

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 552**

51 Int. Cl.:

F01D 5/14 (2006.01)
F01D 25/16 (2006.01)
F01D 5/00 (2006.01)
F01D 5/16 (2006.01)
F01D 9/04 (2006.01)
F01D 5/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2020** **E 20382868 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024** **EP 3978725**

54 Título: **Álabe de distribuidor de turbina**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.12.2024

73 Titular/es:

ITP NEXT GENERATION TURBINES, S.L. (100.0%)
Parque Tecnológico, edificio 300
48170 Zamudio, Vizcaya, ES

72 Inventor/es:

VILLARO AMURRIO, MIKEL

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 991 552 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 distribuidor de turbina

Campo técnico de la invención

5 La presente invención pertenece al campo técnico de los álabes de distribuidor de salida en turbomáquinas, por ejemplo motores con turbina de gas y, particularmente, tiene como objetivo una reducción de peso en dichos álabes de distribuidor de salida sin poner en peligro rendimientos mediante modificaciones estructurales.

10 En particular, se propone extender el revestimiento acústico normalmente encontrado en la cavidad de estos álabes de distribuidor con fines de reducción de ruido con el fin de proporcionar continuidad de forma aerodinámica, permitiendo por tanto prescindir de la masa parásita o bien del borde de salida o bien del borde de ataque macizos anteriores que ahora se sustituyen en cuanto a la forma por dicho revestimiento acústico.

Antecedentes de la invención

15 Los álabes de distribuidor de salida, los denominados "OGV", son álabes orientados de manera radial o puntales de perfil aerodinámico alojados dentro de carcassas anulares en cascada y dispuestos por delante de una boquilla para estabilizar o redirigir un flujo de aire rotatorio entrante, tal como eliminar los remolinos del flujo entrante desde la última etapa de rotor de turbina de baja presión al interior de un flujo de salida axial. Los lugares típicos para estos álabes de distribuidor de salida en un motor con turbina de gas son estructuras de soporte de alojamiento de cojinete de cola ("TBH") tales como aquella en el ventilador o antes de la boquilla de salida, por ejemplo.

20 Tal como se conoce, los OGV son estructuras sometidas a alta demanda tanto en cuanto a cargas estructurales como en cuanto a aerodinámica, conduciendo por tanto a soluciones de compromiso que dan como resultado perfiles aerodinámicos gruesos muy propensos a separación de flujo dependiendo del régimen de motor fuera de las especificaciones. Por tanto, la fabricación desempeña una función decisiva para mantener las estrechas tolerancias impuestas por el diseño tras estudios aerodinámicos.

25 Con la llegada de iniciativas de reducir los niveles de ruido en aeronaves producidas tales como el programa Clean Sky, los álabes de distribuidor de salida presentan ahora revestimiento acústico que actúa como sistema de control del ruido pasivo. Estos revestimientos son estructuras de atenuación del ruido bien conocidas en forma de un panel intercalado que incluye básicamente una lámina porosa, una estructura de celdas de características apropiadas, por ejemplo estructura de panal de abejas, y una lámina de refuerzo.

30 Según las tolerancias en el diseño y los materiales de alto rendimiento con los que se necesita fabricar el OGV, normalmente aleaciones de metal, los álabes de distribuidor de salida actuales se fabrican mediante colada, dando por tanto como resultado una pieza colada que incluye el propio álabe y parte del anillo interno y externo. No obstante, su procedimiento de fabricación existente no permite la integración y unión del revestimiento de reducción de ruido en de una vez y, por tanto, una solución es generar una cavidad en la superficie superior de álabe de distribuidor (es decir, cara de succión) para incorporar el revestimiento en la misma mientras se completa la forma aerodinámica del álabe de distribuidor de salida.

35 Desafortunadamente, esta solución actual conlleva un aumento en la forma aerodinámica del álabe de distribuidor, dando lugar a un aumento de la longitud axial de las superficies tanto interna como externa del alojamiento de cojinete de cola y, por tanto, un aumento de la longitud total del motor.

40 En particular, como sucede para la mayoría de las estructuras aerodinámicas, que deben cumplir con relaciones de aspecto particulares determinadas durante la fase de diseño correspondiente, los álabes se definen mediante una razón de grosor con respecto a cuerda sin la presencia del revestimiento de reducción de ruido, una razón que debe mantenerse después de su integración final.

45 Por consiguiente, dado que debe mantenerse la relación tras el acoplamiento del elemento, y dado que esta integración de elementos implica un aumento de grosor del perfil aerodinámico resultante del álabe de distribuidor, también debe aumentarse su longitud con el fin de mantener dicha relación de aspecto (y, por tanto, la longitud de las superficies tanto interna como externa del alojamiento de cojinete de cola, tal como se indicó en párrafos anteriores).

50 Por este motivo, el peso del alojamiento de cojinete de cola global, incluyendo los álabes de distribuidor de salida, aumenta significativamente. Además, este aumento de peso adicional, impuesto con el fin de cumplir con las razones aerodinámicas estrechas de los componentes, no es necesario para resistir las cargas termomecánicas a las que se somete toda la estructura. Dicho aumento de peso simplemente es el resultado de la introducción de una masa "parásita" que no contribuye a mejorar el comportamiento termomecánico de toda la estructura, dado que los componentes portan las mismas cargas termomecánicas dadas antes de la integración del revestimiento contra el ruido.

El documento EP3680060A1 da a conocer un método de formación de componentes de motor con turbina de gas.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona una solución para los problemas anteriormente mencionados, mediante un álabe de distribuidor para un conjunto de álabes, de una turbomáquina, según la reivindicación 1.

En las reivindicaciones dependientes se definen realizaciones ventajosas.

5 En un primer aspecto inventivo, la invención proporciona un álabe de distribuidor para un conjunto de álabes de una turbomáquina, comprendiendo el álabe de distribuidor:

- un cuerpo de perfil aerodinámico que comprende:

- una porción delantera,
- una porción trasera, y

10 - superficies externas opuestas, que se extienden entre la porción delantera y la porción trasera,

- un revestimiento configurado para fijarse al cuerpo de perfil aerodinámico, comprendiendo el revestimiento:

- una primera porción configurada para conectarse a la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico,
- una porción de borde de salida conformada con una geometría convexa,

15 - una primera porción de acoplamiento que se extiende entre la primera porción y la porción de borde de salida, y configurada para fijarse a una superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico,

- una segunda porción que se extiende desde la porción de borde de salida y configurada para conectarse a la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico,

en el que, cuando la primera porción de acoplamiento del revestimiento está fijada a una superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico:

20 - la porción de borde de salida del revestimiento se extiende desde la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico, y

- la segunda porción del revestimiento está conectada a la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico, formando de ese modo una cavidad entre la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico y la porción de borde de salida del revestimiento,

25 en el que la porción de borde de salida del revestimiento forma el borde de salida del perfil aerodinámico del álabe de distribuidor, cuando el revestimiento está acoplado al cuerpo de perfil aerodinámico.

