es decir, fuera de los quemadores de la turbina de gas, en la cámara de combustión de una turbina de gas.

30 A partir de la patente EP 0 896 127 A2 se conoce un álabe de turbina con una pluralidad de conductos de refrigeración dispuestos en el interior, que se extienden desde la base del álabe hacia la punta del álabe, y que se conforman también con forma de meandro. Los conductos de refrigeración se conectan con tres orificios en total del lado de la base, para el suministro de aire de refrigeración de diferentes calidades. Uno de los orificios se encuentra conectado con una cavidad rectilínea, que se extiende desde la base del álabe hasta aproximadamente la punta del álabe. Dicha cavidad se encuentra directamente adyacente al borde posterior de la hoja de álabe del álabe de turbina, y presenta una conexión de circulación con los orificios de salida dispuestos en el borde posterior. El agente de refrigeración suministrado a través del orificio correspondiente del lado de la base, puede circular a través de la cavidad, y puede salir refrigerando a través de los orificios de salida, a lo largo de la longitud aproximadamente completa del borde posterior. Simultáneamente, el álabe de turbina presenta una cavidad adicional, en cuyo extremo del lado de la punta del álabe, se proporciona un conducto de refrigeración que se extiende transversalmente en relación con la extensión longitudinal de la hoja de álabe. Dicho conducto desemboca en el borde posterior, sólo en su zona del lado de la punta del álabe.

40 Además, a partir de la patente US 6,551,063 se conoce la realización modular del borde posterior de un álabe de turbina, en tanto que en el caso de un álabe de turbina con un denominado borde posterior "recortado", se sueldan o se une mediante soldadura un elemento que presenta forma de chapa, que cubre las nervaduras del borde posterior.

45 En el caso de los conceptos conocidos también como "recalentamiento del álabe in situ", resulta una desventaja que mediante el mezclado de aire de refrigeración y combustible en los componentes, los reactivos se puedan encender mediante la combustión espontánea o el retroceso de la llama. De esta manera, en el interior del álabe de turbina se generan eventualmente procesos de combustión estables, de manera que se pierde el efecto de refrigeración de la mezcla de aire y combustible o bien, se puede dañar el componente debido a la combustión interna que se genera.

50 Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en proporcionar un álabe de turbina para una turbina de gas, en el que se evita de manera segura una combustión que se genera en el interior, para mantener la vida útil del álabe de turbina, y para evitar daños en la turbina de gas.

Dicho objeto de resuelve mediante un álabe de turbina conforme a la clase, de acuerdo con la reivindicación 1.

La presente invención parte del conocimiento de que, en primer lugar, resulta necesario conducir por separado los reactivos, es decir, ambos medios, en el interior del álabe de turbina, y evitar un mezclado en el interior del volumen del componente, con el fin de evitar de manera segura una combustión no deseada que se pueda generar

eventualmente en el interior del álabe de turbina. También se debe evitar que la presión que predomina en el gas de trabajo, y eventualmente también el sentido del flujo del gas de trabajo, generen un retroceso de la llama hacia el componente. Por este motivo, los orificios de salida de los cuales salen, por una parte, el primer medio, por ejemplo, aire de refrigeración y, por otra parte, el segundo medio, por ejemplo, combustible, no se abren transversalmente o en el sentido del flujo del gas de trabajo, sino que se encuentran dispuestos en el borde posterior del álabe de turbina, de manera que los medios que salen, presenten, al menos, un componente del flujo paralelo en el espacio tridimensional, como el gas de trabajo.

Dado que ambos medios fluyen desde el componente contra el borde posterior, y se inyectan en el gas de trabajo, los reactivos se pueden mezclar en primer lugar en el exterior del álabe de turbina, para obtener una mezcla eventualmente inflamable. Además, la solución recomendada permite el mezclado rápido de un primer medio con un segundo medio, cuya mezcla obtenida de esta manera, se mezcla nuevamente con el gas de trabajo de la turbina. De esta manera, se evita de manera efectiva el peligro de los retrocesos de la llama de una mezcla eventualmente inflamable, dado que en el interior del álabe de turbina no se presenta ninguna mezcla inflamable compuesta por el primer y el segundo medio, o que se pueda inyectar en el álabe de turbina debido a la presión en el gas de trabajo y/o a su sentido de circulación. A continuación, mediante la presente invención se indica un álabe de turbina particularmente seguro, en el que no puede recircular una mezcla inflamable compuesta por el primer medio y por el segundo medio. Se puede evitar de manera segura una combustión espontánea de la mezcla en el interior del álabe de turbina, manteniendo de esta manera la vida útil del álabe de turbina. En una turbina provista del álabe de turbina conforme a la presente invención, se puede calentar a continuación el gas de trabajo que circula en la turbina, de manera fiable y sin riesgos en relación con un incendio que se puede generar en el interior del álabe de turbina.

La seguridad contra un retroceso de la llama se asegura principalmente mediante el hecho de que el combustible se inyecta cerca del borde posterior en la zona del flujo de gas de trabajo direccionado, es decir, con dos componentes idénticos del sentido del flujo, y sin la conformación de zonas de reflujo. De esta manera, no se presentan variaciones en el tiempo de permanencia generadas por remolinos en el flujo, que pueden generar una combustión en el interior del álabe de turbina.

Naturalmente, el álabe de turbina recomendado también se puede utilizar para la adición de otros medios fluidos como combustible o aire en el interior de una turbina, independientemente de si se trata de una turbina de gas o de vapor.

Se puede lograr una combustión del combustible en el gas de trabajo, sumamente eficiente y con bajas emisiones, cuando el borde posterior se extiende a lo largo de un eje principal de la hoja de álabe, desde una zona de base de la hoja del álabe hacia una zona superior enfrentada a dicha zona, en donde visto a lo largo del eje principal de la hoja del álabe, el segundo orificio de salida se encuentra dispuesto, al menos, parcialmente en el mismo plano que el primer orificio de salida. De esta manera, por primera vez se puede inyectar tanto combustible como aire de combustión simultáneamente en el gas de trabajo, a través del borde posterior en un plano radial de la cámara de gas de trabajo de la turbina de gas, que presenta una forma de conducto anular, para poder lograr una combustión particularmente eficiente. A continuación, el primer orificio de salida y el segundo orificio de salida, vistos en el sentido del eje principal de la hoja del álabe, no se encuentran dispuestos uno detrás de otro, sino que se encuentran superpuestos uno al lado del otro.

Para inyectar una cantidad del primer y del segundo medio, regulada de una manera particularmente óptima, en el interior de una sección comparativamente estrecha del borde posterior, hacia el gas de trabajo, respectivamente uno de los primeros orificios de salida respectivamente con uno de los segundos orificios de salida, conforman un par de orificios superpuestos entre sí, vistos a lo largo del eje principal de la hoja del álabe. Además, se prefiere particularmente el acondicionamiento de un álabe de turbina conforme a la presente invención, en el que la pluralidad de pares de orificios dispuestos uno al lado de otro, se suceden entre sí a lo largo del borde posterior de manera que a lo largo de la altura completa de la hoja del álabe de turbina, se pueda realizar el flujo de ambos medios uno al lado de otro. Para poder lograr dicho acondicionamiento, de manera alternativa a la solución anteriormente mencionada, el primer y el segundo orificio de salida también se pueden extender a lo largo de la altura completa del borde posterior.

En un primer acondicionamiento se recomienda que en la zona del borde posterior se proporcionen elementos que generan un mezclado del primer medio con el segundo medio directamente aguas abajo en relación con los orificios de salida. El flujo de ambos medios se realiza de una manera tal que logra un mezclado rápido después de su entrada en la cámara del gas de trabajo, después de un recorrido y de un tiempo reducidos. De esta manera, se garantiza que en la cámara del gas de trabajo se realice en primer lugar un mezclado sumamente homogéneo de ambos medios, y que justo a continuación se mezcle con el gas de trabajo que circula a través de la turbina, para continuar calentando dicho gas, y que se encienda de manera espontánea debido a la temperatura que predomina en el gas de trabajo. Esto permite una combustión particularmente con bajas emisiones de la mezcla inflamable obtenida en la primera etapa de mezclado, mediante las llamas del mezclado previo.

5 Mediante el mezclado dentro de un recorrido de reacción y de un tiempo de reacción reducidos, se logra además que la mezcla se encienda antes de abandonar la cámara del gas de trabajo que presenta una forma de conducto anular, dado que el incremento de energía del gas de trabajo que se genera mediante el calentamiento continuo del gas de trabajo, sólo se traduce en un incremento del rendimiento y de la eficacia de la turbina, cuando el gas de trabajo calentado continuamente aún circula a través de los álabes móviles de la turbina, para la transformación de la energía del flujo en energía mecánica.

