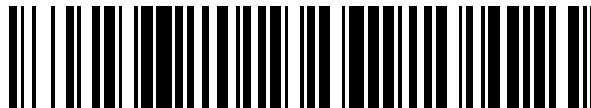


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 551 428**

51 Int. Cl.:

F01D 9/04 (2006.01)

F01D 25/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.08.2012 E 12761677 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2015 EP 2739829**

54 Título: **Motor de turbina de gas para motor de avión**

30 Prioridad:

04.08.2011 IT TO20110728

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

19.11.2015

73 Titular/es:

**GE AVIO S.R.L. (100.0%)
Via I Maggio 99
Rivalta di Torino (TO), IT**

72 Inventor/es:

CALZA, PAOLO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 551 428 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

Motor de turbina de gas para motor de avión

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un estator de turbina de gas para motores de avión.

10 Antecedentes de la invención

10 En el campo de las turbinas de gas para motores de avión se es consciente desde hace mucho de la necesidad de aumentar el rendimiento reduciendo el peso todo lo posible. Con el tiempo, esto ha dado lugar a la construcción de estatores que, por una parte, cada vez se someten a más esfuerzo, a saber, cargas fluidodinámicas altas en los álabes y, por la otra, tienen perfiles de grosor cada vez más pequeños y por lo tanto tienen inevitablemente una rigidez baja, tanto a la flexión como torsional.

15 La rigidez reducida de las series de álabes de estator ha dado lugar inevitablemente a la construcción de turbinas que han resultado ser inestables en algunas condiciones funcionales.

20 Ha sido posible establecer experimentalmente que dicha inestabilidad se debía a una marcada sensibilidad a fenómenos aeroelásticos que derivan de las recíprocas interacciones aerodinámicas entre los álabes de una etapa con la consiguiente provocación de movimientos o estados vibracionales, conocidos como "flúter". Este flúter somete a esfuerzo a los álabes, llevándolos a condiciones estructuralmente críticas, además de generar emisiones de ruido.

25 Debido a estos problemas, las series de álabes de estator se reforzaron localmente o hicieron más rígidas, pero a costa de un inevitable aumento del peso y, en cualquier caso, la aceptación de geometrías/configuraciones peligrosas en términos de rendimiento aerodinámico y, en consecuencia, de eficiencia.

30 La Solicitud de Patente EP-A-2075413, que corresponde al preámbulo de la reivindicación 1, describe optimizar las superficies sustentadoras de la serie de estatores. En particular, esta serie incluye superficies sustentadoras que pueden ser diferentes una de otra. Sin embargo, la solución presentada en EP-A-2075413 no es muy satisfactoria con respecto al montaje de piezas, dado que estas piezas son numerosas y diferentes una de otra. En otros términos, al hacerse individualmente con diferentes características geométricas, estas piezas requieren sistemas dedicados de almacenamiento y manejo y diferentes códigos de identificación. Además, en el paso de montaje, es aconsejable proporcionar oportunos sistemas de referencia y colocación para montar las varias superficies sustentadoras en la posición correcta, establecida por diseño.

35 Además, en EP-A-2075413, el tipo particular de alternación de las superficies sustentadoras a lo largo de la dirección circunferencial no es óptimo desde el punto de vista de la estabilización del flúter, puesto que genera una asimetría significativa en la serie de álabes.

40 Descripción de la invención

45 El objeto de la presente invención es proporcionar un estator que tenga características de construcción que permitan resolver los problemas antes descritos de manera simple y barata.

Según la presente invención, se realiza un estator de turbina de gas para motores de avión como el definido en la reivindicación 1.

50 Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran algunas realizaciones no limitativas, donde:

55 La figura 1 representa, esquemática y sustancialmente en bloques, un estator de una turbina de gas equipado con una pluralidad de sectores de álabes hechos según los principios de la presente invención.

60 Las figuras 2 y 3 muestran respectivamente, en una escala mucho mayor, una vista en perspectiva y una vista en sección a lo largo de las líneas III-III de la figura 2 de una primera realización preferida de un sector de álabes del estator de la figura 1.