A lo largo de toda la descripción, un "cuerpo de perfil aerodinámico" se entenderá como la parte principal de un álabe de distribuidor adaptado para instalarse dentro de un alojamiento de cojinete de cola en una fila con otros cuerpos de perfil aerodinámico. Tal como se sabe, el cuerpo de perfil aerodinámico está dispuesto radialmente dentro del alojamiento de cojinete de cola y fijado a la carcasa tanto interna como externa para redirigir y estabilizar eficazmente el flujo de gas entrante. Para ello, la porción delantera está dispuesta dentro del alojamiento de cojinete de cola como la porción más delantera del cuerpo de perfil aerodinámico con respecto al flujo entrante, mientras que la porción trasera está dispuesta más cerca de la sección de salida del flujo de gas a partir del alojamiento de cojinete de cola.

35 Además, las superficies externas opuestas, si no están cubiertas por el revestimiento, completan la forma de perfil aerodinámico (o, dicho de otro modo, el perfil aerodinámico) entre las porciones delantera y trasera, proporcionando de ese modo un lado de incidencia y un lado de no incidencia en el álabe de distribuidor.

Por tanto, el cuerpo de perfil aerodinámico tendrá una forma similar al propio álabe de distribuidor si no hubiera porciones recortadas o cavidades para alojar el revestimiento. Con respecto a esto, el cuerpo de perfil aerodinámico se define como un álabe de distribuidor recortado y con cavidad.

La porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico puede o bien coincidir con el borde de ataque del álabe de distribuidor si el cuerpo de perfil aerodinámico no está recortado, o bien estar detrás de dicho borde de ataque si está recortado. En cuanto a la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico, no forma el borde de salida del álabe de distribuidor perfil aerodinámico. En vez de eso, es la porción de borde de salida del revestimiento la que forma el borde de salida real de todo el perfil aerodinámico del álabe de distribuidor, cuando el revestimiento está acoplado al cuerpo de perfil aerodinámico.

Con respecto a esto, el revestimiento está conformado con una geometría de tipo lámina, y, más en particular, puede considerarse como que tiene una geometría de lámina plegada con respecto a la porción de borde de salida aguda.

En relación con lo anterior, la porción de borde de salida del revestimiento se ha definido estructuralmente como que está conformada con una "geometría convexa" cuando se considera la forma externa del revestimiento, es decir, la parte del revestimiento expuesta a la corriente externa de gas, completando por tanto la forma de perfil aerodinámico (es decir, el perfil aerodinámico del álabe). Esta definición significa que la geometría externa del revestimiento está conformada como la forma en sección transversal regular del borde de salida de un álabe de distribuidor, en la que la parte más trasera del perfil aerodinámico puede considerarse como que está definida por dos superficies sustancialmente planas, superior e inferior, que se aproximan gradualmente una a la otra, de tal manera que convergen en un vértice de cabeza de flecha agudo.

Dicho de otro modo, con respecto a todo el perfil aerodinámico del álabe de distribuidor, el cuerpo de perfil aerodinámico proporciona principalmente parte de ese perfil aerodinámico al álabe, mientras que proporciona adicionalmente soporte estructural para el revestimiento fijado al mismo.

A su vez, el revestimiento completa dicho perfil aerodinámico del álabe de distribuidor cuando está acoplado al cuerpo de perfil aerodinámico. Ventajosamente, este acoplamiento entre el cuerpo de perfil aerodinámico y el revestimiento permite reducir la cantidad de material requerida para construir todo el álabe de distribuidor. Tal como se indicó anteriormente, esto se logra recortando parte del cuerpo de perfil aerodinámico en aquellas partes en las que el perfil aerodinámico del álabe de distribuidor está definido por la forma del revestimiento.

Tal como se indicó anteriormente, los conceptos actuales usados en la industria para álabes de distribuidor de salida en alojamientos de cojinete de cola deben sobredimensionarse con el fin de integrar un revestimiento (acoplado en una cavidad mecanizada en una superficie del álabe de distribuidor) al tiempo que se mantienen razones aerodinámicas predeterminadas, tales como la razón de cuerda/longitud.

En particular, aumentar la forma aerodinámica del álabe de distribuidor de salida (es decir, el perfil aerodinámico) significa aumentar el tamaño de carcasas anulares, es decir, la longitud axial de las superficies tanto interna como externa del alojamiento de cojinete de cola, para abordar el esfuerzo adicional generado por el aumento de peso de los álabes de distribuidor, así como para ajustar la distancia desde el borde de salida hasta pestañas traseras definida por lucha térmica. Por este motivo, también se aumenta significativamente el peso global.

Ventajosamente, el concepto de integración entre el cuerpo de perfil aerodinámico y el revestimiento propuesto por la presente invención permite prevenir dicho sobredimensionamiento, y su aumento de peso correspondiente, relacionado con las soluciones actuales. Este efecto técnico se logra definiendo espacios huecos (es decir, cavidades) dentro del álabe de distribuidor recortando partes del cuerpo de perfil aerodinámico.

La cantidad real de material del cuerpo de perfil aerodinámico que va a recortarse corresponde a las partes del álabe de distribuidor cuyo perfil aerodinámico se completa mediante el revestimiento. Por tanto, según la parte trasera del álabe de distribuidor, una cavidad está definida entre la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico y la cara interna de la porción de borde de salida del revestimiento o, dicho de otro modo, la geometría cóncava de la porción de borde de salida del revestimiento, que completa la parte de borde de salida de la forma/perfil aerodinámico del álabe de distribuidor.

Por consiguiente, no se requiere la "masa parásita" anteriormente mencionada en el borde de salida, que porta el concepto de diseño tradicional, para resistir las cargas y, por tanto, también puede reducirse la longitud de las superficies externa e interna, dado que la distancia que impulsa el comportamiento termomecánico es aquella desde el extremo recortado de la carcasa de álabe de distribuidor hasta las pestañas traseras. En este sentido, la intersección del álabe de distribuidor con la carcasa externa/interna puede desplazarse aguas arriba y, por tanto, las pestañas traseras de las carcasas pueden extraerse hacia delante al tiempo que se mantiene un esfuerzo termomecánico similar, mientras que se permite reducir adicionalmente el peso y la longitud de motor al mismo tiempo.

En una realización preferida, el revestimiento es un revestimiento de atenuación del ruido.

En una realización particular, la superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico a la que está fijado el revestimiento es el lado de no incidencia del álabe de distribuidor o el lado de incidencia del álabe de distribuidor.