Mediante el recorrido de reacción reducido, se puede reducir además la longitud constructiva de la turbina. Por lo tanto, mediante la presente invención se indica también una turbina de gas a fabricar de una manera económica así como particularmente compacta, provista de los álabes de turbina conformes a la presente invención.

10 Por otra parte, se recomienda que el elemento genere un mezclado sin reflujo del primer medio con el segundo medio, en tanto que, al menos, uno de ambos medios o ambos medios se puedan fluir, al menos, aproximadamente en un borde afilado. Mediante el borde afilado se generan remolinos sin reflujo que, debido a su sentido de circulación, evitan que la mezcla retorne hacia el álabe de turbina. Además, se evita una recirculación de la mezcla presente en la cámara del gas de trabajo, mediante las relaciones de presión, en las que la presión que predomina en ambos medios en el orificio de salida, es mayor que la presión del gas de trabajo. De esta manera se puede evitar de manera efectiva u proceso de combustión de la mezcla que se genera posiblemente en el interior del álabe de turbina, hecho que repercute en el mantenimiento de la vida útil del álabe de turbina.

20 Además, se recomienda que el elemento dispuesto en el borde posterior de la hoja del álabe, comprenda, al menos, un pasaje de conexión que conecta, al menos, uno de ambos sistemas de conductos con el orificio de salida asociado a dicho sistema, en donde los pasajes de conexión presentan una forma tal que aplica un movimiento giratorio o un remolino en el medio que circula a través de dicho pasaje. De esta manera, el pasaje de conexión que conecta el sistema de conductos con el orificio de salida correspondiente, presenta una forma espacial que aplica un movimiento giratorio o un remolino en el medio que circula a través de dicho sistema, que continua después de su salida del orificio de salida. Las direcciones del movimiento giratorio o bien, del remolino se seleccionan de manera que directamente después de la salida del orificio de salida, ambos medios circulen uno dentro de otro y que, de esta manera, se logre un mezclado efectivo. Dicho proceso logra una mezcla particularmente homogénea, y su combustión particularmente eficiente y con bajas emisiones, mediante una llama del mezclado previo que presenta combustión espontánea. Por consiguiente, se puede mantener reducida la carga contaminante generada por la turbina de gas, particularmente las emisiones de NOx.

30 Por ejemplo, los pasajes de conexión presentan una forma helicoidal como la de un sacacorchos, de manera que los medios que salen a través de los orificios de salida, después de salir intenten mantener dicho movimiento helicoidal, es decir, su sentido de circulación. En el caso de pasajes de conexión apropiados, es decir, con una disposición desplazada de dichos pasajes que presentan forma de sacacorchos, con una forma de tornillo doble, a ambos medios se puede aplicar un movimiento giratorio que permite un mezclado particularmente efectivo de ambos medios entre sí, después de su salida de los pasajes de conexión.

40 En un acondicionamiento ventajoso adicional, se recomienda que el elemento se proporcione en los orificios de salida. Por consiguiente, en los propios orificios de salida, y no sólo en los conductos de conexión dispuestos previamente, se pueden proporcionar generadores de turbulencia, depresiones o similares como el elemento que aplica un movimiento giratorio o un remolino sin reflujo en el medio que sale a través de dichos conductos. Preferentemente, en un orificio circular se introduce una tobera con un contorno circundante con forma de estrella, como un elemento de separación para ambos medios. Desde el centro de la tobera puede salir uno de ambos medios, y desde la superficie de la sección transversal, entre el orificio circular y el contorno con forma de estrella, puede salir el medio restante de ambos medios. Dicho acondicionamiento con forma de tobera logra un mezclado aún mejor de ambos medios que salen.

45 Además, en la presente invención se recomienda que los elementos para el mezclado del primer medio con el segundo medio se proporcionen en un lado interior del lado de aspiración y/o en un lado interior del lado de presión de la pared del borde posterior de la hoja del álabe, por cuyas paredes del borde posterior puede circular el gas de trabajo.

50 El elemento provisto en los orificios de salida también puede ser una lengüeta que oscila libremente, sujeta de un lado, que mezcla de una manera particularmente eficiente ambos medios entre sí, mediante sus oscilaciones generadas por el flujo.

55 Cuando el flujo de ambos medios se realiza esencialmente o aproximadamente paralelo al sentido del flujo del gas de trabajo, también en el interior del álabe de turbina en la zona del borde posterior se puede realizar un mezclado leve de ambos medios, sin comprometer la seguridad contra un retroceso de la llama en el componente. Por ejemplo, el mezclado de ambos medios se puede lograr mediante una zona de espigas y/o mediante generadores de turbulencia.

Además, se recomienda que la hoja del álabe se encuentre moldeada por fundición, y que el elemento para el mezclado de ambos medios se fije en la hoja del álabe como una pieza insertada fabricada por separado. Convencionalmente, las características estructurales recomendadas en la presente invención, para el álabe de turbina, resultan particularmente costosas cuando se utiliza un método de fundición. Por lo tanto, la presente invención recomienda fabricar previamente dichas estructuras como una pieza de inserción por separado, y fijar dicha pieza a continuación en la hoja del álabe moldeada por fundición. De esta manera, se puede proporcionar un álabe de turbina particularmente económico.

La presente invención recomienda también una turbina de gas provista de un álabe de turbina conforme a la presente invención, en donde las ventajas que se relacionan con el álabe de turbina se pueden trasladar también a la turbina de gas.

Otras ventajas y características se deducen de la siguiente descripción de los ejemplos de ejecución. Los elementos que permanecen esencialmente sin variaciones, se indican con los mismos símbolos de referencia. Además, en relación con las mismas características y funciones, se debe remitir a la descripción del ejemplo de ejecución. Muestran:

FIG. 1 una representación esquemática de un álabe de turbina con un conducto de alimentación para el combustible,

FIG. 2a un corte transversal a través de la hoja del álabe del álabe de turbina, con un sistema de conductos fundido en una pared del álabe, para la conducción de un segundo medio,

FIG. 2b un corte transversal a través de la hoja del álabe del álabe de turbina, con un sistema de conductos conformado por una pieza insertada de forma tubular, para la conducción del segundo medio,

FIG. 2c un corte transversal a través de la hoja del álabe del álabe de turbina, con un sistema de conductos rodeado por una chapa de refrigeración por impacto, para la conducción del segundo medio,

FIG. 3 una vista en perspectiva del borde posterior de la hoja de álabe del álabe de turbina,

FIG. 4 un corte transversal a través del borde posterior del álabe, de acuerdo con la figura 3,

FIG. 5 un corte transversal a través del borde posterior del álabe de turbina, con pasajes de conexión que se enroscan entre sí como una hélice doble,

FIG. 6 un corte transversal a través del borde posterior del álabe de turbina, con un elemento móvil fijado en el borde posterior,

FIG. 7 una vista en perspectiva del borde posterior del álabe de turbina, con toberas dispuestas en la zona del borde posterior,

FIG. 8 un corte transversal a través del borde posterior del álabe de turbina, de acuerdo con la figura 7, con el orificio de salida con forma de tobera dispuesto en dicho borde,

FIG. 9 una representación en perspectiva de la tobera que se puede fijar en el borde posterior del álabe de turbina de acuerdo con la figura 7,

FIG. 10 un corte transversal a través del borde posterior del álabe de turbina, con una pieza insertada ondulada,

FIG. 11 el borde posterior del álabe de turbina con la pieza insertada ondulada,

FIG. 12 la pieza insertada ondulada para un álabe de turbina de acuerdo con la figura 11,

FIG. 13 un corte transversal a través del borde posterior del álabe de turbina, con una zona de espigas dispuesta en el borde posterior,

FIG. 14 un corte longitudinal a través del álabe de turbina de acuerdo con la figura 13, en la zona del borde posterior,

FIG. 15 en una representación en perspectiva, el borde posterior del álabe de turbina con un flujo cruzado,

FIG. 16 un corte transversal a través del borde posterior del álabe de turbina, con un flujo cruzado de acuerdo con la figura 15,

FIG. 17 una representación en perspectiva de la pieza insertada para lograr el flujo cruzado, que se puede introducir en la zona del borde posterior, y

FIG. 18 una pieza insertada para lograr remolinos que circulan en sentidos opuestos, en la zona del borde posterior del álabe de turbina.

5 La figura 1 muestra una representación esquemática de un álabe de turbina, como se utiliza, por ejemplo, en uno de los escalones frontales de la turbina, de una turbina de gas de flujo axial, por ejemplo, fija. El álabe de turbina 10 se representa como un álabe fijo, y en relación con su posición de montaje en la turbina de gas, comprende una plataforma interior 12, una plataforma exterior 14 y entremedio una hoja del álabe 16 que se extiende en el sentido radial de la turbina de gas. La plataforma exterior 14 representa una zona de base 13, en la que el álabe de turbina
10 se puede fijar, por ejemplo, en un soporte de álabe fijo. Una zona superior 15 enfrentada a la zona de base 13, comprende la plataforma interior 12.