Las figuras 3a y 3b son similares a la figura 3 y muestran respectivamente una vista en sección a lo largo de las líneas IIIa-IIIa y a lo largo de la línea IIIb-IIIb de la figura 2.

65 Las figuras 4 y 5 son similares a las figuras 2 y 3 y muestran respectivamente, en una escala mucho mayor, una vista en perspectiva y una vista en sección a lo largo de la línea V-V de la figura 4 de una segunda realización

preferida de un sector de álabes del estator de la figura 1.

Y las figuras 6 y 7 son similares a las figuras 2 y 3 y muestran respectivamente, en una escala mucho mayor, una vista en perspectiva y una vista en sección a lo largo de la línea VII-VII de la figura 6 de una tercera realización preferida de un sector de álabes del estator de la figura 1.

Mejor modo de llevar a la práctica la invención

En la figura 1, el número de referencia 1 indica, en conjunto, un estator (parcialmente representado) de una etapa de turbina de gas (no representada) para un motor de avión.

El estator 1 incluye una serie o aro 1b formado por una pluralidad de sectores de álabes de estator 2 dispuestos uno junto a otro, coaxialmente a un eje 1a de la serie 1b e incluyendo cada uno una porción interior curvada 3, una porción exterior curvada 4 y al menos dos álabes radiales intermedios 5 conectados integralmente en un extremo a la porción interior curvada 3 y a la porción exterior curvada 4 en el otro extremo, con el fin de formar, con las porciones 3 y 4, un sector monolítico 2 hecho de una pieza.

Porciones 3 y porciones 4 se extienden alrededor del eje 1a a modo de arcos de un círculo y, como se ha mencionado anteriormente, descansan contra y/o están conectadas a las porciones 3 y 4, respectivamente, de los sectores adyacentes 2 en una dirección circunferencial: tomadas juntas, las porciones 3 forman así una pared de extremo anular interior 3a y las porciones 4 forman así una pared de extremo anular exterior 4a (figura 1). Es evidente que las paredes de extremo 3a y 4a delimitan radialmente un canal anular entre ellas, el cual guía el flujo de gas en la turbina y aloja los álabes 5.

Con referencia específica a las figuras 2 y 3, cada sector 2 incluye dos series de álabes 5 y, en particular, tres álabes 5a y tres álabes 5b geométrica y dimensionalmente diferentes uno de otro y alternados uno con otro. Alternativamente, según una variante que no se representa, cada sector de álabes 2 incluye solamente un álabe 5a y solamente un álabe 5b.

Cada uno de los álabes 5a y 5b tiene su propia generatriz radial, indicada como 6a y 6b. En el ejemplo concreto representado en la figura 2, las generatrices 6a y 6b están curvadas al menos parcialmente y son diferentes una de otra. Alternativamente, según una variante que no se representa, las generatrices 6a y 6b son líneas rectas o curvadas de forma diferente a las indicadas a modo de ejemplo.

Siempre con referencia a las figuras 2, 3, 3a y 3b, los álabes 5a y 5b son diferentes uno de otro y están curvados al menos parcialmente; en el ejemplo concreto descrito, tienen respectivos segmentos intermedios curvados, indicados como 7a y 7b y que tienen diferentes curvaturas uno de otro, y respectivos segmentos de extremo sustancialmente rectos 8a y 8b dispuestos en extremos opuestos de los respectivos segmentos curvados y que se extienden a partir de las respectivas porciones curvadas 3 y 4.