Ventajosamente, el concepto de integración propuesto entre un cuerpo de perfil aerodinámico y un revestimiento acoplado del mismo para completar el perfil aerodinámico de un álabe de distribuidor proporciona al diseñador un alto grado de libertad para definir soluciones que pueden requerir la presencia de revestimientos en uno o ambos lados de un álabe de distribuidor.

En una realización particular en la que el revestimiento es un revestimiento de atenuación del ruido, los beneficios asociados a las propiedades de reducción de ruido pueden proporcionarse en ambos lados, aumentando el efecto de reducción de ruido global.

En una realización particular, el revestimiento comprende además una porción de borde de ataque conformada con una geometría convexa, y

en el que, cuando la primera porción de acoplamiento del revestimiento está fijada a una superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico:

la porción de borde de ataque del revestimiento se extiende desde la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico, y

- 5 la primera porción del revestimiento está conectada a la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico, formando de ese modo una cavidad entre la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico y la porción de borde de ataque del revestimiento.

Al igual que sucede con la porción de borde de salida del revestimiento, la porción de borde de ataque del revestimiento se ha definido estructuralmente como que está conformada con una "geometría convexa". De nuevo, esta definición significa que la geometría externa del revestimiento está conformada como la forma en sección transversal regular del borde de ataque de un álabe de distribuidor, en el que la parte más delantera del perfil aerodinámico, que en este caso se completa mediante el revestimiento que proporciona continuidad aerodinámica con el cuerpo de perfil aerodinámico, se fabrica como una superficie curvada. Por consiguiente, puede considerarse que la porción de borde de ataque del revestimiento tiene una geometría de tipo lámina curvada.

- 15 Ventajosamente, se aumenta la cantidad de material del cuerpo de perfil aerodinámico recortada según esta realización, dado que la parte de borde de ataque del perfil aerodinámico del álabe de distribuidor se completa mediante el revestimiento. Por tanto, como con la parte trasera del álabe de distribuidor, una cavidad está definida entre la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico y la cara interna de la porción de borde de ataque del revestimiento o, dicho de otro modo, la parte cóncava de la porción de borde de ataque del revestimiento. Por tanto, la reducción de peso global lograda mediante la invención se aumenta en mayor medida.

En una realización particular, la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico comprende una porción de borde de ataque.

- 25 En una realización particular, el revestimiento está fijado de manera retirable al cuerpo de perfil aerodinámico, de tal manera que la primera porción de acoplamiento está fijada de manera retirable a una superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico, y la primera y/o segunda porciones están conectadas de manera retirable a la porción delantera y/o trasera respectiva del cuerpo de perfil aerodinámico.

Dado que el revestimiento y el cuerpo de perfil aerodinámico pueden desengancharse en esta realización, los costes de recursos recurrentes (tanto en cuanto al tiempo como económicos) asociados con operaciones de mantenimiento, tales como manipulación, reparación o sustitución, se reducen en gran medida.

- 30 En una realización particular, la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico comprende una protuberancia, y la primera porción del revestimiento está configurada para enclavarse con la protuberancia, estableciendo de ese modo la primera porción y la protuberancia una conexión de ajuste a presión.

- 35 En una realización particular, la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico comprende una protuberancia, y la segunda porción del revestimiento está configurada para enclavarse con la protuberancia, estableciendo de ese modo la segunda porción y la protuberancia una conexión de ajuste a presión.

Tal como se definió anteriormente, puede definirse una cavidad:

- entre la porción trasera del cuerpo de perfil aerodinámico y la cara interna de la porción de borde de salida del revestimiento; y/o
- 40 - entre la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico y la cara interna de la porción de borde de ataque del revestimiento.

- 45 En particular, parte del revestimiento sobresale una distancia desde la sección recortada (porciones delantera y/o trasera del cuerpo de perfil aerodinámico). La geometría convexa de la porción de borde de ataque/porción de borde de salida del revestimiento da como resultado una extensión del propio revestimiento que vuelve hacia atrás con el fin de entrar mecánicamente en contacto con la sección recortada correspondiente (porciones delantera/trasera del cuerpo de perfil aerodinámico) para cerrar un volumen interno, definiendo un espacio hueco (o cavidad).

En una realización particular, las porciones delantera y/o trasera del cuerpo de perfil aerodinámico comprenden una aleta de soporte para engancharse con un extremo respectivo (primera/segunda porciones) del revestimiento.

- 50 Con el fin de lograr una conexión en funcionamiento fiable y robusta que garantiza el contacto permanente y previene las vibraciones que pueden conllevar un riesgo para la integridad de la conexión, en una realización la porción de borde de ataque y/o la porción de borde de salida del revestimiento se fabrican con una tolerancia de conexión que da como resultado un efecto de carga previa una vez acoplados el revestimiento y el cuerpo de perfil aerodinámico. Dicho de otro modo, se logra un efecto de resorte entre el revestimiento y el cuerpo de perfil aerodinámico de tal manera que la primera y/o segunda porciones se empujan de manera permanente contra una aleta de soporte respectiva en la porción delantera y/o trasera del cuerpo de perfil aerodinámico.

En una realización particular, una aleta de soporte puede someterse a un procedimiento de mecanizado, tal como fresado, para mejorar las tolerancias de contacto con la primera y/o segunda porciones correspondientes del revestimiento.

5 En una realización más particular, una aleta de soporte y una primera y/o segunda porción correspondiente pueden conectarse mediante engarce.

En una realización particular, una superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico y la primera porción de acoplamiento comprenden medios de fijación complementarios configurados para coincidir entre sí para fijar la primera porción de acoplamiento a dicha superficie externa.

10 En una realización particular, los medios de fijación complementarios comprenden al menos un elemento de sujeción previsto en la primera porción de acoplamiento del revestimiento, estando el al menos un elemento de sujeción configurado para coincidir con al menos un orificio previsto en una superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico.

En una realización particular, el elemento de sujeción y el orificio están configurados para acoplarse entre sí por medio de una sección roscada.

15 En una realización particular, el cuerpo de perfil aerodinámico y el revestimiento están formados de manera solidaria, preferiblemente mediante un procedimiento de fabricación aditiva.

Ventajosamente, el uso de tecnología de fabricación por capas aditiva (ALM) para producir las partes del álabe de distribuidor, es decir, el cuerpo de perfil aerodinámico y/o el revestimiento, permite reducir al mínimo las posibles desviaciones geométricas.

20 Las estrechas tolerancias dimensionales logradas mediante ALM pueden permitir optimizar el diseño del revestimiento con el fin de comprender un grosor variable para mejorar el comportamiento en zonas predeterminadas sometidas a cargas. Adicionalmente, el radio de curvatura de borde de salida también puede producirse con tolerancias dimensional muy estrechas, mejorando de ese modo la aerodinámica.