15 La hoja del álabe 16 se encuentra curvada con forma de gota en la sección transversal, como se representa en las figuras 2a a 2c, y se extiende desde un borde frontal 18 hacia un borde posterior 20. Un eje principal de la hoja del álabe 21 se extiende esencialmente paralelo al borde posterior 21 o bien, a lo largo del sentido radial de la turbina de gas. Durante el funcionamiento de la turbina de gas, alrededor de la hoja del álabe 16 que presenta una altura H, circula un gas de trabajo 22 que circula contra el álabe de turbina 10 en primer lugar contra el borde frontal 18, y después de la circulación alrededor de la hoja del álabe 16, abandona el borde posterior 20. Mientras tanto, dicho gas circula a lo largo de una cámara de gas de trabajo 24 con forma de conducto anular, el cual se encuentra limitado, al menos, en partes radialmente en el interior de las plataformas interiores 12, y radialmente en el exterior
20 de las plataformas exteriores 14 de los álabes de turbina 10.

25 La hoja del álabe 16 se conforma hueca en su interior, y presenta en su interior, al menos, un primer sistema de conductos 30 y un segundo sistema de conductos 40, que se conforman separados uno de otro. De esta manera, en cada sistema de conductos 30, 40 se puede conducir por separado un medio M1 o M2. El primer medio M1 se suministra al primer sistema de conductos 30, por ejemplo, a través de la carcasa de la turbina, radialmente desde el exterior. El segundo medio M2, que se debe mezclar con el primer medio M1 preferentemente no en el interior del álabe de turbina 10, se suministra a través de un conducto de alimentación separado 32 del álabe de turbina 10. El álabe de turbina 10 presenta una conexión 34, en la que el conducto de alimentación 32 se encuentra conectado de manera hermética al gas, por ejemplo, mediante una junta de estanqueidad 36 conocida de la refrigeración por vapor. Para continuar la conducción del segundo medio M2 en la hoja del álabe 16, deriva un sistema de tubos 37
30 desde la conexión 34 en el interior.

El segundo sistema de conductos 40 provisto en el interior de la hoja del álabe 16 para la conducción del segundo medio M2, se puede conformar de diferentes maneras.

35 La hoja del álabe 16 que se muestra en la figura 2a en un corte transversal, presenta una cavidad central 38 que se proporciona como parte del primer sistema de conductos 30 para la conducción del primer medio. En el ejemplo representado, el primer sistema de conductos 30 comprende la cavidad completa 38 del álabe de turbina 10. Resultan concebibles acondicionamientos alternativos, en los que la cavidad 38 se puede dividir en una pluralidad de zonas, en tanto que, por ejemplo, una nervadura 45 se extiende desde la pared del lado de presión 44 hacia la pared del lado de aspiración 42. Dicha nervadura 45 se indica en la figura 2a en la zona del borde de flujo 18 mediante líneas de puntos.

40 El primer medio M1 que circula en el interior del primer sistema de conductos 30, preferentemente aire de refrigeración, se utiliza para la refrigeración del álabe de turbina 10, el cual después de la refrigeración realizada como una refrigeración abierta, es fluido desde el borde posterior 20 del álabe de turbina 10, y de esta manera se fluye hacia el gas de trabajo 22 que circula aproximadamente paralelo. Para dicho proceso, el álabe de turbina 10 presenta un primer pasaje de conexión 46 que desemboca en el primer orificio de salida 48 provisto en la zona del
45 borde posterior 20. En las figuras representadas 2a, 2b y 2c, la cavidad 38 se convierte sin resaltos en el primer pasaje de conexión 46, y dicho pasaje en el primer orificio de salida 48.

De acuerdo con la figura 2a, el sistema de conductos 40 provisto para continuar la conducción del segundo medio M2, comprende una cavidad 40 provista en la pared del álabe 42 del lado de aspiración. El segundo sistema de conductos 40 ha sido fabricado mediante un núcleo de fundición apropiado, directamente durante la fundición de la hoja del álabe 16, y se encuentra conectado para la circulación con los segundos orificios de salida 52 a través de segundos pasajes de conexión 50.
50

El primer sistema de conductos 30, así como el segundo sistema de conductos 40, se extienden respectivamente a lo largo de la altura H de la hoja del álabe 16 que se extiende en el sentido radial de la turbina de gas. En el borde posterior 20 del álabe de turbina 10, se proporciona un primer orificio de salida 48 que se extiende a lo largo de la altura completa H de la hoja del álabe 16, para el primer medio M1, y una pluralidad de segundos orificios de salida
55

52 distribuidos de manera uniforme a lo largo de la altura H, para el segundo medio M2. También resulta concebible la provisión de una pluralidad de primeros orificios de salida 48 y/o sólo un segundo orificio de salida 52. En dicho acondicionamiento y en los acondicionamientos descritos a continuación, es importante que tanto los primeros como los segundos orificios de salida 48, 52 se encuentren, al menos, parcialmente a la misma altura radial del borde posterior 20, y que de esta manera se superpongan para lograr un flujo de ambos medios M1, M2 lo más próximo posible entre sí.

La figura 2b muestra un acondicionamiento alternativo del álabe de turbina 10 en un corte transversal, en el que el segundo sistema de conductos 40 para la conducción del segundo medio M2, comprende un tubo 60 insertado en la cavidad 38 del álabe de turbina 10. El tubo 60 se encuentra conectado a lo largo de la altura H de la hoja del álabe 16, con el lado interior 74 de la pared del álabe 42 del lado de aspiración. Los pasajes de conexión no representados en la figura 2b, se han fabricado de manera análoga al álabe de turbina 10 representado en la figura 2a para el flujo del medio M2 en la pared del álabe 42 del lado de aspiración, previamente durante la fundición, o se han perforado posteriormente, y desembocan, por una parte, en el tubo 60 y, por otra parte, en el orificio de salida 52.

La figura 2c muestra otra variante. Una pieza insertada de refrigeración por impacto 62 requerida para la refrigeración por impacto de las paredes del álabe 42, 44, se encuentra distanciada del lado interior 74 del perfil del álabe 16 mediante distanciadores 66, y en la sección transversal se conforma de manera que en el interior de la cavidad 38 contribuya a la formación del primer sistema de conductos 30 así como del segundo sistema de conductos 40, y además separe herméticamente los conductos 30, 40 uno de otro.

De la misma manera que la figura 2b, los segundos pasajes de conexión 50 se pueden conformar durante la fundición en la pared del álabe 42 del lado de aspiración del álabe de turbina 10.

La conducción del combustible en los acondicionamientos descritos hasta el momento, se realiza de manera que las piezas del segundo sistema de conductos 40, que se puede indicar también como un sistema de conductos de combustible, penetren el álabe de turbina 10 en el sentido radial, y además se conforma ya sea como un conducto fundido en la pared del álabe 42, 44 (figura 2a), como tubos conformados por separado con una pared o una pluralidad de paredes (figura 2b), o como un conducto de combustible por separado de la pieza insertada de refrigeración por impacto (figura 2c). Cada uno de los acondicionamientos recomendados, permite una conducción del combustible próxima al borde posterior 20, de manera que se puede lograr una inyección del combustible simple en términos constructivos, en una zona del flujo de gas de trabajo direccionado.

Los acondicionamientos representados en las figuras 2a a 2c, permiten la conducción del combustible en la turbina para la ejecución del método de "recalentamiento del álabe in situ", y permiten el suministro de dicho combustible al gas de trabajo 22 que circula en dicho lugar, sin influir de manera negativa en la refrigeración, la estabilidad o la aerodinámica del álabe de turbina 10, en donde debido a la conducción herméticamente separada de ambos medios M1, M2, se evita siempre de manera fiable un mezclado en el interior del álabe de turbina 10.

La figura 3 muestra la representación en perspectiva del borde posterior 20 de la hoja del álabe 16, con la supresión de las plataformas exterior e interior. La cavidad 38 dispuesta en el interior del álabe de turbina 10, se convierte como parte del primer sistema de conductos 30, en el primer pasaje de conexión 46 que, por su parte, se convierte sin resaltes en el primer orificio de salida 48, los cuales se encuentran dispuestos en el borde posterior 22 del álabe de turbina 10.

Tanto en la pared del álabe 42 del lado de aspiración, así como en la pared del álabe 44 del lado de presión, se proporcionan respectivamente los segundos conductos 40 fundidos, que se extienden a lo largo de la altura de la hoja del álabe 16. Los segundos conductos 40 se encuentran conectados con los segundos orificios de salida 52, a través de los segundos pasajes de conexión 50.

Mediante el acondicionamiento representado, se evita de manera efectiva un mezclado de ambos medios M1, M2 en el interior del álabe de turbina 10.