Con referencia a la figura 3, los álabes 5a y 5b tienen respectivas secciones transversales 9a y 9b diferentes una de otra, tanto en forma o geometría como en tamaño; los álabes 5a tienen secciones 9a de tamaño sustancialmente constante en la dirección radial, a saber, desde la porción 3 hacia la porción 4, mientras que los álabes 5b tienen secciones variables 9b, que varían convenientemente de manera ininterrumpida, siempre en la dirección radial, como se puede ver claramente en las secciones representadas en las figuras 3, 3a y 3b. En particular, los álabes 5b tienen secciones 9a de tamaño máximo cerca de las porciones 3 y 4 (figura 3), una sección 9a de tamaño mínimo aproximadamente en la mitad de la extensión radial (figura 3b) y secciones intermedias 9a en los segmentos restantes (figura 3a). Todavía con referencia a la figura 3, cada una de las secciones 9a de tamaño máximo tiene una dimensión D1 medida a lo largo de una línea circunferencial 10 (figura 3) mucho menor que una dimensión D2 de las secciones 9b medida en la misma dirección y, en particular, igual o menor que la mitad de la dimensión D2. No solamente esto, sino que cada una de las secciones 9a de tamaño máximo tiene un perímetro con una forma y dimensiones externas tales que se extiende completamente dentro del perímetro de cada una de las secciones 9b. Además, siempre con referencia a la figura 3, los álabes 5a tienen porciones de extremo opuesto con radios de curvatura Ra mucho menores que los radios de curvatura Rb de las porciones de extremo de los álabes 5b, como se puede ver claramente en la figura 3.

Las figuras 4 y 5 muestran un sector de álabes 13 que es similar al sector de álabes 2 y solamente difiere del sector de álabes 2 debido al hecho de que las generatrices 6b tienen una curvatura más grande que las generatrices 6a y de que las secciones 9b de tamaño máximo tienen una superficie y una extensión en la dirección axial menores que las de las secciones 9a.

Además, las dimensiones D1 y D2 son sustancialmente comparables, como se puede ver en la figura 5.

Las figuras 6 y 7 muestran un sector de álabes 14 que difiere de sector de álabes 13 únicamente en que las generatrices 6a y 6b tienen una curvatura diferente y, en particular, más pequeña que las de las generatrices 6a y 6b del sector 13.

5 Ha sido posible observar experimentalmente que el uso de diferentes series de álabes en un mismo sector monolítico de álabes y, en particular, el uso de álabes geométrica y dimensionalmente diferentes uno de otro o dispuestos en posiciones diferentes relativas a lo largo de las porciones interiores y exteriores permite crear un sector de álabes que es aeroelásticamente estable en cualquier estado funcional o de carga y, al mismo tiempo, es sumamente ligero.

10 Los resultados anteriores obtenidos del hecho de que en los sectores de estados descritos 2, 13 y 14, cada uno de los álabes del mismo sector, precisamente por tener una generatriz diferente, una sección y, en general, una geometría diferente de los otros álabes del sector y/o estar dispuesto en una cierta posición con respecto a los otros álabes, se deforma elásticamente y vibra o fluctúa en su propia forma y con sus propias frecuencias que son diferentes de los modos de vibración o fluctuación de las otras series de álabes que constituyen parte del mismo sector.

15 En particular, en la fase de diseño, la geometría y la disposición relativa de los álabes de un mismo sector se determinan de tal manera que las interacciones aerodinámicas entre los diferentes álabes se reduzcan al punto de cancelarse recíprocamente, haciendo estable el sector relevante. En otros términos, las geometrías y las relativas configuraciones se determinan de modo que “se desintonicen” las frecuencias de los modos de vibración críticos de cada álabe, es decir, de manera que se reduzcan las interacciones aerodinámicas producidas por álabes adyacentes.

20 Haciendo los sectores de una sola pieza, incluyendo cada uno al menos un álabe 5a y al menos un álabe 5b, es posible producir sectores que sean idénticos y, por lo tanto, producir un tipo de módulo que se repita a lo largo de la circunferencia del estator en la etapa de montaje.

25 Además, la alternación de un solo álabe 5a con un solo álabe 5b a lo largo de toda la circunferencia del estator 1 permite reducir al mínimo la asimetría de la serie 1b, con el fin de optimizar la estabilización del flúter.