25 En una realización particular, la primera porción de acoplamiento está fijada a una superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico mediante soldadura.

En una realización particular, la porción delantera comprende un rebaje que proporciona una transición escalonada desde la porción delantera hasta la superficie externa del cuerpo de perfil aerodinámico a la que está fijado el revestimiento, en la que, cuando la primera porción de acoplamiento está fijada a la superficie externa:

la primera porción del revestimiento hace tope contra el rebaje de la porción delantera, y

30 la porción delantera está a nivel con la forma externa del revestimiento, proporcionando de ese modo continuidad aerodinámica.

En una realización particular, la porción de borde de ataque y/o la porción de borde de salida del revestimiento comprenden un elemento de rigidización configurado para reforzar la geometría cóncava correspondiente que define respectivamente una cavidad con la porción delantera o trasera del cuerpo de perfil aerodinámico.

35 En una realización particular, el revestimiento comprende además:

- una tercera porción que se extiende desde la segunda porción, y configurada para conectarse a la porción delantera del cuerpo de perfil aerodinámico,
- una segunda porción de acoplamiento que se extiende entre la tercera porción y la segunda porción, y opuesta a la primera porción de acoplamiento,

40 en el que la segunda porción de acoplamiento está configurada para fijarse a la superficie externa opuesta a la que está fijada la primera porción de acoplamiento.

En un segundo aspecto inventivo, la invención proporciona un conjunto de álabes que comprende al menos un álabe de distribuidor según cualquiera de las realizaciones del primer aspecto inventivo.

45 En un tercer aspecto inventivo, la invención proporciona una turbomáquina que comprende un conjunto de álabes según cualquiera de las realizaciones del segundo aspecto inventivo.

En un cuarto aspecto inventivo, la invención proporciona una aeronave que comprende una turbomáquina según cualquiera de las realizaciones del tercer aspecto inventivo.

50 Todas las características descritas en esta memoria descriptiva (incluyendo las reivindicaciones, descripción y dibujos) y/o todas las etapas del método descrito pueden combinarse en cualquier combinación, con la excepción de combinaciones de tales características y/o etapas mutuamente excluyentes.

Descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas de la invención se entenderán más claramente en vista de la descripción detallada de la invención que resulta evidente a partir de una realización preferida de la invención, facilitada únicamente a modo de ejemplo y sin limitarse a la misma, con referencia a los dibujos.

- 5 Figura 1: esta figura muestra una vista en sección transversal, es decir, el perfil aerodinámico, de un álabe de distribuidor para un conjunto de álabes de una turbomáquina según la invención.

Figura 2: esta figura muestra una vista en sección transversal, es decir, el perfil aerodinámico, de un álabe de distribuidor para un conjunto de álabes de una turbomáquina según la invención.

- 10 Figura 3: esta figura muestra una representación esquemática de una vista lateral de un álabe de distribuidor según la invención, dispuesto entre una carcasa interna y una externa.

Figura 4: esta figura muestra una representación esquemática de una vista frontal de un conjunto de álabes de distribuidor que comprende una pluralidad de álabes de distribuidor según la invención.

- 15 Figura 5: esta figura muestra una turbomáquina que comprende una pluralidad de conjuntos de álabes, comprendiendo cada uno de los conjuntos de álabes a su vez una pluralidad de álabes de distribuidor según una realización de la invención.

Figura 6: esta figura muestra una aeronave que comprende una turbomáquina que comprende una pluralidad de conjuntos de álabes según una realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

- 20 Una vez expuesto el objeto de la invención, a continuación en el presente documento se describen realizaciones específicas no limitativas.

La figura 1 representa una vista en sección transversal de una realización de un álabe de distribuidor (10) para un conjunto de álabes (20) de una turbomáquina (30) según la invención. En particular, el álabe de distribuidor (10) resulta del acoplamiento de un cuerpo de perfil aerodinámico (11) y un revestimiento (12) para completar toda la forma aerodinámica (es decir, perfil aerodinámico) del álabe de distribuidor (10).

- 25 El cuerpo de perfil aerodinámico (11) representa la parte principal de un álabe de distribuidor (10) adaptado para instalarse dentro de un conjunto de álabes (20) en una fila con otros cuerpos de perfil aerodinámico (11). El cuerpo de perfil aerodinámico (11) representado comprende una porción delantera (11.1), es decir, la parte más delantera del álabe de distribuidor (10), que, en este caso, comprende una porción de borde de ataque (11.5) que representa realmente el borde de ataque de todo el perfil aerodinámico del álabe de distribuidor (10).

- 30 El cuerpo de perfil aerodinámico (11) comprende además una porción trasera (11.2), que en la realización representada no representa la porción de borde de salida del perfil aerodinámico del álabe de distribuidor (10), dado que dicha porción trasera (11.2) está recortada, reduciendo de ese modo la cantidad total de material que participa en la producción de todo el álabe de distribuidor (10).

- 35 Finalmente, el cuerpo de perfil aerodinámico (11) comprende superficies externas opuestas (11.3, 11.4), que se extienden entre la porción delantera (11.1) y la porción trasera (11.2), configuradas para definir parte de la forma aerodinámica externa del álabe de distribuidor (10) y/o para acoplarse con el revestimiento (12).

- 40 En la realización representada, el revestimiento (12) es un revestimiento de atenuación del ruido en forma de un panel intercalado que incluye básicamente una lámina porosa, una estructura de celdas de características apropiadas, por ejemplo estructura de panal de abejas, y una lámina de refuerzo, estando el revestimiento (12) configurado para fijarse al cuerpo de perfil aerodinámico (11).

- 45 Con respecto a la forma aerodinámica real del álabe de distribuidor (10) completo, el revestimiento (12) comprende una porción de borde de salida (12.2), conformada con una geometría convexa, que se extiende desde la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11). Más en particular, parte del revestimiento (12) sobresale una distancia desde la sección recortada (porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11)). La geometría convexa de la porción de borde de salida (12.2) del revestimiento (12) da como resultado una extensión del propio revestimiento (12) que vuelve hacia atrás hacia la sección recortada con el fin de entrar mecánicamente en contacto con dicha sección recortada para cerrar un volumen interno, definiendo un espacio hueco o cavidad (13).

- 50 Para la unión real del revestimiento (12) y el cuerpo de perfil aerodinámico (11), dando lugar a la forma completa del álabe de distribuidor (10), el revestimiento (12) comprende una primera porción (12.1) configurada para conectarse a la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), una primera porción de acoplamiento (12.3) que se extiende entre la primera porción (12.1) y la porción de borde de salida (12.2) y configurada para fijarse a una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), y una segunda porción (12.4) que se extiende desde la porción de borde de salida (12.2) y configurada para conectarse a la porción trasera (11.2) del cuerpo de

perfil aerodinámico (11).