En la zona del borde posterior 20, se proporcionan elementos que generan un movimiento giratorio o bien, un remolino de ambos medios M1, M2 que salen desde el álabe de turbina 10. Los elementos que se muestran en la figura 3, son piezas de mezclado montadas 70 para lograr un mejor mezclado de ambos medios M1, M2 que salen. La piezas de mezclado montadas 70 presentan una forma piramidal, como conos o también como tetraedros 72, en cuya superficie triangular posterior, es decir, aguas abajo, se proporciona respectivamente el segundo orificio de salida 52. Por ejemplo, en el lado interior 74 de la pared del álabe 42 del lado de aspiración, se proporcionan dos tetraedros 72a, 72c, cuyos extremos libres se encuentran orientados hacia el lado interior 76 de la pared del álabe 44 del lado de presión. Entre ambos tetraedros 72a, 72c, dispuesto sin embargo en el lado interior 76 de la pared del álabe 44 del lado de presión, se proporciona un tetraedro adicional 72b de manera que para el primer orificio de salida 48, se obtenga una ranura con forma de meandro a lo largo del borde posterior 20, desde el extremo exterior hacia el extremo interior.

En el interior del álabe de turbina 10, en la cavidad 38 puede circular el primer medio M1, preferentemente aire de refrigeración, de una manera conocida, por ejemplo, en forma de meandro, para proteger simultáneamente el material que conforma la hoja del álabe 16 ante sobrecargas térmicas. Dicho medio llega desde dicho punto al primer orificio de salida 48 a través de los primeros pasajes de conexión 46. De manera análoga, el segundo medio M2 suministrado a los segundos conductos 40, preferentemente combustible, se conduce hacia los segundos orificios de salida 52.

Mediante las piezas de mezclado montadas 70 que presentan bordes afilados en su contorno, particularmente los tetraedros angulosos 72, se puede lograr un remolino sin reflujo del aire de refrigeración que sale a través del primer orificio de salida 48. El combustible que circula simultáneamente hacia el aire de refrigeración arremolinado, se mezcla después con el aire de refrigeración de una manera particularmente eficiente.

A pesar de la conducción separada de ambos medios M1, M2, se puede lograr un mezclado eficiente con un tiempo de mezclado y un recorrido de mezclado reducido, para quemar la mezcla que presenta combustión espontánea, con bajas emisiones mediante la conformación de llamas reducidas en el mezclado previo. De esta manera, se puede reducir también la longitud constructiva de la turbina. Además, mediante los sentidos del flujo de salida seleccionados de los medios M1, M2 que abandonan el álabe de turbina 10, se puede garantizar que se evite de manera segura un reflujo de la mezcla hacia los orificios de salida 48, 50. En correspondencia, no se puede generar ningún incendio en el interior de los conductos 30, 40, 46, 50 del álabe de turbina 10, de manera que se mantiene la vida útil del álabe de turbina 10.

La figura 4 muestra un corte transversal a través del acondicionamiento de un álabe de turbina de acuerdo con la figura 3, en el que se representan los tetraedros 72 enfrentados de manera desplazada entre sí, la pared del álabe 42 del lado de aspiración, la pared del álabe 44 del lado de presión, los dos primeros conductos 30, así como los dos segundos conductos 40. En lugar de los tetraedros 72, también resultan concebibles otras formas geométricas como piezas de mezclado montadas 70.

La figura 5 muestra un acondicionamiento alternativo de la presente invención, en el que la cavidad 38 dispuesta en el interior del álabe de turbina 10 se proporciona para la conducción del aire de refrigeración como el primer medio M1. En la pared del álabe 42 del lado de presión, se proporciona el segundo conducto 40 para la conducción del segundo medio M2. En el borde posterior 20 se proporcionan de a pares, orificios de salida 48, 52 distribuidos respectivamente a lo largo de la altura del álabe de turbina 10. Cada primer y cada segundo orificio de salida 48, 52 se conecta respectivamente con el sistema de conductos correspondiente 30, 40, a través de los pasajes de conexión 50, 46 que presentan una forma helicoidal asociados a dichos orificios. Además, dos conductos de conexión 46, 50 siempre se entrelazan entre sí como una hélice doble. Los medios M1, M2 que circulan a través de los pasajes de conexión 46, 50 que se enroscan de forma helicoidal, debido a su forma helicoidal, después de abandonar el álabe de turbina 10 también continúan circulando con el movimiento giratorio aplicado de esta manera. Los pasajes de conexión 46, 50 se encuentran alineados entre sí de manera que después de la salida de ambos medios M1, M2 desde los orificios de salida 48, 52, dichos medios circulen uno con otro y, de esta manera, se logre un mezclado particularmente eficiente dentro de un recorrido de mezclado y un tiempo de mezclado particularmente reducidos. Dicho mezclado particularmente eficiente resulta imprescindible para lograr la combustión de la mezcla con bajas emisiones, con un periodo de quemado reducido después del encendido espontáneo realizado, debido a la temperatura presente en el gas de trabajo 22. Mediante el quemado de la mezcla, se calienta a continuación el gas de trabajo 22 o bien, el aire de refrigeración que circula en la turbina, con lo cual se incrementa su contenido de energía, y se puede utilizar como energía mecánica proporcionada por la turbina. Además, de esta manera se incrementa el rendimiento de la turbina.

En la figura 6 se representa otra variante para lograr un mezclado particularmente eficiente de ambos medios M1, M2, que se conducen por separado en el álabe de turbina 10, que muestra un corte transversal a través del borde posterior 20 de un álabe de turbina 10 modificado. El elemento para generar un mezclado particularmente eficiente, es un elemento de chapa 80 móvil, sujetado firmemente de un lado, con un extremo 82 libre enfrentado al extremo fijo. El elemento de chapa 80 se encuentra fijado ya sea en el lado interior 76 de la pared del álabe 44 del lado de presión o en el lado interior 74 de la pared del lado de aspiración 42, por ejemplo, mediante soldadura o unión por soldadura, y durante el funcionamiento oscila periódicamente de un lado a otro debido a los medios M1, M2 que circulan a lo largo de dicho elemento, entre ambos lados interiores enfrentados 74, 76 de la pared del álabe 44 del lado de presión y de la pared del álabe 42 del lado de aspiración, de manera que los orificios de salida 48 y 52 sean recíprocamente mayores o menores. Además, los medios M1, M2 que salen, se arremolinan de manera que aguas abajo del elemento de chapa 80 se realice un mezclado particularmente eficiente de ambos medios M1, M2, logrando de esta manera las ventajas anteriormente mencionadas. De acuerdo con la figura 6, el extremo libre 82 de la pieza de chapa 80, se encuentra engrosado levemente en la sección transversal, de manera que en dicho punto presenta una masa incrementada. Dicha característica simplifica, por una parte, el mantenimiento de la oscilación del elemento de chapa 80 y, por otra parte, se utiliza para generar remolinos de una manera más simple, por ejemplo, para generar remolinos de Von Kármán. No resulta necesario que durante el proceso de oscilación el extremo libre 82 del elemento de chapa 80, se apoye contra los lados interiores 74, 76 de las paredes del álabe 42, 44.

5 Otra ventaja del acondicionamiento representado en la figura 6, consiste en que cuando se suprime la salida del medio M2, el sistema de conductos 40 se puede separar de la cámara del gas de trabajo 24, dado que la presión presente en el gas de trabajo 22 o en el medio M1, presiona el elemento de chapa 80 contra el lado interior 74 de la pared del álabe 42 del lado de aspiración. En este caso no existe la contrapresión generada por el medio M2. Por lo tanto, el orificio de salida 52 se encuentra cerrado y, de esta manera, se protege contra la entrada del gas de trabajo.

10 Las figuras 7 a 9 muestran en diferentes vistas el borde posterior 20 del álabe de turbina 10, con orificios de salida 48, 52 conformados en dicho borde con forma de toberas. A lo largo del borde posterior 20, se encuentran distribuidos orificios 92 que se extienden paralelos al sentido del flujo del gas de trabajo 22, con un contorno circular 93, en los cuales se introduce respectivamente una pieza insertada con forma de estrella 90, como elemento para generar remolinos en los medios M1, M2 que salen. Como se representa en la figura 9, la pieza insertada 90 presenta del lado de la salida, en relación con el sentido del flujo de ambos medios M1, M2, un contorno circundante 96 con forma de estrella. Del lado de entrada se proporciona un contorno 98 esencialmente más simple, por ejemplo, con una forma rectangular.

15 La superficie encerrada por el contorno 96 circundante con forma de estrella, de la pieza insertada 90, introducida en el orificio 92, conforma el primer orificio de salida 48. La superficie dispuesta entre el contorno circular 93 del orificio 92 y el contorno 96 exterior con forma de estrella, conforma el segundo orificio de salida 52.