30 Es claro por lo anterior que se puede aplicar modificaciones y variaciones al estator 1 descrito sin apartarse del alcance de protección definido en las reivindicaciones independientes. En concreto, las generatrices 6a y 6b pueden tener un recorrido diferente de los descritos a modo de ejemplo, mientras que todos o parte de los sectores de álabes podrían incluir un número de álabes 5 distinto del descrito, pero siempre un número par, como en los ejemplos ilustrados, con el fin de obtener un sector que tenga una alternación de álabes 5a y 5b y se repita uniformemente a lo largo de la circunferencia del estator 1.

35 Finalmente, cuando las generatrices 6a y 6b sean líneas rectas, podrán tener diferentes inclinaciones radiales una con respecto a otra.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un estator de turbina de gas (1) para motores de avión, incluyendo el estator una serie de álabes (1b) que incluye una pluralidad de álabes constituidos por una serie de primeros álabes (5a) y una serie de segundos álabes (5b), teniendo dichos primeros álabes (5a) una geometría diferente de dichos segundos álabes (5b); **caracterizado porque:**
- 10 a) dichos primeros y segundos álabes están dispuestos de manera que se alterne un solo primer álabe (5a) con un solo segundo álabe (5b) en toda la circunferencia del estator (1);
- 15 b) dicha serie de álabes se define por una pluralidad de sectores (2; 13; 14), incluyendo cada uno:
- 15 i) una porción interior curvada (3) junto a las porciones curvadas interiores de sectores adyacentes de manera que forme una pared de extremo anular interior (3a);
- 20 ii) una porción exterior curvada (4) junto a las porciones curvadas exteriores de sectores adyacentes de manera que forme una pared de extremo anular exterior (4a);
- 20 iii) al menos uno de dichos primeros álabes (5a) y al menos uno de dichos segundos álabes (5b);
- 20 c) cada dicho sector (2; 13; 14) se define por un cuerpo hecho de una pieza.
- 25 2. Un estator según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos primeros y segundos álabes (5a y 5b) tienen respectivas generatrices radiales primeras y segundas, que son diferentes una de otra.
- 30 3. Un estator según la reivindicación 2, **caracterizado porque** dichas primeras y segundas generatrices incluyen al menos un primer segmento curvado y, respectivamente, al menos un segundo segmento curvado; teniendo los segmentos curvados primero y segundo diferentes curvaturas uno de otro.
- 30 4. Un estator según la reivindicación 3, **caracterizado porque** dichos segmentos curvados primero y segundo son segmentos intermedios.
- 35 5. Un estator según la reivindicación 4, **caracterizado porque** dichas primeras y segundas generatrices incluyen además primeros y, respectivamente, segundos segmentos sustancialmente rectos, dispuestos en extremos opuestos de dicho segmento curvado respectivo.
- 40 6. Un estator según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dichos segmentos rectos primero y segundo se extienden desde dichas porciones curvadas interiores y exteriores (3, 4).
- 40 7. Un estator según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** dichos primeros y segundos álabes tienen secciones transversales primera y segunda, respectivamente, que son geométrica o dimensionalmente diferentes una de otra.
- 45 8. Un estator según la reivindicación 7, **caracterizado porque** dichas secciones transversales primera y segunda tienen respectivas dimensiones medidas a lo largo de una dirección circunferencial común que son diferentes una de otra.
- 50 9. Un estator según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** al menos dichos segundos álabes tienen secciones variables en la dirección radial.
- 50 10. Un estator según la reivindicación 9, **caracterizado porque** al menos dichos segundos álabes tienen secciones de tamaño máximo cerca de dichas porciones curvadas interiores y exteriores (3, 4).
- 55 11. Un estator según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado porque** el perímetro de cada una de dichas primeras secciones es tal que se puede inscribir en un perímetro correspondiente de cada una de dichas segundas secciones.