En la realización mostrada, la primera porción de acoplamiento (12.3) está fijada a una superficie externa (11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11). Más en particular, dicha superficie externa (11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) a la que está fijado el revestimiento (12) está separada de la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) por medio de un rebaje (15), en forma de una transición escalonada, prevista en dicha porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), que divide la forma local del cuerpo de perfil aerodinámico (11) de tal manera que la porción delantera (11.1) está definida como una porción superior con respecto a la superficie externa (11.4).

Tal como puede observarse, la primera porción de acoplamiento (12.3) del revestimiento (12) está fijada a la superficie externa (11.4), mientras que la primera porción (12.1) del revestimiento (12) hace tope contra el rebaje (15), de modo que la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) está a nivel con la forma externa del revestimiento (12), proporcionando de ese modo continuidad aerodinámica y completando la forma aerodinámica del álabe de distribuidor (10).

Adicionalmente, en la presente realización, el revestimiento (12) y el cuerpo de perfil aerodinámico (11) pueden desengancharse con el fin de facilitar operaciones de mantenimiento, tales como manipulación, reparación o incluso sustitución de todo el revestimiento (12). Con respecto a esto, se establece un acoplamiento retirable entre el revestimiento (12) y el cuerpo de perfil aerodinámico, de tal manera que la primera porción de acoplamiento (12.3) del revestimiento (12) puede estar fijada de manera retirable a la superficie externa (11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11). De una manera similar, la primera porción (12.1) del revestimiento (12), que se muestra que hace tope contra el rebaje (15) de la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) puede estar conectada de manera retirable a la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11).

En la realización particular mostrada, la superficie externa (11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) y la primera porción de acoplamiento (12.3) comprenden medios de fijación complementarios (14.1, 14.2) en forma de un elemento de sujeción (14.1, 14.1') previsto en la primera porción de acoplamiento (12.3) y un orificio (14.2, 14.2') previsto en la superficie externa (11.4), configurados para coincidir entre sí para fijar de manera retirable la primera porción de acoplamiento (12.3) del revestimiento (12) a la superficie externa (11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11).

Por otro lado, la segunda porción (12.4) del revestimiento (12) está conectada a la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), formando de ese modo el espacio hueco, o cavidad (13), anteriormente definido entre la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) y la porción de borde de salida (12.2) del revestimiento (12), lo cual permite reducir la cantidad total de material usada para fabricar el álabe de distribuidor (10), dando como resultado una reducción de peso significativa.

Con este fin, la porción trasera (11.2) (sección recortada) comprende una protuberancia (11.7) en forma de una aleta de soporte configurada para engancharse con un extremo distal de la segunda porción (12.4) del revestimiento (12). En particular, la segunda porción (12.4) está configurada para enclavarse con dicha aleta de soporte (11.7), de tal manera que se establece una conexión de ajuste a presión retirable. Más en particular, la porción de borde de salida (12.2) del revestimiento se fabrica de tal manera que, una vez que la segunda porción (12.4) se ha enganchado con la aleta de soporte (11.7) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), se genera un efecto de resorte de tal manera que la segunda porción (12.4) se empuja de manera permanente contra la aleta de soporte (11.7), garantizando por tanto una conexión robusta que previene vibraciones.

La figura 2 representa una realización similar a la de la figura 1, compartiendo de hecho la mayoría de las características técnicas dadas a conocer en la misma, pero en la que se han realizado las siguientes modificaciones.

La porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) de la realización mostrada en la figura 2 no define la porción de borde de ataque del perfil aerodinámico del álabe de distribuidor (10), dado que dicha porción delantera (11.1) está recortada, reduciendo de ese modo la cantidad total de material que participa en la producción de todo el álabe de distribuidor (10).

Con respecto a la forma aerodinámica real del álabe de distribuidor (10) completo correspondiente a la realización mostrada en la figura 2 con respecto a la realización mostrada en la figura 1, el revestimiento (12) comprende una porción de borde de ataque (12.5), conformada con una geometría convexa, que se extiende desde la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11). Más en particular, parte del revestimiento (12) sobresale una distancia desde la sección recortada (porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11)). La geometría convexa de la porción de borde de ataque (12.2) del revestimiento (12) da como resultado una extensión del propio revestimiento (12) que vuelve hacia atrás hacia la sección recortada con el fin de entrar mecánicamente en contacto con dicha sección recortada (porción delantera (11.1)) para cerrar un volumen interno, definiendo un espacio hueco o cavidad (16) adicional.

Dado que el revestimiento (12) comprende una porción de borde de ataque (12.5) que se extiende desde la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), en esta realización el revestimiento (12) define el borde de ataque, el borde de salida y la conexión entre los mismos del perfil aerodinámico del álabe de distribuidor (10)

completo. Por tanto, la superficie externa (11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) a la que está fijado el revestimiento (12) de manera retirable está completamente cubierta y ni la porción delantera (11.1) ni dicha superficie externa (11.4) comprende ninguna sección rebajada en esta realización.

5 La primera porción (12.1) del revestimiento (12) está conectada a la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), formando de ese modo el espacio hueco, o cavidad (16), anteriormente definido entre la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) y la porción de borde de ataque (12.5) del revestimiento (12), lo cual permite reducir la cantidad total de material usada para fabricar el álabe de distribuidor (10), dando como resultado una reducción de peso significativa.

10 Con este fin, la porción delantera (11.1) (sección recortada) comprende una protuberancia (11.6) en forma de una aleta de soporte configurada para engancharse con un extremo distal de la primera porción (12.1) del revestimiento (12). En particular, la primera porción (12.1) está configurada para enclavarse con dicha aleta de soporte (11.6), de tal manera que se establece una conexión de ajuste a presión retirable. Más en particular, en esta realización la porción de borde de ataque (12.5) del revestimiento se fabrica de tal manera que, una vez que la primera porción (12.1) se ha enganchado con la aleta de soporte (11.6) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), se genera un efecto de resorte de tal manera que la primera porción (12.1) se empuja de manera permanente contra la aleta de soporte (11.6), garantizando de ese modo una conexión robusta que previene vibraciones.

Con respecto al borde opuesto del perfil aerodinámico del álabe de distribuidor (10), es decir, el borde de salida, el representado en la figura 2 corresponde de manera idéntica al de la figura 1. Por consiguiente, comprende la misma estructura y se define mediante las mismas características técnicas.

20 La figura 3 representa una representación esquemática de una vista lateral de un álabe de distribuidor (10) dispuesto entre las carcasas interna y externa de un conjunto de álabes de distribuidor (20) de la estructura de soporte de alojamiento de cojinete de cola, según la invención.