20 En tanto que el álabe de turbina 10, en la zona del borde posterior 20 de acuerdo con la figura 8, se encuentra provisto de dos segundos conductos 40 dispuestos respectivamente en las paredes del álabe 42, 44, así como de un orificio 92 dispuesto en el borde posterior (comp. figura 7), con una pieza insertada 90 introducida en el orificio 92 y conformada de acuerdo con la figura 9, se puede lograr un remolino particularmente simple de ambos medios M1, M2 que salen contra el borde posterior 20 del álabe de turbina 10. En el interior de la pieza insertada 90 circula el primer medio M1, preferentemente aire de refrigeración, a través de la superficie rectangular de la sección transversal, y debido al contorno de la pieza insertada 90 que varía a lo largo del sentido de circulación, se conduce en correspondencia con dicho contorno. El contorno 96 de la pieza insertada 90 del lado de salida, con dedos 94 que sobresalen con forma de estrella, requiere que en los espacios intermedios 99 dispuestos entre los dedos 94, pueda circular el medio M2 que se suministra desde los segundos pasajes de conexión 50. También se pueden lograr las ventajas relacionadas con la presente invención, mediante un borde posterior 20 con una pluralidad de orificios de salida 48, 52 con forma de tobera. Dicho acondicionamiento conocido también como un mezclador que presenta una estructura con lóbulos, presenta además velocidades de mezclado sumamente intensivas.

35 Las figuras 10 a 12 muestran otro acondicionamiento de la presente invención, en el que en la zona del borde posterior 20 se proporciona una pieza insertada ondulada 100 a lo largo de su altura H, para generar remolinos en los medios M1, M2 que salen. El borde posterior 20 presenta además una ranura 102 rectangular que se extiende a lo largo de su altura H, que se divide en dos a lo largo de su altura mediante una pieza insertada 100 en su interior. La pieza insertada 100 se encuentra distanciada de ambos lados interiores 74, 76 de las paredes del álabe 42, 44, en donde la distancia entre cada pared interior 74, 76 y la pieza insertada 100, se incrementa y disminuye periódicamente debido a la forma ondulada de la pieza insertada 100, vista a lo largo del borde posterior 20. El frente ondulado 104 de la pieza insertada 100, provisto como elemento para generar remolinos, se encuentra inclinado en relación con el sentido de circulación de los medios M1, M2, de manera que los medios M1, M2 conducidos a ambos lados de la pieza insertada 100, circulen transversalmente sobre las ondulaciones de la pieza insertada 100, y desde dichas ondulaciones se arremolinen, de manera que se logre un mezclado homogéneo de ambos medios M1, M2 aguas abajo en relación con la pieza insertada 100. La mezcla que se obtiene calienta a continuación el gas de trabajo 22, o también se puede utilizar para el tratamiento de las emisiones del gas de trabajo 22.

45 Las figuras 13 y 14 muestran un acondicionamiento alternativo en el que sólo se arremolina el primer medio M1 conducido a través de los primeros pasajes de conexión 46, debido a las espigas 110 dispuesta de manera desplazada, que se extienden desde el lado interior 76 de la pared del álabe 44 del lado de presión, hacia el lado interior 74 de la pared del álabe 42 del lado de aspiración, mediante la conformación de una serie de calles de vórtices. Para el mezclado particularmente eficiente, se realiza el flujo del segundo medio M2 desde el álabe de turbina 10 hacia el primer medio M1 que circula arremolinado, a través de segundos orificios de salida 52 provistos en el borde posterior 20, cuyos segundos pasajes de conexión 50 conectados previamente se extienden en línea recta, aunque se inclinan hacia la plataforma exterior o interior. Por consiguiente, el elemento para generar remolinos en el medio M1, es la zona de espigas 110 dispuesta en el primer pasaje de conexión 46. En lugar de las espigas 110, sobre los lados interiores 74, 76 también se pueden proporcionar depresiones, generadores de turbulencias o ranuras.

En las figuras 15 a 17 muestran otro acondicionamiento de la presente invención, en el que una pieza insertada 120 esencialmente maciza y rectangular en su extensión, se introduce en una ranura 122 provista en el borde posterior 20 del álabe de turbina 10, con la cual se genera el remolino de ambos medios M1, M2 que salen en dicho punto. La pieza insertada 120 que se muestra en la figura 17 en una representación en perspectiva, está provista de una

- pluralidad de primeros pasajes de conexión 46 que se extienden paralelos entre sí, y que se extienden transversalmente en relación con los segundos pasajes de conexión 50. Los primeros y los segundos pasajes de conexión 46, 50 se cruzan entre sí, sin estar conectados entre sí en los puntos de intersección, y desembocan en orificios de salida 48, 52 que coinciden de a pares, en donde se realiza el mezclado de ambos medios M1, M2.
- 5 Mediante los sentidos del flujo de salida dispuestos de manera inclinada entre sí, de ambos medios M1, M2, arremolinan dichos medios de manera eficiente entre sí y se mezclan dentro de un recorrido de mezclado reducido.
- Paralelo a los pasajes de conexión 46, 50 inclinados hacia el exterior y hacia el interior en relación con las plataformas, sobre la superficie de las paredes del álabe 42, 44 orientada hacia el gas de trabajo 22, preferentemente en la zona del borde posterior 20, se pueden proporcionar también elementos de para generar remolinos, en forma de ranuras o depresiones, que arremolinan adicionalmente el gas de trabajo 22.
- 10 La figura 18 muestra en una representación en perspectiva, una pieza insertada 130 que presenta una forma tubular y es rectangular en la sección del flujo, la cual presenta en el interior elementos para generar remolinos reniformes 132. El medio restante introducido en el flujo turbulento reniforme, se mezcla con el primer medio de una manera particularmente homogénea debido a la generación del remolino.
- 15 En lugar de la introducción posterior de piezas insertadas 90, 100, 120, 130 en una hoja del álabe 16 fundida, y de su soldadura o unión por soldadura, dichas piezas también se pueden encontrar fundidas en el álabe de turbina 10 como una parte constitutiva de un núcleo de fundición que se encuentra retraída en la hoja del álabe 16.
- Una turbina provista de un álabe de turbina de esta clase, resulta particularmente apropiada para manipular el medio de trabajo que circula en dicho álabe, mediante el suministro de un medio adicional. Por ejemplo, el contenido de energía del medio de trabajo se puede incrementar mediante un "recalentamiento del álabe in situ", o se puede reducir la carga de emisiones del medio de trabajo mediante la adición de sustancias aditivas.
- 20 En conjunto, en la presente invención se recomienda un borde posterior de un álabe de turbina, a través del cual se adicionan al gas de trabajo dos medios que se conducen de manera separada en el interior del álabe de turbina, de manera que dichos medios se mezclen entre sí, en primer lugar, antes de que la mezcla o uno de los medios reaccione sólo parcialmente con el gas de trabajo. Para lograr un mezclado particularmente eficiente de ambos medios dentro de un recorrido de mezclado reducido, se proporcionan elementos para la generación de remolinos o de movimientos giratorios de los flujos, por lo cual en el caso de una mezcla inflamable se puede lograr una combustión a tiempo de la mezcla particularmente con bajas emisiones, aún antes de abandonar la turbina, para el calentamiento posterior del gas de trabajo, debido a un recorrido de mezclado particularmente reducido y a un tiempo de mezclado reducido.
- 25
- 30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Álabe de turbina (10) que presenta una hoja de álabe (16) perfilada, que puede ser expuesta a la circulación de un gas de trabajo (22), la cual presenta un borde frontal (18) contra el cual puede fluir un gas de trabajo (22), así como un borde posterior (20) que se extiende a lo largo de un eje principal de la hoja del álabe (21), desde una zona inferior (13) de la hoja del álabe (16) hacia una zona superior (15) enfrentada a dicha zona, contra el cual puede salir el gas de trabajo (22), y que presenta un primer sistema de conductos (30) y un segundo sistema de conductos (40) para la conducción separada de dos medios diferentes (M1, M2) que se pueden suministrar por separado al álabe de turbina (10), de los cuales uno es un combustible, en donde el primer sistema de conductos (30) desemboca en, al menos, un primer orificio de salida (48) dispuesto en la zona del borde posterior (20), para el flujo del primer medio (M1) hacia el gas de trabajo (22), y en donde, al menos, un segundo orificio de salida (52) dispuesto en la zona del borde posterior (20), para el flujo del segundo medio (M2), se encuentra conectado con el segundo sistema de conductos (40), **caracterizado porque** si se observa a lo largo del eje principal de la hoja del álabe (21), el segundo orificio de salida (52) se encuentra dispuesto, al menos, parcialmente a la misma altura que el primer orificio de salida (48).
- 15 2. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que respectivamente uno de los primeros orificios de salida (48) respectivamente con uno de los segundos orificios de salida (52), conforma un par de orificios superpuestos, vistos a lo largo del eje principal de la hoja del álabe (21).
3. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, con una pluralidad de primeros orificios de salida (48) y/o una pluralidad de segundos orificios de salida (52).
- 20 4. Álabe de turbina (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 ó 3, en el que a lo largo del borde posterior (20) se suceden entre sí pares de orificios.
5. Álabe de turbina (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que en la zona del borde posterior (20) se proporciona un elemento que genera un mezclado del primer medio (M1) con el segundo medio (M2) directamente aguas abajo en relación con los orificios de salida (48, 52).
- 25 6. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el elemento genera un mezclado sin reflujos del primer medio (M1) con el segundo medio (M2), en tanto que uno de ambos medios (M1, M2) o ambos medios (M1, M2) se pueden fluir en la zona de un borde afilado hacia el gas de trabajo (22).
- 30 7. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, en el que el elemento comprende pasajes de conexión (46, 50) dispuestos en el borde posterior (20) de la hoja del álabe (16), que conectan, al menos, uno de ambos conductos (30, 40) con los orificios de salida (48, 52) asociados a dichos conductos, en donde los pasajes de conexión (46, 50) presentan una forma tal que aplica un movimiento giratorio o un remolino en el medio (M1, M2) que circula a través de dichos pasajes.
8. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el elemento se proporciona en los orificios de salida (48, 52).
- 35 9. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, en el que el elemento para el mezclado del primer medio (M1) con el segundo medio (M2) se proporciona en un lado interior del lado de aspiración y/o en un lado interior del lado de presión de la pared del álabe (42, 44) de la hoja del álabe (16).
- 40 10. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que como elementos se proporcionan piezas insertadas de mezclado con forma tetraédrica, depresiones, generadores de turbulencia o zonas de espigas, en uno de los orificios de salida (48, 52) o aguas arriba en relación con dichos orificios.
11. Álabe de turbina (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que se proporcionan elementos de turbulencia del lado del gas caliente, en la hoja del álabe (16) que es sometida a la circulación del gas de trabajo (22).
- 45 12. Álabe de turbina (10) que presenta una pluralidad de piezas, de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 11, en el que la hoja del álabe (16) se encuentra moldeada por fundición, y el elemento para el mezclado de ambos medios (M1, M2) se fija en la hoja del álabe (16) como una pieza insertada fabricada por separado (90, 100, 110, 120).
- 50 13. Álabe de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la pieza insertada (90, 100, 110, 120) se conforma con forma de chapa ondulada o de tobera, y para la conformación de los orificios de salida (48, 52) se introduce en una perforación (90) o en una ranura (102, 122).

