

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 704**

51 Int. Cl.:

B23C 3/18

(2006.01)

F01D 5/34

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02292079 .7**

96 Fecha de presentación: **22.08.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1285714**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.02.2003**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UN DISCO DE ÁLABES MONOBLOQUE DE UN ROTOR Y DISCO CORRESPONDIENTE.**

30 Prioridad:
23.08.2001 FR 0111022

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.12.2011

73 Titular/es:
SNECMA
2 BOULEVARD DU GÉNÉRAL MARTIAL VALIN
75015 PARIS, FR

72 Inventor/es:
Bourgy, Joel;
David, Jean-Pierre André Denis;
Derrien, Stéphane Jean-Daniel y
Maleville, Thierry Jean

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

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).

ES 2 370 704 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de un disco de álabes monobloque de un rotor y disco correspondiente

Este invento se refiere, ante todo, a un procedimiento de fabricación de un disco de álabes monobloque de un rotor, y también a discos de forma característica que resultan de este procedimiento.

5 La discusión se refiere a la mecanización de los álabes del disco a partir de una forma maciza constituida por el disco en estado bruto. Un mecanizado preliminar del disco por una fresa de gran radio permite entallar el disco dejando que permanezcan las piezas en bruto de los álabes, que deben mecanizarse de acabado más finamente hasta la forma definitiva. Es habitual recurrir al fresado y, sobre todo, a fresas de forma especial, de forma cónica, y que se afinan hacia un extremo redondeado, permitiendo efectuar mecanizados de gran precisión.

10 Un procedimiento conocido es un fresado frontal, donde el eje de rotación de la fresa está orientado radialmente al disco y rota alrededor de cada uno de los álabes profundizando progresivamente hacia la llanta del disco, mecanizando el álabe por medio de una trayectoria helicoidal. El eje de rotación de la fresa está, en realidad, ligeramente inclinado de modo que esté alejado del álabe mecanizado y que realice el mecanizado esencialmente por la punta redondeada de la fresa. La altura de pasada, es decir, el paso de la hélice, es de alrededor de 4 mm, de
15 suerte que un álabe no se termina de mecanizar más que después de algunas centenas de pasadas. Este procedimiento es, pues, bastante largo, lo que limita la altura de los álabes a los que puede aplicarse.

Se ha ideado también el fresado por el flanco o fresado tangencial con una fresa de la misma forma cónica y también redondeada por la punta, pero cuya parte cónica es más larga. La fresa se dispone radialmente como antes, pero, en este caso, se fresa el extremo del álabe con la parte cónica en una sola pasada ancha, mientras que el pie
20 del álabe se fresa como antes principalmente con la punta de la fresa en pequeñas pasadas. La pasada ancha permite ganar tiempo con respecto al procedimiento precedente, incluso si debe reducirse la velocidad de avance del útil; pero el fresado más rápido se acompaña de vibraciones y de flexiones del álabe que lo hacen todavía más inaplicable para álabes bastante altos. Por otro lado, este procedimiento es más delicado de ejecución como consecuencia del riesgo de profundización del álabe, que podría producir un suplemento de mecanizado involuntario con la parte cónica sobre una porción ya mecanizada.

Se ha buscado, pues, con la concepción este invento, un procedimiento más cómodo de fabricación por fresado de un disco de álabes monobloque. El procedimiento propuesto aquí es rápido y se aplica a álabes de todas las alturas. Presenta el inconveniente de producir superficies de álabe con facetas de aspecto más basto y que por lo menos
30 proporcionan buena circulación, aunque se ha comprobado que la pérdida de rendimiento correspondiente se podía reducir mucho no aceptando más que irregularidades moderadas.

En su forma más general, el invento se refiere así a un procedimiento de fabricación de un disco de álabes monobloque de rotor, caracterizado por que consiste, después de haber entallado el disco en un estado bruto para formar con él piezas en bruto de álabes, en fresar las piezas en bruto de los álabes con un fresado tangencial mediante un útil que recorre en pasadas sucesivas sensiblemente radiales con respecto al disco y que se gira un
35 ángulo de las facetas, en un plano tangencial con respecto al disco, después de cada una de las pasadas.

Una característica del procedimiento es que la forma del álabe resulta esencialmente de la acción de la parte principal (sensiblemente cónica) de la fresa más que de su punta redondeada. Las pasadas son paralelas y de poca cobertura; la altura de la pasada es sensiblemente igual a la altura de la parte principal de la fresa, o sea algunos milímetros. Como la superficie a fresar es la misma en todos los procedimientos, se mide hasta qué punto se reduce
40 el número de pasadas y, en consecuencia, el tiempo de mecanizado.