25 Esta figura destaca la relación entre las dimensiones de los diferentes elementos que se ensamblan con el fin de completar un álabe de distribuidor (10) según una realización de la invención (es decir, el cuerpo de perfil aerodinámico (11) y el revestimiento (12)), en comparación con las dimensiones de un álabe de distribuidor tradicional de una estructura de soporte de alojamiento de cojinete de cola sin revestimientos.

Con este fin, esos elementos están superpuestos entre sí y se representan según los siguientes criterios:

- La línea de rayas se ha usado para representar el perfil y las dimensiones correspondientes al álabe de distribuidor tradicional sin el revestimiento.
- 30 - La línea de puntos y rayas corresponde al perfil de la aleta de soporte (11.7) que sobresaldrá de la porción trasera recortada (11.2) de un cuerpo de perfil aerodinámico (11) de un álabe de distribuidor (10) según la invención.
- Finalmente, la línea continua representa el perfil del revestimiento (12), una vez que se ha acoplado al cuerpo de perfil aerodinámico (11).

35 Tal como puede observarse, la parte más trasera de la línea continua y de rayas, cuando se extienden verticalmente, coinciden. Por consiguiente, para un tamaño dado de un álabe sin revestimientos, y sus carcasas interna y externa correspondientes, se muestra que un álabe de distribuidor (10) según la invención, que comprende un cuerpo de perfil aerodinámico (11) y un revestimiento (12) que se extiende una longitud desde el borde de ataque del álabe sin revestimientos, no requerirá el desplazamiento de las carcasas interna y externa correspondientes.

40 Dicho de otro modo, la presente invención logra la implementación de un revestimiento (12) sin necesidad de sobredimensionar el motor, reduciendo por tanto el peso en comparación con cualquiera de las soluciones actuales en la industria proporcionadas para álabes de distribuidor con revestimientos.

45 Adicionalmente, en la realización particular mostrada, la aleta de soporte (11.7) se recorta antes de la intersección con las carcasas interna y externa para evitar problemas de esfuerzo. Dicho de otro modo, se deja un cierto espacio libre entre los extremos inferior y superior de la aleta de soporte (11.7) y las carcasas interna y externa, respectivamente.

50 La figura 4 representa una representación esquemática de una vista frontal de una realización de un conjunto de álabes de distribuidor (20) que comprende una pluralidad de álabes de distribuidor (10) según la invención. En particular, los álabes de distribuidor (10) están dispuestos de manera radial entre un anillo interno y externo. Más en particular, la figura 4 representa los álabes de distribuidor de salida (10) dispuestos en la estructura de soporte de alojamiento de cojinete de cola de un motor de aviación (30), es decir, la sección de motor antes de la boquilla de salida.

55 La figura 5 representa una turbomáquina (30) que comprende una pluralidad de conjuntos de álabes (20), comprendiendo cada uno de los conjuntos de álabes (20), a su vez, una pluralidad de álabes de distribuidor (10) según la invención.

La figura 6 representa una aeronave (40), que comprende una turbomáquina (30) que comprende una pluralidad de conjuntos de álabes (20) según una realización de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Álabe de distribuidor (10) para un conjunto de álabes (20) de una turbomáquina (30), comprendiendo el álabe de distribuidor (10):

un cuerpo de perfil aerodinámico (11) que comprende:

5 - una porción delantera (11.1),

 - una porción trasera (11.2), y

 - superficies externas opuestas (11.3, 11.4), que se extienden entre la porción delantera (11.1) y la porción trasera (11.2),

10 un revestimiento (12) configurado para fijarse al cuerpo de perfil aerodinámico (11), comprendiendo el revestimiento (12):

 - una primera porción (12.1) configurada para conectarse a la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11),

 - una porción de borde de salida (12.2) conformada con geometría convexa,

15 - una primera porción de acoplamiento (12.3) que se extiende entre la primera porción (12.1) y la porción de borde de salida (12.2), y configurada para fijarse a una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11),

caracterizado porque, el revestimiento comprende además

 - una segunda porción (12.4) que se extiende desde la porción de borde de salida (12.2) y configurada para conectarse a la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11),

20 en el que, cuando la primera porción de acoplamiento (12.3) del revestimiento (12) está fijada a una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11):

 la porción de borde de salida (12.2) del revestimiento (12) se extiende desde la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), y

25 la segunda porción (12.4) del revestimiento (12) está conectada a la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), formando de ese modo una cavidad (13) entre la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) y la porción de borde de salida (12.2) del revestimiento (12),

 en el que la porción de borde de salida (12.2) del revestimiento (12) forma el borde de salida del perfil aerodinámico del álabe de distribuidor (10), cuando el revestimiento (12) está acoplado al cuerpo de perfil aerodinámico (11).

30 2. El álabe de distribuidor (10) según la reivindicación 1, en el que el revestimiento (12) comprende además una porción de borde de ataque (12.5) conformada con geometría convexa, y

en el que, cuando la primera porción de acoplamiento (12.3) del revestimiento (12) está fijada a una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11):

35 la porción de borde de ataque (12.5) del revestimiento (12) se extiende desde la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), y

 la primera porción (12.1) del revestimiento (12) está conectada a la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), formando de ese modo una cavidad (16) entre la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) y la porción de borde de ataque (12.5) del revestimiento (12).

40 3. El álabe de distribuidor (10) según la reivindicación 1, en el que la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) comprende una porción de borde de ataque (11.5).

4. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento (12) está fijado de manera retirable al cuerpo de perfil aerodinámico (11), de tal manera que la primera porción de acoplamiento (12.3) está fijada de manera retirable a una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11), y la primera (12.1) y/o segunda (12.4) porciones están conectadas de manera retirable a la porción delantera (11.1) y/o trasera (11.2) respectiva del cuerpo de perfil aerodinámico (11).

45 5. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) comprende una protuberancia (11.6), y en el que la

primera porción (12.1) del revestimiento (12) está configurada para enclavarse con la protuberancia (11.6), estableciendo de ese modo la primera porción (12.1) y la protuberancia (11.6) una conexión de ajuste a presión.

