

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 243**

51 Int. Cl.:

F01D 5/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2009 PCT/FR2009/051450**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2010 WO10010284**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2009 E 09737093 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2318663**

54 Título: **Álabe hueco de rodete de turbina que incluye una nervadura, rodete y turbomáquina asociados**

30 Prioridad:

21.07.2008 FR 0854935

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

29.05.2018

73 Titular/es:

**SAFRAN HELICOPTER ENGINES (100.0%)
B.P. 2
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

**PONS, LORENZO y
VIAL, LAURENCE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 670 243 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 hueco de rodete de turbina que incluye una nervadura, rodete y turbomáquina asociados

La invención se refiere a un álabe de rodete de turbina y, más en particular, a un álabe hueco de turbina de gas de alta presión, especialmente para un helicóptero. La invención también es, sin embargo, aplicable en motores de avión y, más generalmente, en cualquier turbina de gas. La invención se refiere, más en particular, a un álabe hueco de tipo "de fondo cerrado", es decir, para el cual el fondo no incluye orificios, contrariamente a los álabes huecos de tipo "de fondo abierto" o "refrigerados", los cuales no son objeto de la presente invención.

Como está representado en las figuras 1 y 2, para un álabe de turbina 10 que se extiende radialmente entre el pie y la punta de álabe 12, se prevé generalmente una cavidad pasante 14, denominada "bañera", delimitada por un fondo cerrado 16 y un contorno lateral 18. La dirección radial R del álabe es relativa al rodete que lo sustenta, siendo la dirección axial la propia del eje del motor que es perpendicular a la dirección radial. Un álabe de este tipo presenta convencionalmente un intradós 24, un extradós 26, un borde de ataque 28 y un borde de salida 30.

Con respecto a una punta de álabe llena de material, la presencia de la cavidad 14 permite aligerar el álabe y modificar la estructura del flujo de los gases, limitando así un flujo indeseable de gases del intradós 24 hacia el extradós 26 del álabe. Sin embargo, los gases calientes procedentes de la cámara de combustión, situada aguas arriba de la turbina, calientan por convección las paredes de la cavidad 14 al circular por el interior de la cavidad 14.

Se conoce otro álabe por el documento US 6367687.

Es un objetivo de la presente invención estructurar el flujo de los gases calientes dentro de la cavidad para disminuir los intercambios térmicos entre los gases calientes y las paredes de la cavidad.

La invención está definida por la reivindicación 1. Se comprende, pues, que dicha nervadura se extiende por el interior de la cavidad.

Una ventaja de tal álabe es que dicha al menos una nervadura del contorno lateral genera una circulación de gases que bloquea la entrada de la cavidad a la mayor parte de los gases calientes susceptibles de penetrar en ella. Consecuentemente, se reducen los intercambios térmicos entre los gases calientes y las paredes de la cavidad, por lo que las paredes de la cavidad se ven menos solicitadas desde el punto de vista térmico.

Ventajosamente, dicha al menos una nervadura se extiende en un plano sensiblemente perpendicular a la dirección radial del álabe, entendiéndose que, por "sensiblemente perpendicular", se entiende un plano que forma un ángulo comprendido entre -30° y $+30^\circ$ con respecto a un plano estrictamente perpendicular a la dirección radial del álabe. Preferentemente, dicha al menos una nervadura se extiende en el plano estrictamente perpendicular a la dirección radial del álabe. Los autores de la presente invención han comprobado que, en esta configuración, dicha al menos una nervadura bloquea eficientemente la corriente de gases calientes susceptible de entrar a la cavidad y de calentar sus paredes.

De acuerdo con una variante, el contorno lateral incluye al menos dos nervaduras. La presencia de dos nervaduras permite mejorar aún más el bloqueo de la entrada de los gases a la cavidad. Preferiblemente, las dos nervaduras están dispuestas enfrentadas.

Ventajosamente, el contorno lateral presenta al menos dos nervaduras inscritas en un mismo plano sensiblemente perpendicular a la dirección radial del álabe. De este modo, la abertura de la cavidad está limitada en un solo y mismo plano, lo cual permite limitar la entrada de los gases a la cavidad.

Alternativamente, el contorno lateral es portador de al menos dos nervaduras inscritas en dos planos diferenciados sensiblemente perpendiculares a la dirección radial del álabe. Esta diferencia de posicionamiento de las nervaduras según la dirección radial permite bloquear las corrientes de gases susceptibles de penetrar en la cavidad.

Por otro lado, el contorno lateral de la cavidad está constituido a partir de una primera porción de contorno próxima al intradós del álabe y de una segunda porción de contorno próxima al extradós del álabe y, ventajosamente, el contorno lateral presenta al menos dos nervaduras sobre una misma porción de contorno. Según esta configuración, es posible ajustar finamente el bloqueo de las corrientes de gases susceptibles de penetrar en la cavidad y disminuir la masa añadida que las nervaduras representan sobre el álabe.