El útil puede tener una parte central cónica, una parte extrema redondeada y una parte de acoplamiento con un eje de rotación redondeado, reduciéndose la parte central hacia la parte extrema y acoplándose a la parte extrema y a la parte de acoplamiento de modo liso sin formar arista.

Una ventaja importante del invento es la posibilidad de dejar que exista un anillo exterior, que una las puntas de los
45 álabes y que contribuya a reforzarlos y a sostenerlos durante el fresado, lo que reduce enormemente las vibraciones y las flexiones. El anillo es un vestigio del disco en estado bruto y es, pues, monobloque con los álabes; se separa de ellos por un mecanizado final acometido después de que los álabes hayan adquirido su forma definitiva.

El disco de álabes monobloque característico del invento tiene caras formadas por facetas longitudinales sensiblemente radiales. Se puede obtener este disco por el procedimiento que se acaba de exponer, pero no se
50 excluye que pueda obtenerse de otro modo. Las facetas pueden estar directamente unidas, especialmente en la cara del extradós de los álabes, aunque también pueden estar separadas por porciones cóncavas de unión por lo menos en la cara del intradós, producidas esencialmente por mecanizados de la punta redondeada de la fresa.

Se aconseja que las facetas tengan una anchura igual a por lo menos 5 mm y direcciones que formen ángulos inferiores a 5° para facetas vecinas, lo que no reduce más que ligeramente los comportamientos aerodinámicos del
55 álabe; se ha constatado, por otra parte, que por debajo de 3° la pérdida de rendimientos con respecto a un álabe perfectamente liso era despreciable.

Se describirá ahora el invento en combinación con las figuras siguientes:

- las figuras 1 y 2 son vistas generales de los procedimientos susodichos de la técnica anterior,
- las figuras 3, 4 y 5 ilustran el procedimiento del invento mediante vistas de una porción de disco en mecanizado según los tres ejes principales,
- la figura 6 ilustra los álabes obtenidos, y
- las figuras 7 y 8 son detalles de los perfiles de los álabes.

Las fresas utilizadas tradicionalmente para mecanizar los álabes, la que lleva la referencia 1 en la figura 1, comprenden una parte 2 principal cónica terminada en una punta 3 redondeada y con mayor precisión semiesférica; Las porciones 2 y 3 están dotadas de dientes de corte, y la fresa 1 gira alrededor de un eje 4 de rotación accionado por una máquina 5 de mando numérico, que no se representado en detalle. En el procedimiento de soldadura frontal, o por la punta con un útil semejante, que se ha mencionado al principio, se aplica la punta 3 sobre el álabe 6 que compone, junto con otros álabes semejantes y una llanta 7, un disco 8 de álabes monobloque en curso de mecanizado. El eje 4 y la fresa 1 tienen una orientación sensiblemente radial con una pequeña inclinación tangencial (según las direcciones principales del disco 8). La fresa 1 está desplazada perpendicularmente a la hoja, ejecutando pasadas sucesivas a alturas respectivas del álabe 6, separadas por alturas tales como h, designando la referencia 9 la sección de virutas que serán arrancadas en la próxima pasada.

La fresa de la figura 2, a la que se ha atribuido la referencia 10, comprende, entre la punta 3 semiesférica y el eje 4 de rotación ya conocidos en la figura 1 precedente, una parte 2' principal cónica de mayor longitud que la 2 precedente. El álabe 6 comprende, en este caso, una porción 11 mecanizada de una vez por la parte 2' principal, habiéndose mecanizado la parte 12 complementaria del álabe 6, próxima a la llanta 7, en pasadas sucesivas por medio de la punta 3 de la fresa 10. En este caso también, se ha mantenido el eje 4 en una posición sensiblemente radial con una pequeña inclinación.

Se hace referencia ahora al procedimiento del invento y a las figuras 3, 4 y 5. Los álabes en el estado de piezas en bruto, la llanta y el disco llevan siempre las referencias 6, 7 y 8, respectivamente. El disco en el estado de pieza en bruto es macizo y está circunscrito a una circunferencia 13 ligeramente superior al radio exterior de los álabes 6 en el estado final.

Una primera etapa consiste en entallar el disco en estado de pieza en bruto para separar las piezas en bruto de los álabes 6. Se puede arrancar una proporción variable del material intermedio.

En una forma preferida de realización, se procede con una fresa gruesa cilíndrica o cónica a realizar escotaduras 14 de profundidad moderada, luego un orificio 15 excéntrico, que pasa no lejos de la forma final de uno de los álabes 6, dejando que subsista un anillo 16 en el exterior de la pieza en bruto del disco, destinado a unir los extremos de los álabes 6 y a proporcionar una ensambladura más rígida.