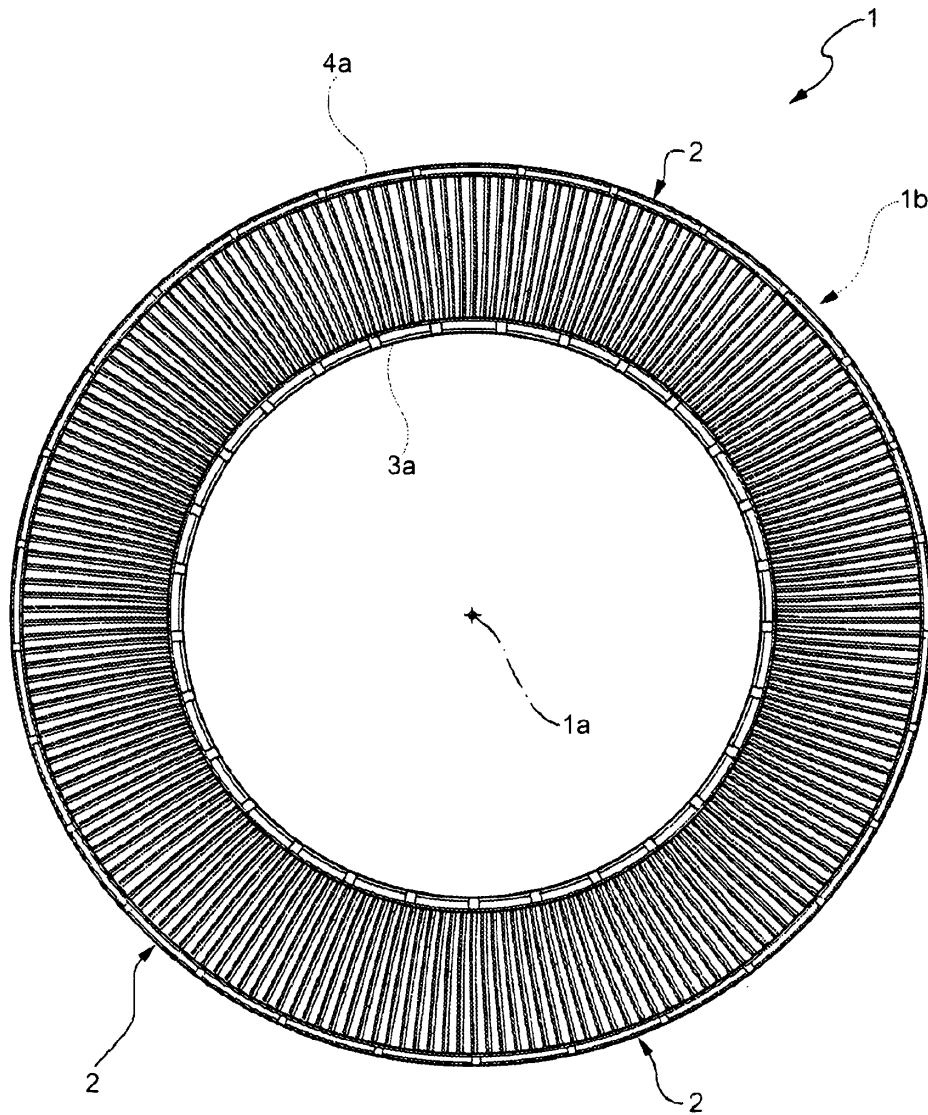


FIG. 1

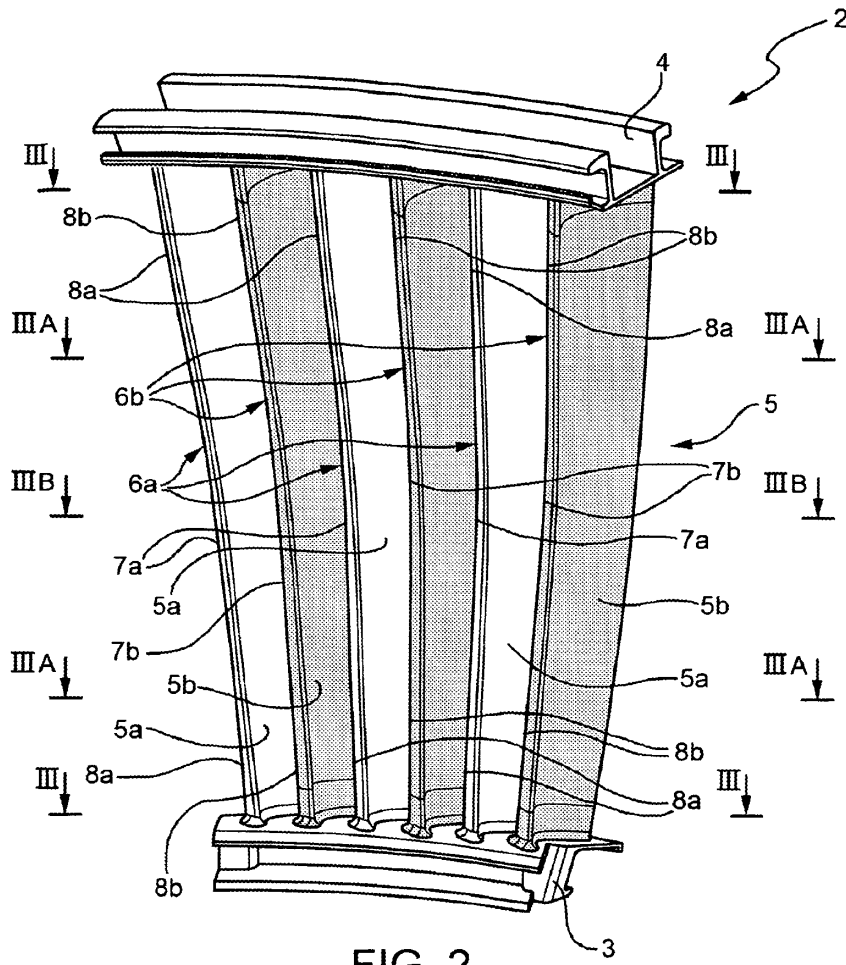


FIG. 2