Adviértase que, por "porción de contorno", se entiende una parte del contorno que se extiende entre el borde de ataque y el borde de salida del álabe. Las dos porciones de contorno son contiguas. Por lo tanto, el contorno consta de dos porciones de contorno: una primera porción de contorno que se extiende entre el borde de ataque y el borde de salida, por el lado intradós del álabe, y una segunda porción de contorno que se extiende entre el borde de ataque y el borde de salida, por el lado extradós del álabe.

Alternativamente, siempre considerando que el contorno lateral está constituido a partir de una primera porción de contorno próxima al intradós del álabe y de una segunda porción de contorno próxima al extradós del álabe, el

contorno lateral presenta al menos dos nervaduras situadas sobre las dos porciones de contorno. De este modo, la entrada de la cavidad queda reducida sensiblemente por las nervaduras y sólo una escasa corriente de gas es susceptible de penetrar en la cavidad.

5 Considerada según la dirección radial del álabe, dicha al menos una nervadura se halla dispuesta retrasada con respecto a la punta de álabe. De esta manera, queda en la punta del álabe un espacio residual que permite confinar eficazmente los gases susceptibles de penetrar en la cavidad y, así, bloquearlos mejor en la entrada de la cavidad.

10 Preferentemente, dicha al menos una nervadura es de sección sensiblemente rectangular. Los autores de la presente invención han advertido que tales nervaduras mejoran la función de bloqueo. Por "sección sensiblemente rectangular", se entiende una sección rectangular, pero también trapecial, cuadrada o una sección que tiene una forma de paralelogramo.

15 Las nervaduras, asimismo, puede estar biseladas. La forma biselada de la nervadura permite disminuir la masa de la nervadura, al propio tiempo que conserva una intercara de unión nervadura/contorno suficiente para asegurar la integridad mecánica de esta unión. Además, la forma biselada de las nervaduras permite crear sobre los flujos de gases unos efectos de borde particulares y, con ello, mejorar el bloqueo de las corrientes de gases susceptibles de penetrar en la cavidad.

Asimismo, la invención se refiere a un rodete de turbina que comprende al menos un álabe según la invención y a una turbomáquina, tal como una turbina de gas de helicóptero, que comprende tal rodete de turbina.

20 La invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de la descripción detallada que sigue de diferentes formas de realización dadas a título de ejemplos no limitativos. Esta descripción hace referencia a las figuras que se acompañan, en las cuales:

la figura 1 es una representación en perspectiva de la punta de un álabe según la técnica anterior,

la figura 2 es una vista en sección del álabe de la figura 1 según el plano II de la figura 1,

la figura 3 es una representación en perspectiva de la punta de un álabe según una primera forma de realización de la invención,

25 la figura 4A es una vista en sección del álabe de la figura 3 según el plano IV de la figura 3, en tanto que las figuras 4B, 4C y 4D representan otras formas de realización del álabe según la invención,

la figura 5A es una representación del álabe de la figura 3 visto según la flecha V de la figura 3, en tanto que las figuras 5B y 5C representan otras formas de realización del álabe según la invención, y

30 la figura 6 es una representación de una turbina de gas que comprende un rodete de turbina equipado con un álabe según la invención.

35 Con referencia a la figura 3, se describe una primera forma de realización de la invención. Esta figura 3 representa un álabe de turbina de alta presión 10 que se extiende radialmente entre un pie de álabe y la punta de álabe 12, en el que se ha arbitrado una cavidad pasante 14 denominada bañera. Esta cavidad 14 está delimitada por un fondo cerrado 16, es decir, carente de orificio, y por un contorno lateral 18. El contorno lateral 18 está constituido a partir de una primera porción de contorno 18a próxima al intradós 24 del álabe y de una segunda porción de contorno 18b próxima al extradós 26 del álabe. De conformidad con la invención, el contorno lateral 18 incluye al menos una nervadura que se extiende entre el borde de ataque 28 y el borde de salida 30 del álabe 10.

40 En este ejemplo, el contorno 18 presenta dos nervaduras 32 y 34 que respectivamente se extienden sobre la primera porción de contorno 18a y sobre la segunda porción de contorno 18b, emergiendo cada una de las nervaduras desde una de las porciones de contorno 18a y 18b.

45 La nervadura 32 emerge desde el contorno lateral 18 en orden a definir una garganta entre el fondo cerrado 16 y dicha nervadura 32. Se comprende, pues, que la nervadura 32 está desunida del fondo cerrado 16 y que entre el fondo cerrado 16 y la nervadura 32 queda delimitado un espacio. Dicho de otro modo, la nervadura 32 se halla dispuesta entre el fondo cerrado 16 y la punta 12 del álabe. Por lo tanto, la nervadura 32 no es colindante con el fondo cerrado 16. Lo mismo ocurre con la nervadura 34.