Puede aproximarse entonces el útil 17 del invento. Se trata, de nuevo, de una fresa en la que se pueden distinguir tres partes: una parte 18 central, de forma cónica cuya arista forma un ángulo de alrededor de 10° con el eje, una parte 19 de punta redondeada, una parte 20 de acoplamiento al eje 21 de rotación, que también está redondeado, que se reduce hacia el eje 21. Las partes 18 y 19 se parecen a las partes 2 y 3 de los útiles conocidos con ciertas matizaciones: así, pues, la parte 18 principal es más corta, teniendo 10 mm de altura si la fresa 17 es un útil de semiacabado o 5 mm solamente si es un útil de acabado; y la parte 19 extrema no es necesariamente semiesférica sino aplanada. Los radios de curvatura de las partes 19, 20 extrema y de acoplamiento, respectivamente, pueden ser de 10 mm en el empalme con la parte 18 principal y más pequeñas en otra parte; conviene que la generatriz de la fresa 17 sea lisa, es decir, que no se forme arista alguna en los empalmes entre las diferentes partes. La fresa 17 puede tener un diámetro máximo de 20 mm.

El eje 21 de rotación está dirigido aquí sensiblemente según el eje 8 del disco, con una pequeña inclinación tangencial como lo muestra la figura 4 o radial como lo muestra la figura 5. Estas inclinaciones se imponen esencialmente para corregir la conicidad de la parte 18 principal y obtener superficies mecanizadas en la dirección deseada. La conicidad tiene la ventaja de que el fresado se lleva a cabo con el eje 21 de rotación alejado de la superficie fresada; la inclinación tangencial se cumple para fresar los álabes 6 propiamente dichos y la fresa 17 está inclinada en un plano sensiblemente radial a la llanta 7 o al anillo 16, en los extremos de las pasadas 22. Las pasadas son paralelas y verticales a lo largo de los álabes 6; se ve en la figura 3 que comienzan delante del orificio 15 y se pueden efectuar en un contorno cerrado alrededor de un hueco entre los dos álabes, descendiendo a lo largo de uno de los álabes, remontando luego a lo largo de la cara opuesta del álabe 6 vecino después de haber costeadado a lo largo de la llanta 7, para acabar sobre el anillo 16. Las bandas mecanizadas en cada pasada llevan la referencia 22 en las figuras 3 y 5; su anchura corresponde sensiblemente a la altura de la parte 18 principal, que ejecuta la mayor parte del trabajo de mecanizado e imprime casi ella sola la forma final del álabe 6. Se está, pues, en presencia de un fresado casi puramente tangencial, contrariamente a las ideas precedentes. El fresado es realizado primero por un útil de semiacabado y luego por un útil de acabado, que son los dos conforme a la descripción de la fresa 17, salvo por que la parte 18 principal del segundo es más corta.

5 La fresa 17 recorre las pasadas 22 sucesivamente, hundiéndose cada vez más profundamente en las escotaduras 14. Se gira un ángulo de facetas, como máximo igual a 5° , en un plano tangencial al disco 8 entre dos pasadas 22. Cuando todos los álabes 6 del disco 8 han sido mecanizados, puede quitarse el anillo 16: se cortan, para ello, las piezas en bruto de los álabes 6 por sus extremos, instalando sobre ellos un alambre 23 de una máquina de electroerosión. Cuando se han mecanizado los bordes de ataque y de fuga de los álabes 6, de un modo que no se describirá porque el invento no aporta perfeccionamiento con ello, se obtiene la forma definitiva de los álabes 6.

10 La figura 6 representa el aspecto de las superficies de los álabes 6: cada una de las pasadas hace aparecer una faceta 23 longitudinal como lo muestra la figura 7, las facetas 23 consecutivas en la cara del extradós de los álabes 6 están separadas por una arista 24 viva, mientras que las facetas 23 de la superficie del intradós se unen por medio de una concavidad 25 producida por fresados con la parte de la punta. En los dos casos, se recomienda que las variaciones de dirección de facetas 23 vecinas sean inferiores a 3° , lo que permite no sufrir pérdidas de rendimiento aerodinámico superiores a alrededor del 0,01%, ni incremento del calentamiento del aire a través del disco 8 superior a $0,1^\circ\text{C}$; variaciones de ángulo que vayan hasta 5° aproximadamente pueden admitirse en la práctica. La distancia entre el perfil 26 liso concebido para el álabe 6 y el perfil real no sobrepasa entonces el leve valor de 0,02 mm para las facetas 23 de 5 mm de anchura. Se establecerían pérdidas aún menores con las facetas 23 más estrechas, obtenidas con una fresa más corta, pero con un número de pasadas mayor.