- 5 6. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la porción trasera (11.2) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) comprende una protuberancia (11.7), y en el que la segunda porción (12.4) del revestimiento (12) está configurada para enclavarse con la protuberancia (11.7), estableciendo de ese modo la segunda porción (12.4) y la protuberancia (11.7) una conexión de ajuste a presión.
- 10 7. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) y la primera porción de acoplamiento (12.3) comprenden medios de fijación complementarios (14.1, 14.2) configurados para coincidir entre sí para fijar la primera porción de acoplamiento (12.3) a dicha superficie externa (11.3, 11.4).
- 15 8. El álabe de distribuidor (10) según la reivindicación anterior, en el que los medios de fijación complementarios (14.1, 14.2) comprenden al menos un elemento de sujeción (14.1) previsto en la primera porción de acoplamiento (12.3) del revestimiento (12), estando el al menos un elemento de sujeción (14.1) configurado para coincidir con al menos un orificio (14.2) previsto en una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11).
- 20 9. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el cuerpo de perfil aerodinámico (11) y el revestimiento (12) están formados de manera solidaria, preferiblemente mediante un procedimiento de fabricación aditiva.
10. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la primera porción de acoplamiento (12.3) está fijada a una superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) mediante soldadura.
- 25 11. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10, en el que la porción delantera (11.1) comprende un rebaje (15) que proporciona una transición escalonada desde la porción delantera (11.1) hasta la superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) a la que está fijado el revestimiento (12), en el que, cuando la primera porción de acoplamiento (12.3) está fijada a la superficie externa (11.3, 11.4):
30 la primera porción (12.1) del revestimiento (12) hace tope contra el rebaje (15) de la porción delantera (11.1), y
la porción delantera (11.1) está a nivel con la forma externa del revestimiento (12), proporcionando de ese modo continuidad aerodinámica.
- 35 12. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
la porción de borde de salida (12.2) del revestimiento (12) comprende un elemento de rigidización configurado para reforzar una cara interna de la porción de borde de salida del revestimiento; y/o
la porción de borde de ataque (12.5) del revestimiento (12) comprende un elemento de rigidización configurado para reforzar una cara interna de la porción de borde de ataque del revestimiento.
- 40 13. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento (12) es un revestimiento de atenuación del ruido.
14. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie externa (11.3, 11.4) del cuerpo de perfil aerodinámico (11) a la que está fijado el revestimiento (12) es el lado de no incidencia del álabe de distribuidor (20) o el lado de incidencia del álabe de distribuidor (20).
- 45 15. El álabe de distribuidor (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento (12) comprende además:
- una tercera porción (12.6) que se extiende desde la segunda porción, y configurada para conectarse a la porción delantera (11.1) del cuerpo de perfil aerodinámico (11),
- una segunda porción de acoplamiento (12.7) que se extiende entre la tercera porción (12.6) y la segunda porción (12.2), y opuesta a la primera porción de acoplamiento (12.3),
50 en el que la segunda porción de acoplamiento (12.7) está configurada para fijarse a la superficie externa opuesta (11.4, 11.3) a la que está fijada la primera porción de acoplamiento (12.3).