De este modo, la presencia de las nervaduras 32 y 34 que se extienden entre el borde de ataque 28 y el borde de salida 30 del álabe permite bloquear los gases calientes en correspondencia con la punta del álabe, de modo que no penetran, o escasamente, en la cavidad 14. Con respecto a la técnica anterior, se reduce el calentamiento originado por convección sobre las paredes de la cavidad 14.

50 En efecto, la presencia de una nervadura provoca perturbaciones (o efectos de borde) en el flujo de los gases. Los autores de la presente invención han comprobado que una nervadura provoca la creación de una estructura turbulenta a tres niveles de la circulación de los gases según la dirección radial del álabe. De este modo, en la

- figura 4A, los gases que llegan desde el lado intradós 24 del álabe por intermedio de la holgura J quedan bloqueados en la punta de álabe en un movimiento rotatorio 13 (o vórtice) estacionario “delimitado” por las nervaduras 32 y 34. En correspondencia con las nervaduras 32 y 34, los gases tienen otro movimiento rotatorio 15 pero con un sentido de rotación inverso al del movimiento rotatorio 13. En la cavidad 14, por debajo de las nervaduras 32 y 34, los gases tienen un movimiento rotatorio 17 que tiene el mismo sentido de rotación que el del movimiento rotatorio 13. De este modo, cuando los gases incidentes están calientes, la estructura turbulenta permite confinar los gases incidentes susceptibles de calentar las paredes de la cavidad 14 en la punta de álabe y limitar el índice de renovación de los gases calientes en el interior de la cavidad 14. Además, esta estructura turbulenta de circulación de los gases permite limitar los intercambios térmicos entre los diferentes movimientos rotatorios de los gases. Por otro lado, estos movimientos rotatorios permiten una homogeneización térmica entre el lado intradós 24 y extradós 26 del fondo 16 de la cavidad 14, lo cual induce menos tensiones mecánicas debidas a los gradientes térmicos de las paredes. De este modo, a diferencia de la técnica anterior, las paredes de la cavidad no son calentadas, o lo son menos, por los gases calientes procedentes de la cámara de combustión de la turbina de gas, y presentan una mejor homogeneidad térmica.
- La figura 4A es una vista en sección del álabe de la figura 1 tomada según el plano IV de la figura 1. En este ejemplo, las nervaduras 32 y 34 se extienden en un mismo plano P estrictamente perpendicular a la dirección radial R del álabe 10. Al generar circulaciones de gases en contrarrotación dentro de la cavidad, las nervaduras 32 y 34 permiten crear, en la entrada de la cavidad, efectos de borde que bloquean la entrada de la cavidad 14 a los gases exteriores a la cavidad.
- En la figura 4B, las nervaduras 36 y 38 están inscritas en dos planos diferenciados P' y P'' estrictamente perpendiculares a la dirección radial R del álabe. En esta configuración, los efectos de borde creados por las nervaduras son eficaces para bloquear las corrientes de gases sensiblemente oblicuas con relación a la dirección radial R.
- Siendo la parte superior del álabe la punta de álabe 12, la nervadura que, en este ejemplo, está posicionada más en lo alto se halla sobre la primera porción de contorno 18a, del lado intradós 24 (es decir, la nervadura situada más abajo se halla sobre la segunda porción de contorno 18b, del lado extradós 26). Como es lógico, de acuerdo con otra forma de realización, la nervadura situada más en lo alto puede encontrarse sobre la segunda porción de contorno 18b, del lado extradós 26 (es decir, la nervadura situada más abajo se halla situada sobre la primera porción de contorno 18a, del lado intradós 24).
- En las figuras 4A y 4B, las nervaduras 32, 34 y 36, 38 son de sección sensiblemente rectangular. En las figuras 4C y 4D, las nervaduras 40 y 42 son biseladas. De este modo, es posible adecuar la forma de las nervaduras para mejorar el efecto de borde y, por tanto, mejorar el bloqueo de los gases en la entrada de la cavidad 14, al tiempo que se aligera el dispositivo.
- En las figuras 4A, 4B, 4C y 4D, atendiendo al álabe 10 según su dirección radial R, las nervaduras 32, 34, 36, 38, 40 y 42 están dispuestas retrasadas con respecto a la punta de álabe 12. Al prever un espacio entre la punta de álabe 12 y la entrada de la cavidad delimitada por las nervaduras, es posible confinar dentro de este espacio los gases susceptibles de penetrar en la cavidad 14. Este espacio permite generar una circulación de gases entre el cárter 22 de la turbina y la punta de álabe 12. De este modo, se ve mejorado el bloqueo de los gases en la entrada de la cavidad 14.
- La figura 5A es una representación de la figura 3 según la flecha V de la figura 3. Esta figura completa la vista de la figura 4A. Una vista por la parte alta de la figura 4B (siendo la parte alta la punta de álabe 12) sería similar. De este modo, este ejemplo ilustra el modo en que se pueden situar las nervaduras 32, 34 ó 36, 38 a lo largo de las dos porciones de contorno 18a y 18b.
- La figura 5B representa una forma de realización en la que una sola nervadura 34 se extiende sobre la segunda porción de contorno 18b, del lado extradós 26. Según las condiciones de utilización del álabe, esta variante basta para bloquear las corrientes de gases susceptibles de penetrar en la cavidad 14. Según una forma de realización alternativa, una sola nervadura se extiende sobre la primera porción de contorno 18a, del lado intradós 24.
- La figura 5C representa una variante de la figura 5B. Dos nervaduras 34' y 34'' están situadas sobre una misma porción de contorno 18b (o, como alternativa, sobre la porción de contorno 18a). De este modo, la longitud de nervadura omitida con respecto a la forma de realización de la figura 5B permite disminuir la masa añadida por la nervadura 34. Este tipo de forma de realización permite asimismo posicionar con facilidad varias nervaduras sobre una misma porción de contorno, pero desplazadas radialmente. De este modo, es posible afinar los efectos de borde perturbadores de las corrientes de gases susceptibles de penetrar en la cavidad 14 y, por tanto, mejorar su bloqueo en la entrada de la cavidad 14.
- Además, según la forma de realización escogida, las dos nervaduras 34' y 34'' están dispuestas una en prolongación de la otra (a la vez que se hallan inscritas en un mismo plano o una misma superficie) o, según una variante, desplazadas radialmente.