14. Turbina de gas con un álabe de turbina (16) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes.

FIG 1

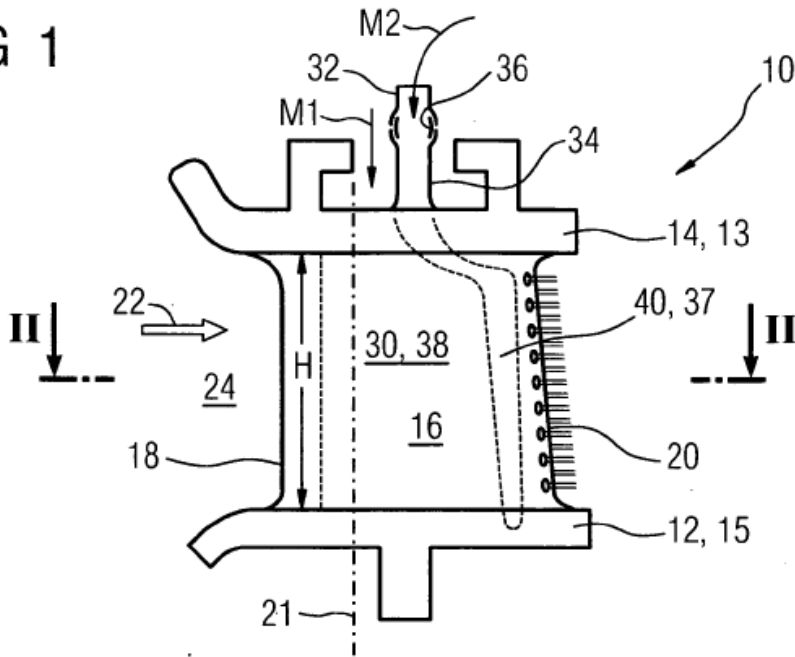


FIG 2a

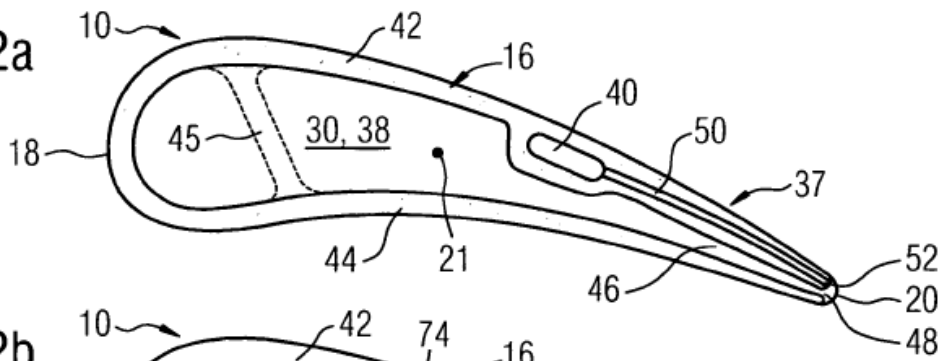


FIG 2b

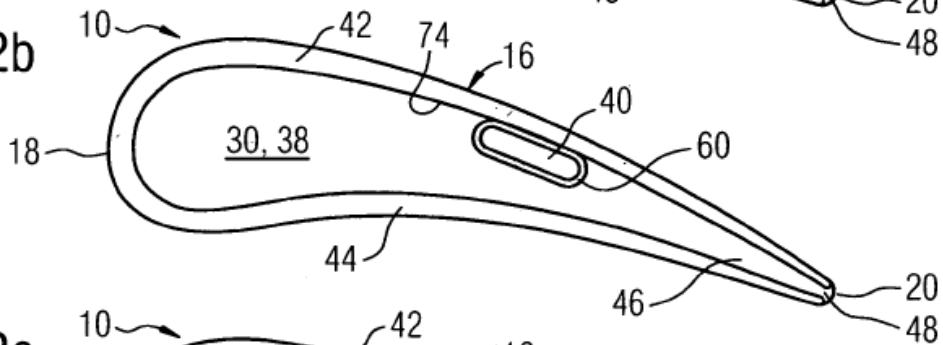


FIG 2c

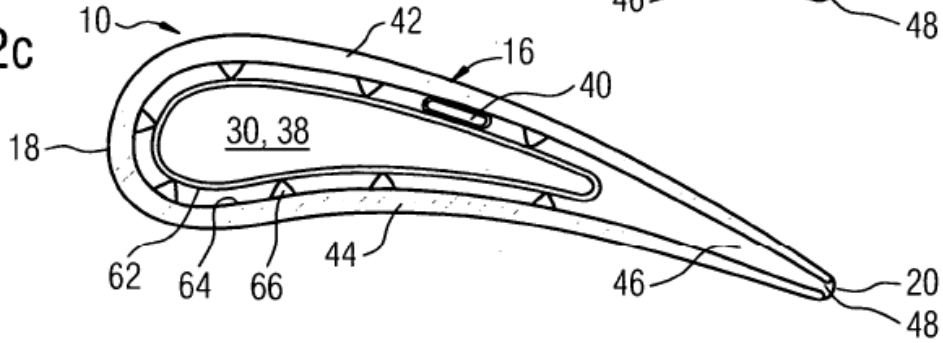


FIG 3

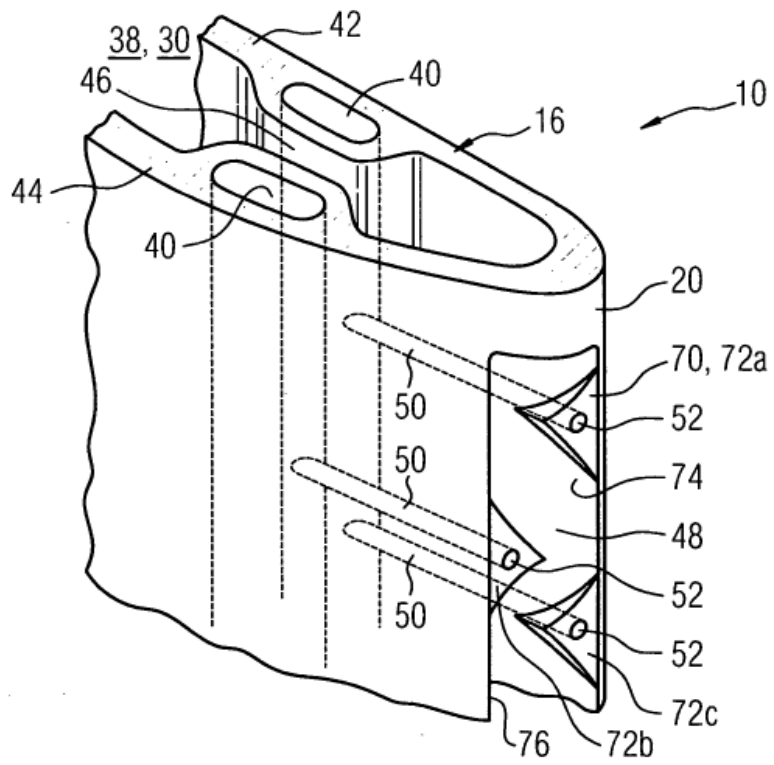