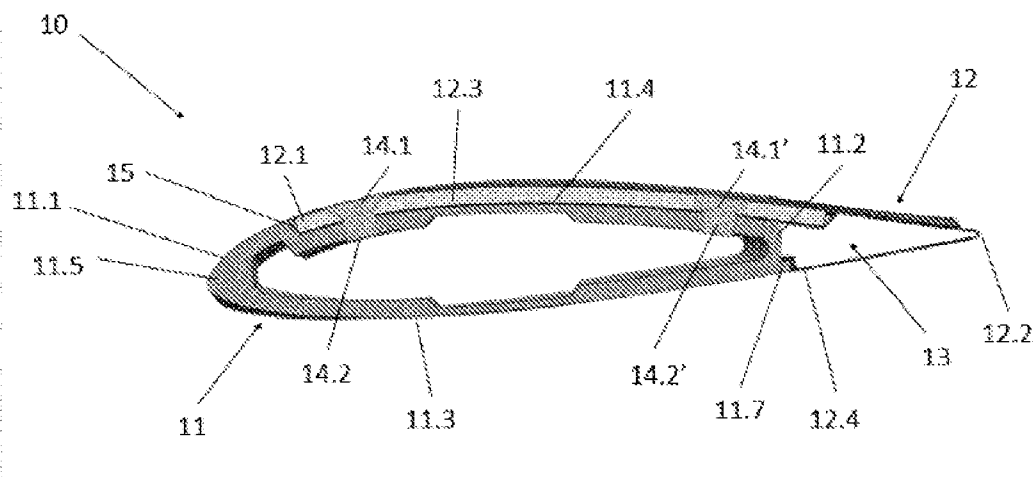


FIG. 1

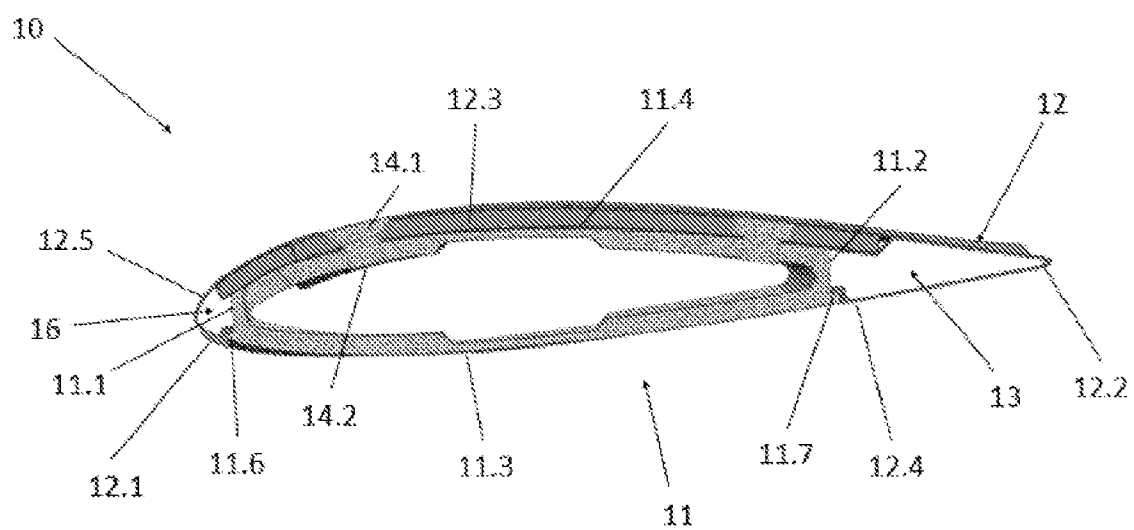


FIG. 2

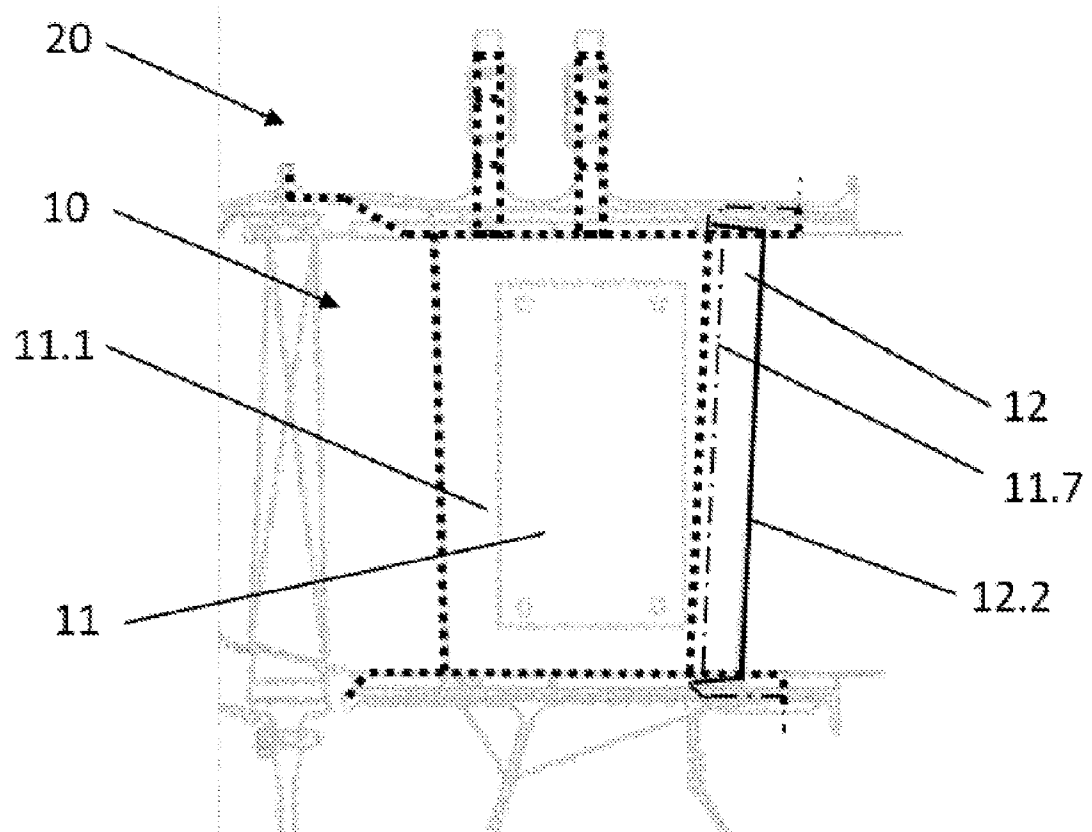


FIG. 3

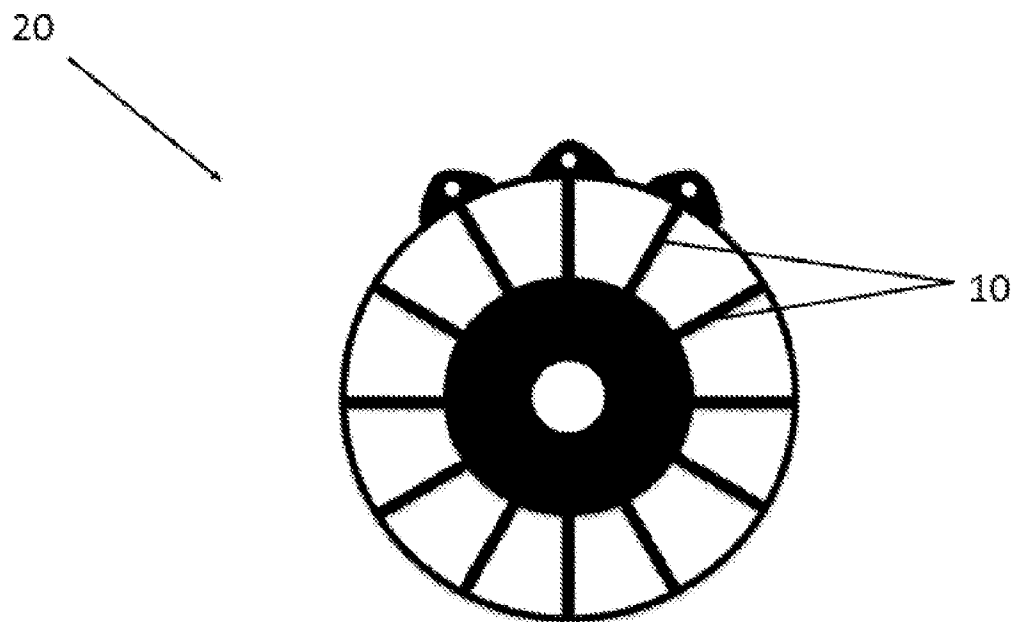


FIG. 4

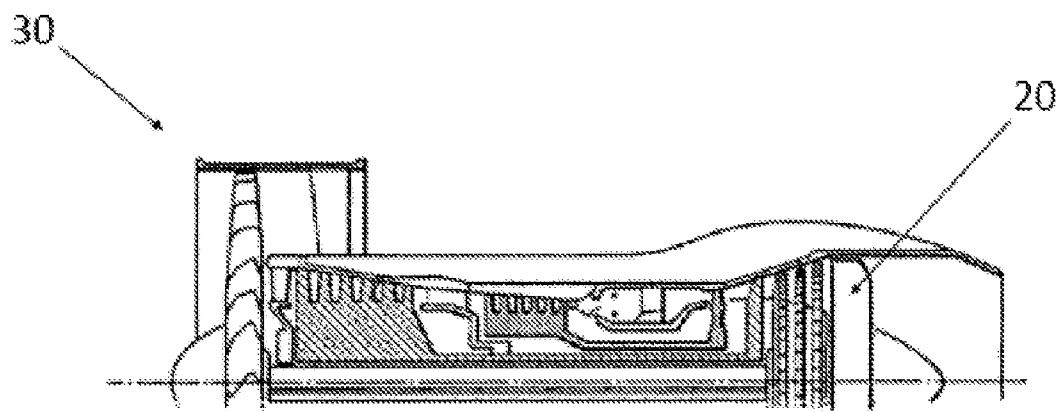


FIG. 5

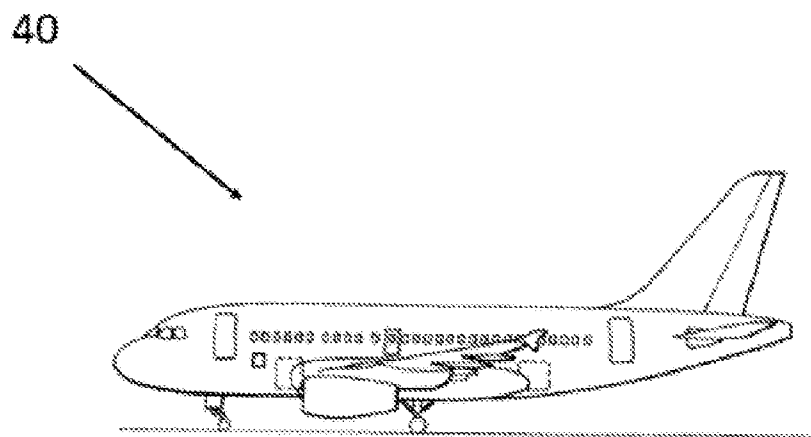


FIG. 6