En el ejemplo de la figura 5C, aunque se hayan representado dos nervaduras, es concebible un número cualquiera de nervaduras. De acuerdo con otra forma de realización, cabría prever una sola nervadura 34' ó 34'', o más.

En el presente ejemplo, la nervadura 34' es más larga que la nervadura 34'', pero, según una variante, la nervadura 34' podría ser de igual longitud o más corta que la nervadura 34'', en función del efecto que se desee.

- 5 Claro es que son concebibles otras formas de realización; por ejemplo, cabe prever varias nervaduras sobre cada porción de contorno 18a y 18b, del lado intradós 24 y extradós 26. O bien una sola nervadura sobre la porción de contorno 18a, del lado intradós 24, y varias nervaduras sobre la porción de contorno 18b, del lado extradós 26, o al contrario. La o las nervaduras pueden ser de sección rectangular, trapecial o cuadrada. Igualmente, una sola, varias o todas las nervaduras pueden ser biseladas. De este modo, según diferentes combinaciones, es posible definir una configuración de nervadura en la cavidad 14 que responda a un pliego de prescripciones técnicas específico derivado de las condiciones particulares de utilización de un álabe.
- 10

La figura 6 representa una turbomáquina 200, tal como una turbina de gas de helicóptero, equipada con un rodete de turbina de alta presión 100, estando este último equipado con álabes 10 conformes con la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Álabe de turbina (10) que se extiende radialmente entre un pie de álabe y una punta de álabe (12) en el que se ha arbitrado una cavidad pasante (14) que está delimitada por un fondo cerrado (16) y un contorno lateral (18), siendo el contorno lateral (18) de la cavidad (14) portador de al menos una nervadura (32) que se extiende entre un
5 borde de ataque (28) y un borde de salida (30) del álabe (10), caracterizado por que, según la dirección radial del álabe (10), dicha al menos una nervadura (32)
 - se halla dispuesta retrasada con respecto a la punta de álabe (12), y
 - emerge desde el contorno lateral (18) en orden a definir una garganta entre el fondo cerrado (16) y dicha al menos una nervadura (32), provocando así, en funcionamiento, una estructura turbulenta a tres niveles (13,
10 15, 17) de la circulación de los gases según la dirección radial, respectivamente:
 - por encima (13) de dicha al menos una nervadura (32),
 - en correspondencia (15) con dicha al menos una nervadura (32) y
 - por debajo (17) de dicha al menos una nervadura (32).
2. Álabe (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha al menos una nervadura (32) se extiende
15 en un plano sensiblemente perpendicular (P) a la dirección radial (R) del álabe (10).
3. Álabe (10) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el contorno lateral (18) incluye al menos dos nervaduras (32, 34).
4. Álabe (10) según la reivindicación 3, caracterizado por que las nervaduras (32, 34) están inscritas en un mismo plano (P) sensiblemente perpendicular a la dirección radial (R) del álabe (10).
- 20 5. Álabe (10) según la reivindicación 3, caracterizado por que las nervaduras (36, 38) están inscritas en dos planos (P', P'') diferenciados sensiblemente perpendiculares a la dirección radial (R) del álabe (10).
6. Álabe (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado por que el contorno lateral (18) está constituido a partir de una primera porción de contorno (18a) próxima al intradós (24) del álabe (10) y de una segunda porción de contorno (18b) próxima al extradós (26) del álabe (10), y por que las nervaduras (34', 34'') están
25 situadas sobre una misma porción de contorno (18a; 18b).
7. Álabe (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado por que el contorno lateral (18) está constituido a partir de una primera porción de contorno (18a) próxima al intradós (24) del álabe (10) y de una segunda porción de contorno (18b) próxima al extradós (26) del álabe (10), y por que las nervaduras (32, 34; 36, 38) están situadas sobre las dos porciones de contorno (18a, 18b).
- 30 8. Álabe (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dicha al menos una nervadura (32) es de sección sensiblemente rectangular.
9. Álabe (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que dicha al menos una nervadura (40) está biselada.
- 35 10. Rodete de turbina (100), que incluye al menos un álabe (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Turbomáquina (200), tal como una turbina de gas de helicóptero, que comprende un rodete de turbina (100) según la reivindicación 10.