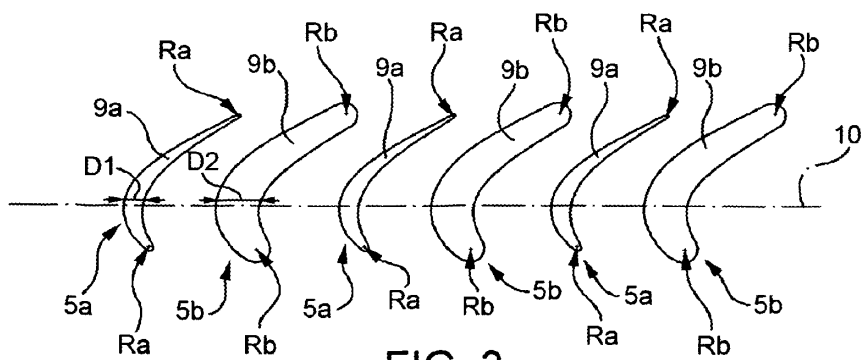


FIG. 3

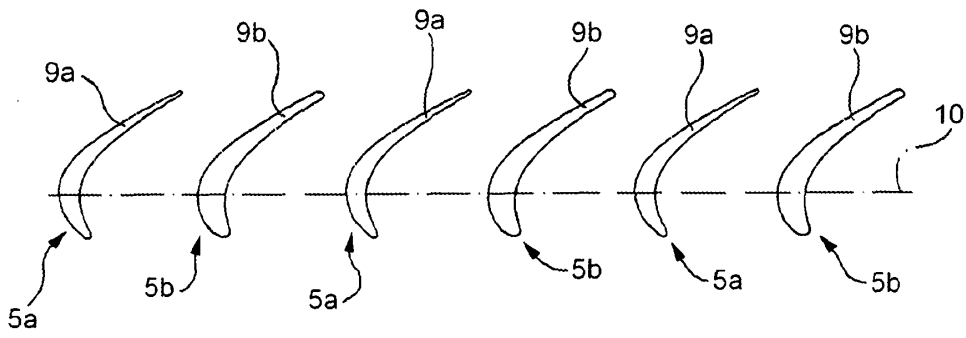


FIG. 3A

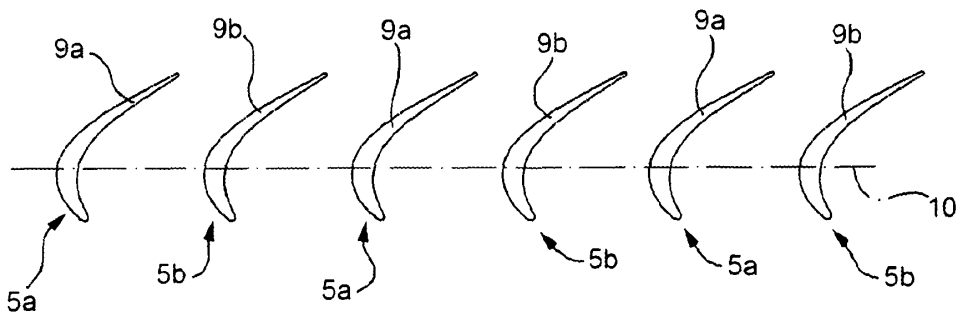