FIG 4

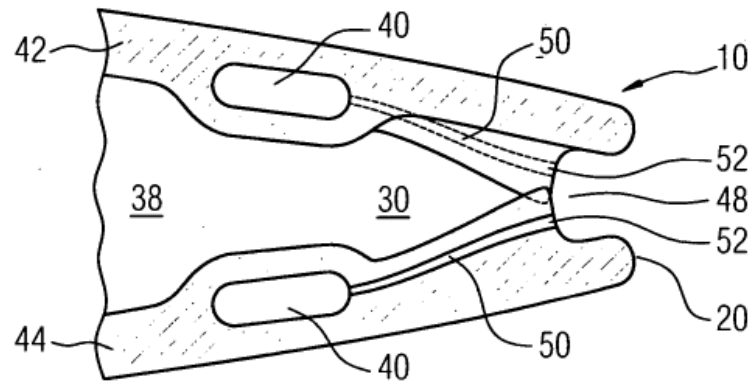


FIG 5

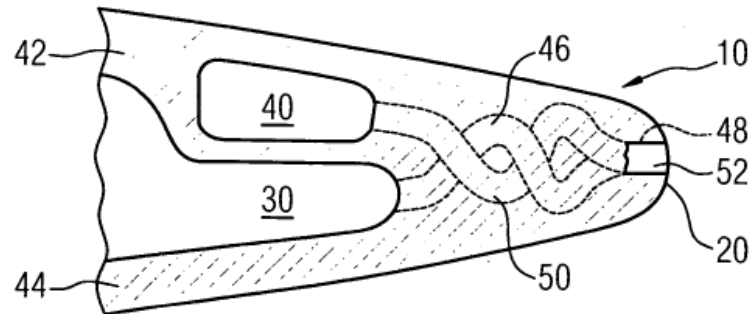


FIG 6

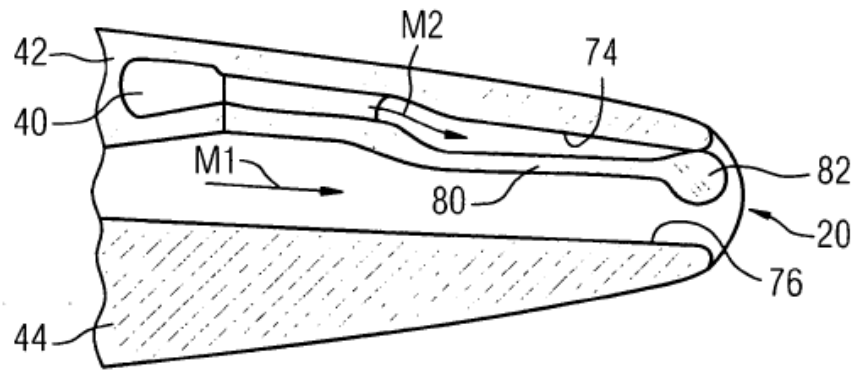


FIG 8

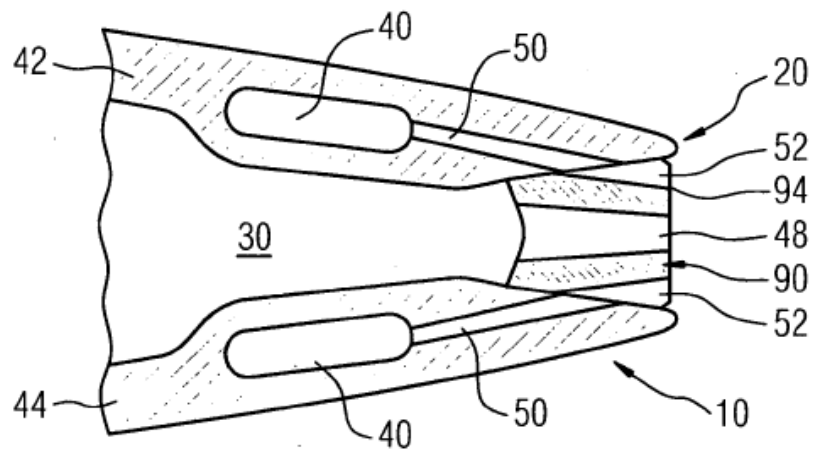


FIG 7

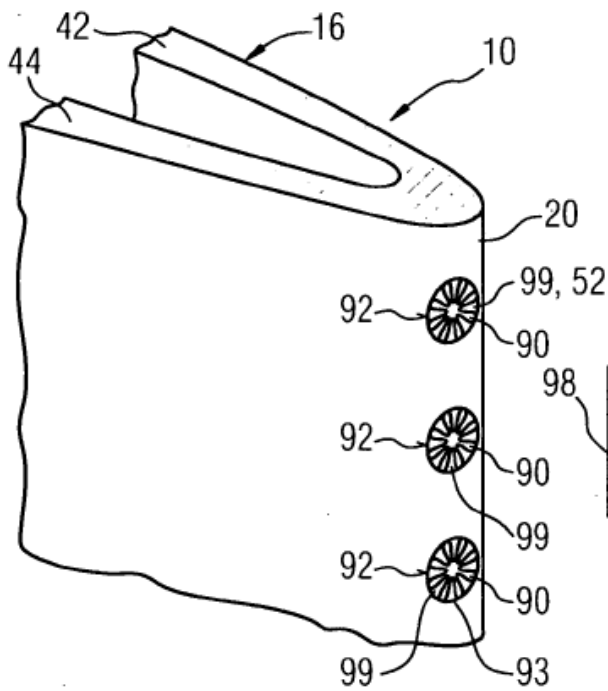


FIG 9

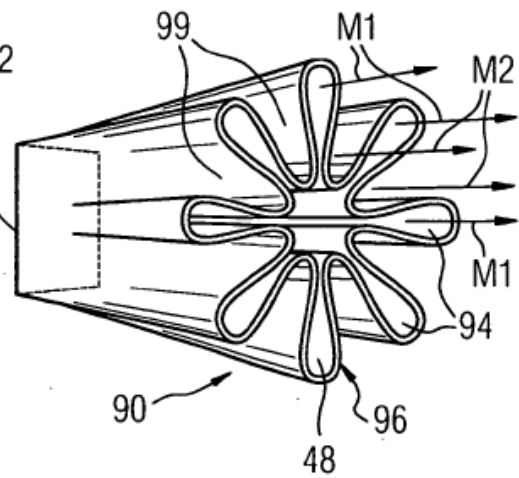


FIG 10

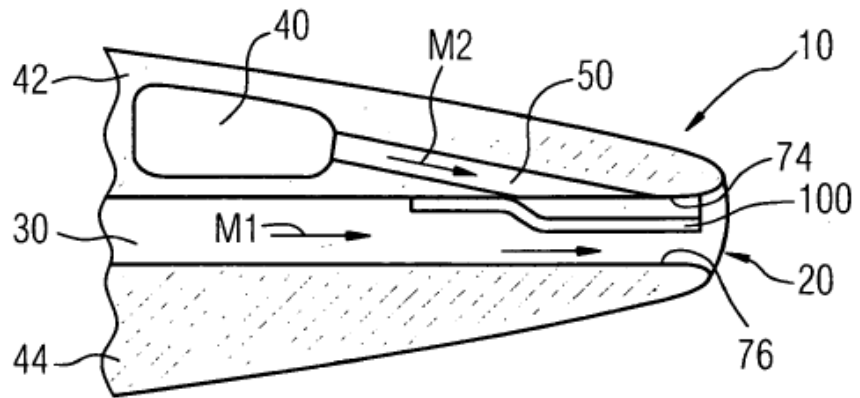


FIG 11