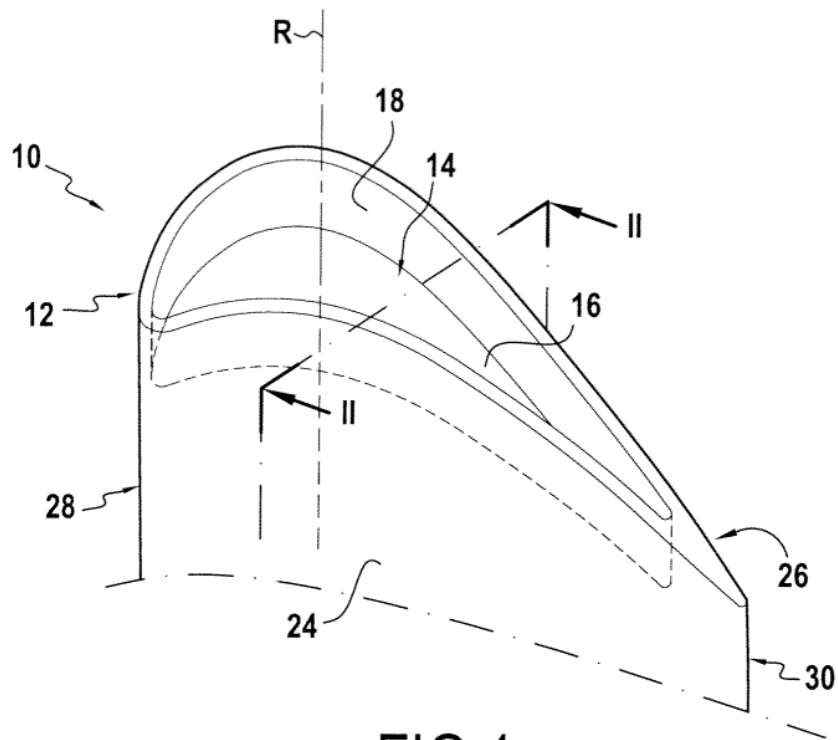


FIG.1
TÉCNICA ANTERIOR

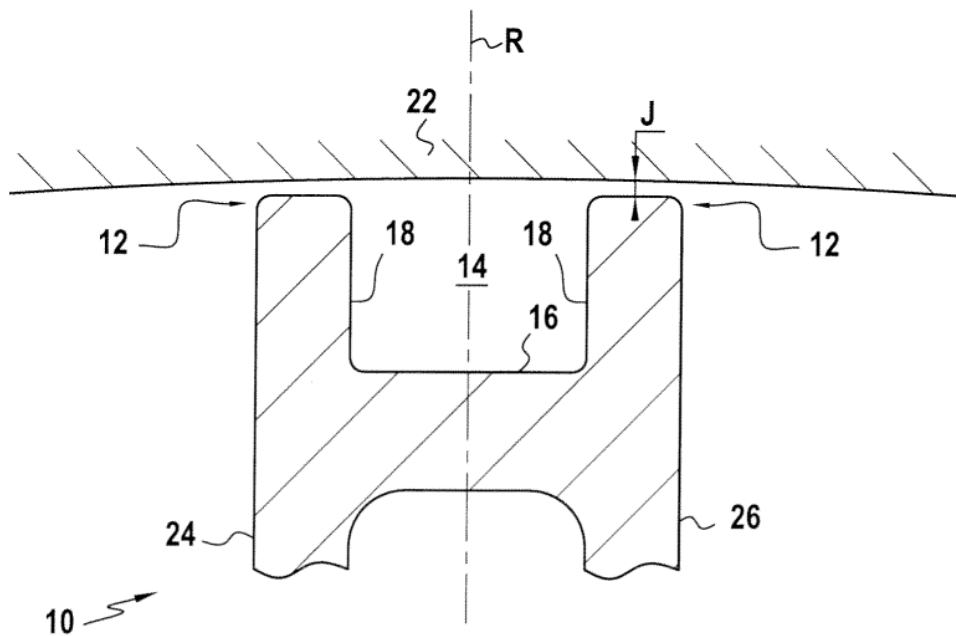


FIG.2
TÉCNICA ANTERIOR