FIG. 3B

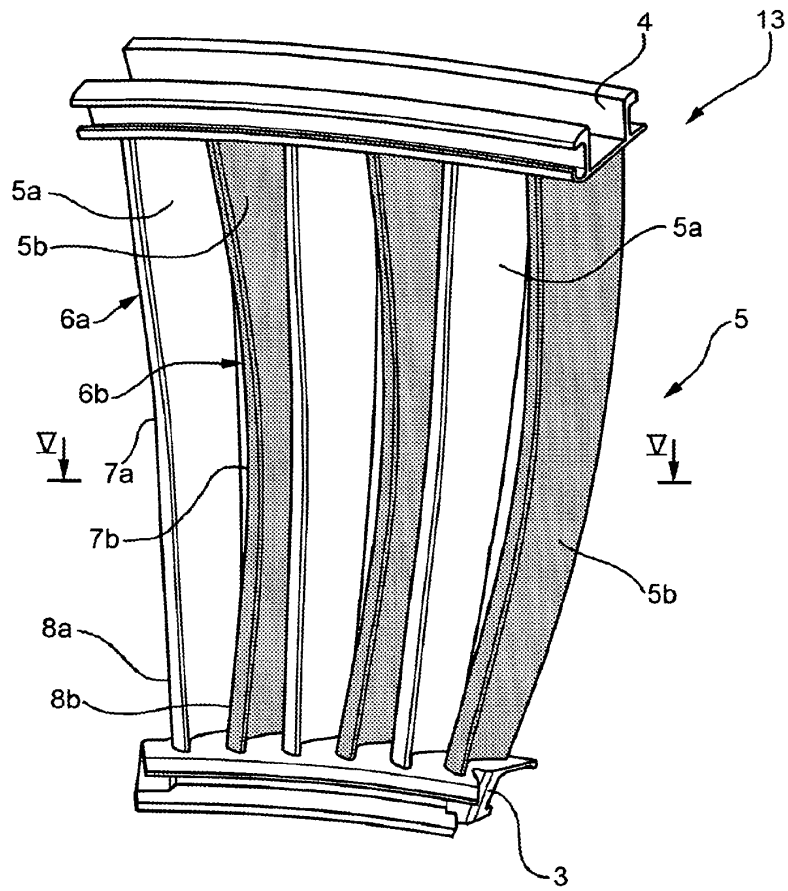


FIG. 4

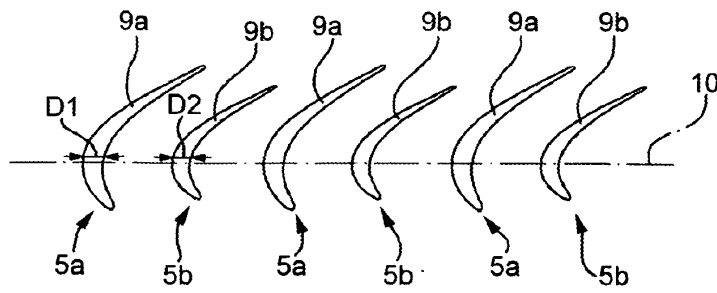