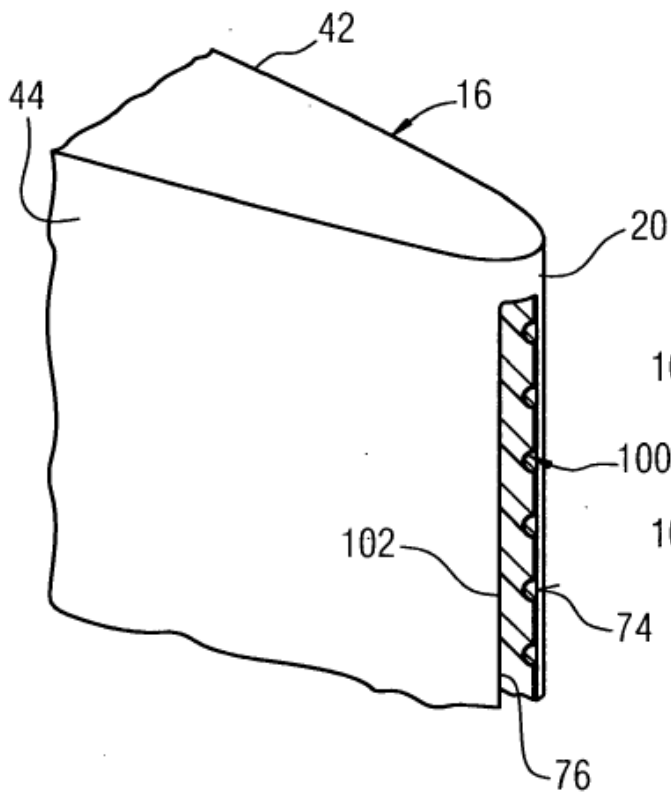


FIG 12

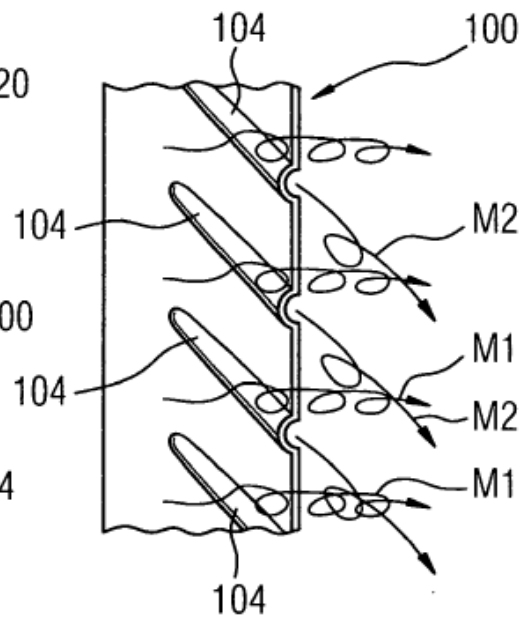


FIG 13

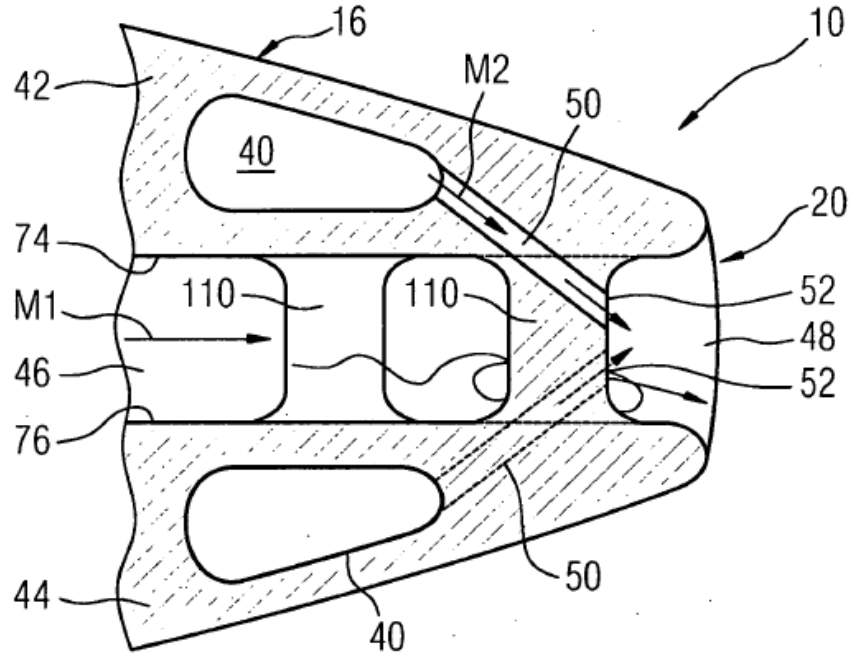


FIG 14

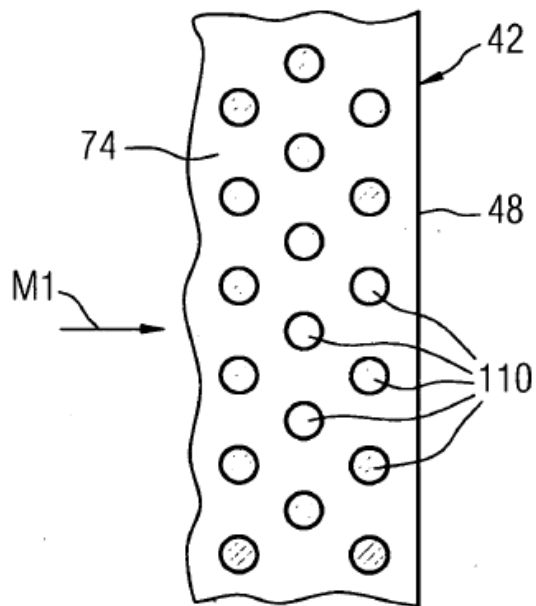


FIG 15

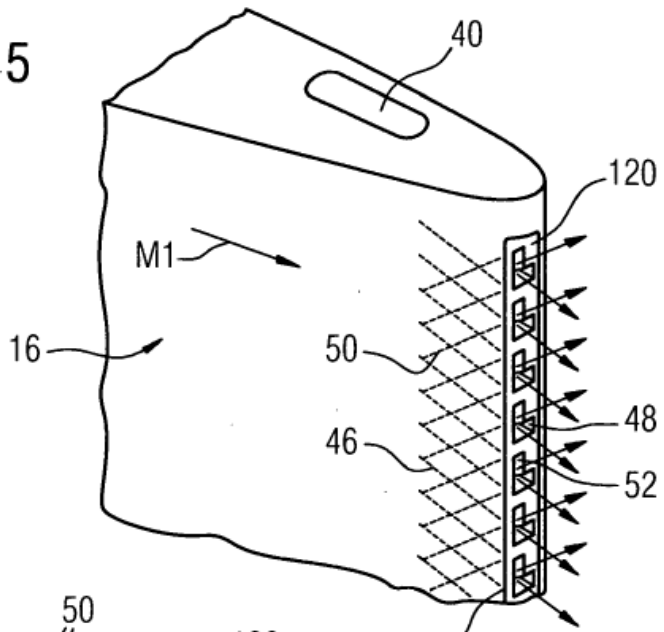


FIG 16

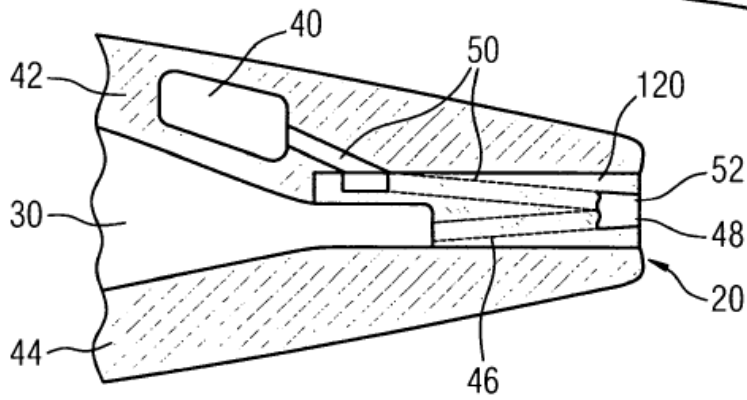


FIG 17

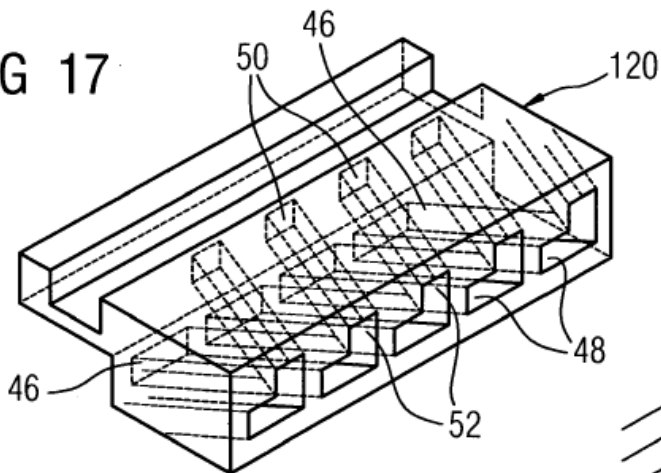


FIG 18