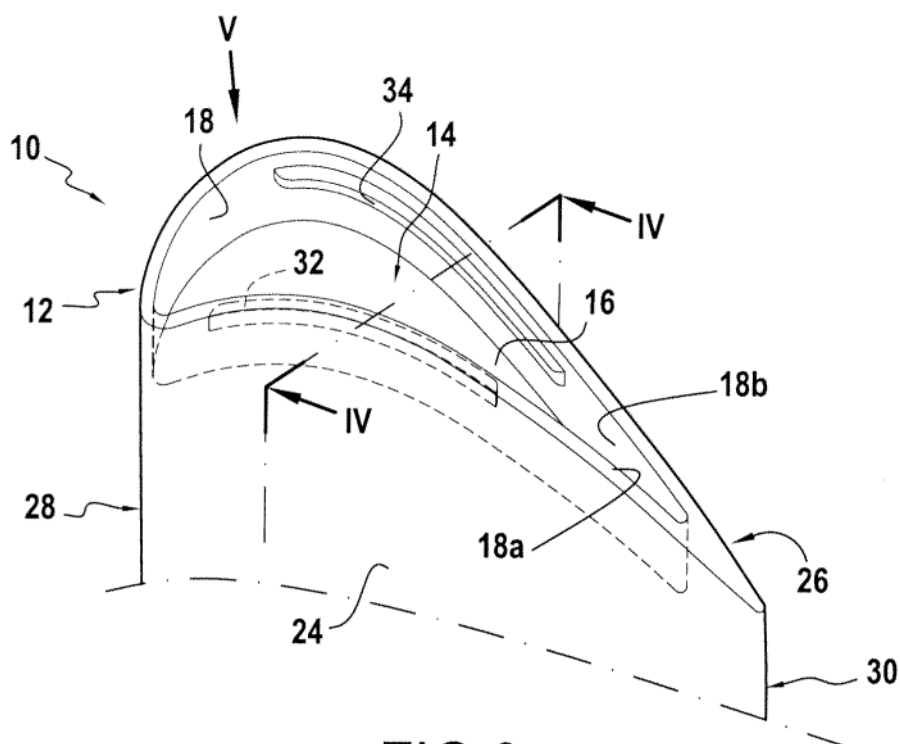


FIG.3

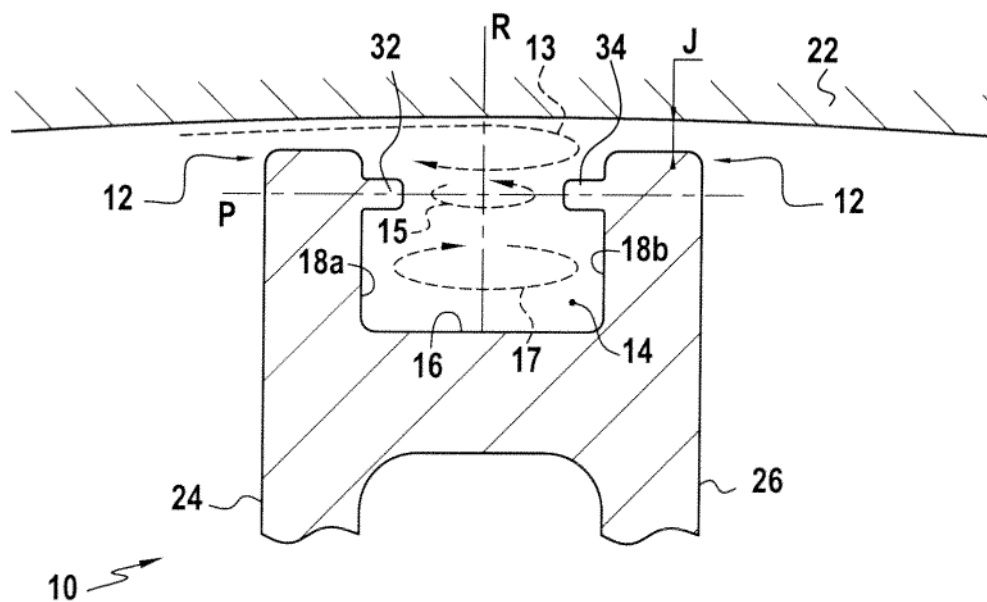
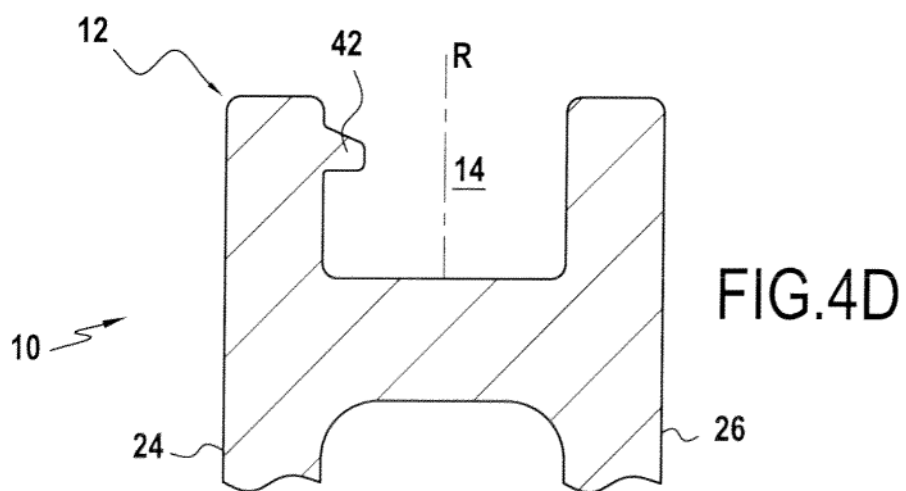