FIG. 5

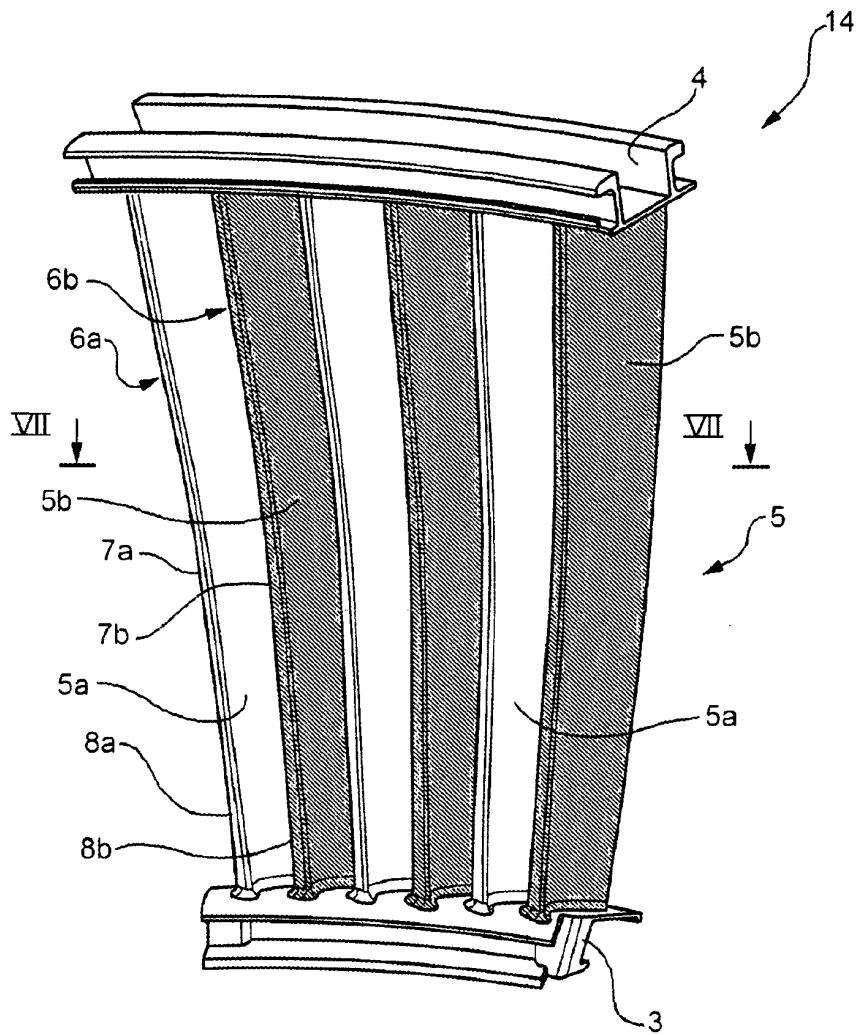


FIG. 6

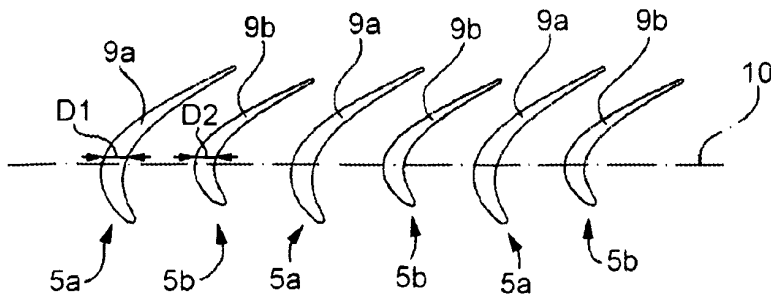


FIG. 7