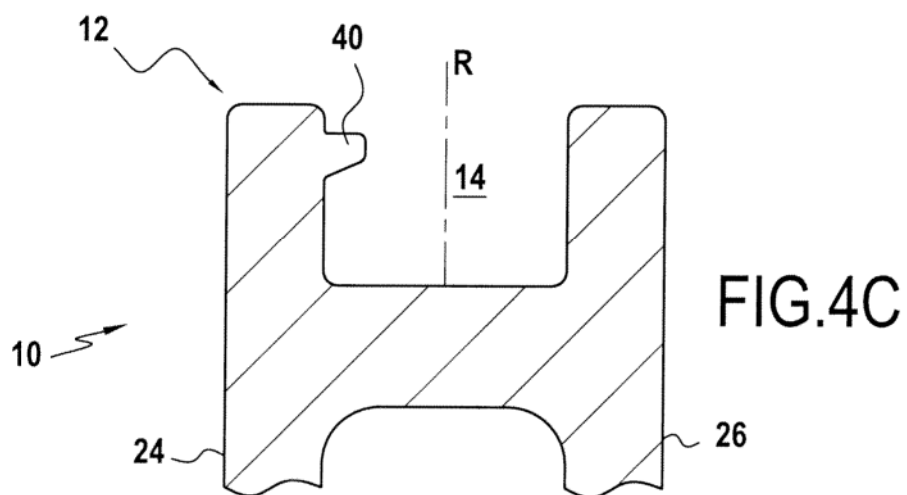
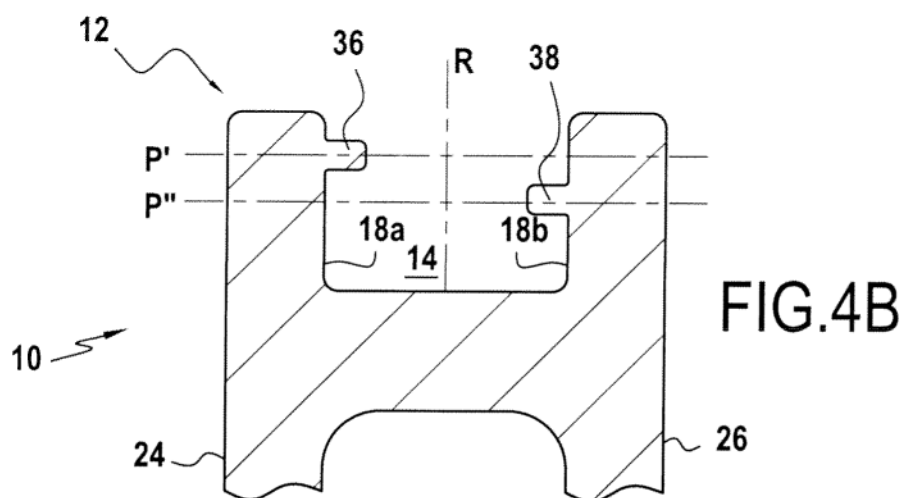
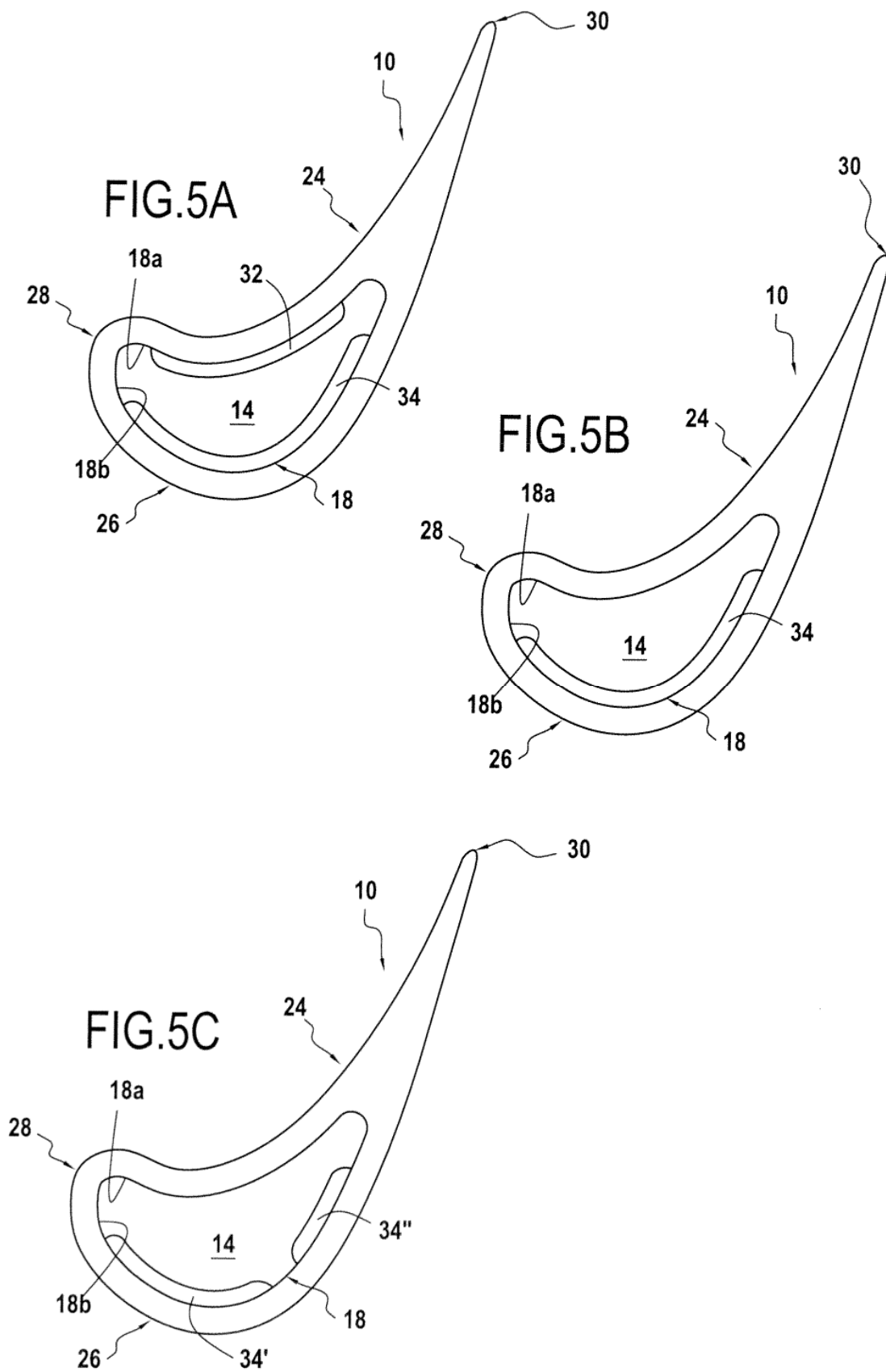


FIG.4A





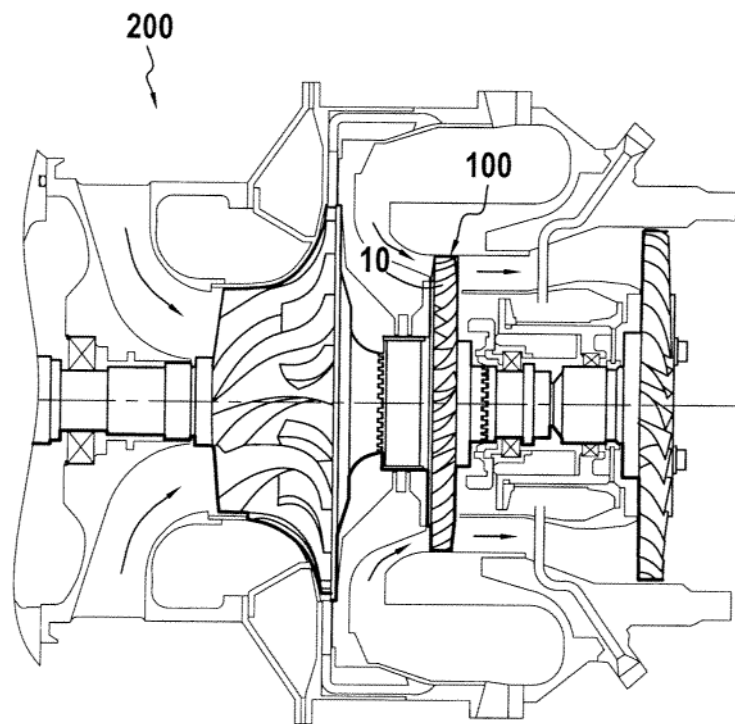


FIG.6