20 El anillo 16 de sujeción no es obligatorio, en absoluto, en una buena realización del invento, pero es necesario prevenirse contra los riesgos de flexión vibratoria y estática de los álabes 6 durante el fresado, evitando excitar los álabes 6 a las frecuencias de resonancia y, tal vez, ajustando la posición del útil según la deflexión de los álabes 6, que varía con la distancia a la llanta 7.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un disco (8) de álabes monobloque de rotor, caracterizado por que consiste, después de haber entallado el disco hasta un estado en bruto para formar en él piezas de álabe (6) en bruto, en fresar las piezas en bruto de los álabes con un fresado tangencial por un útil (17), que realiza pasadas (22) sucesivas sensiblemente radiales con respecto al disco y que es girado un ángulo de facetas, en un plano tangencial con respecto al disco, después de cada una de las pasadas.
2. Procedimiento de fabricación de un disco de álabes según la reivindicación 1, caracterizado por que el útil tiene una parte (18) central cónica, una parte (19) extrema redondeada y una parte (20) de acoplamiento a un eje de rotación redondeado y que se va reduciendo hacia el eje (21) de rotación, reduciéndose la parte central hacia la parte extrema, y uniéndose a la parte de extrema y a la parte de acoplamiento sin formar arista.
3. Procedimiento de fabricación de un disco de álabes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que las pasadas se extienden desde una llanta (7) del disco a un anillo (16) de sujeción exterior, que une las piezas en bruto de los álabes, y por que el anillo se separa de los álabes después de que las piezas en bruto de los álabes (6) hayan sido fresadas.
4. Procedimiento de fabricación de un disco de álabes según la reivindicación 3, caracterizado por que el anillo se separa de los álabes por una electroerosión (23) con alambre.
5. Procedimiento de fabricación de un disco de álabes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el útil (17) está inclinado en un plano sensiblemente radial en por lo menos uno de los extremos de las pasadas.
6. Procedimiento de fabricación de un disco de álabes según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que las piezas en bruto de los álabes se fresan completamente dos veces, siendo el útil (17) una herramienta de semiacabado y luego una herramienta de acabado.
7. Procedimiento de fabricación de un disco de álabes según las reivindicaciones 2 a 6, caracterizado por que el útil de semiacabado tiene una parte (18) central más larga que el útil de acabado.
8. Disco (8) de álabes monobloque, caracterizado por que comprende álabes (6) que tienen caras formadas por facetas (23) longitudinales sensiblemente radiales.
9. Disco de álabes monobloque según la reivindicación 8, caracterizado por que las facetas están separadas por porciones (25) cóncavas de unión por lo menos a las caras del intradós.
10. Disco de álabes monobloque según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que las facetas tienen direcciones que forman ángulos inferiores a 5°, y preferiblemente inferiores a 3°, y anchuras iguales a por lo menos 5 mm.

Fig. 1

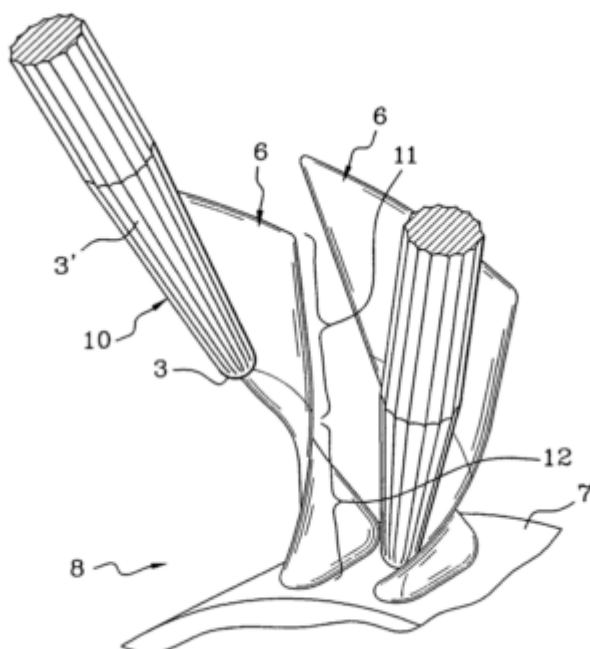
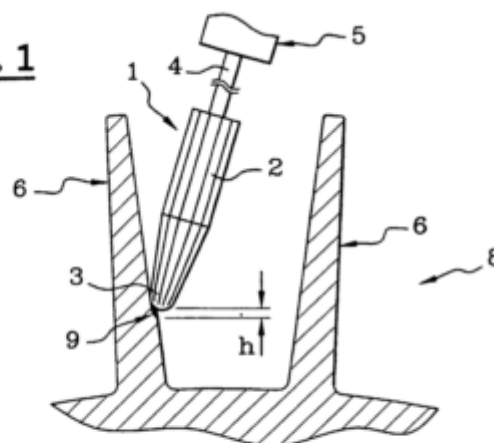


Fig. 2

Fig. 3

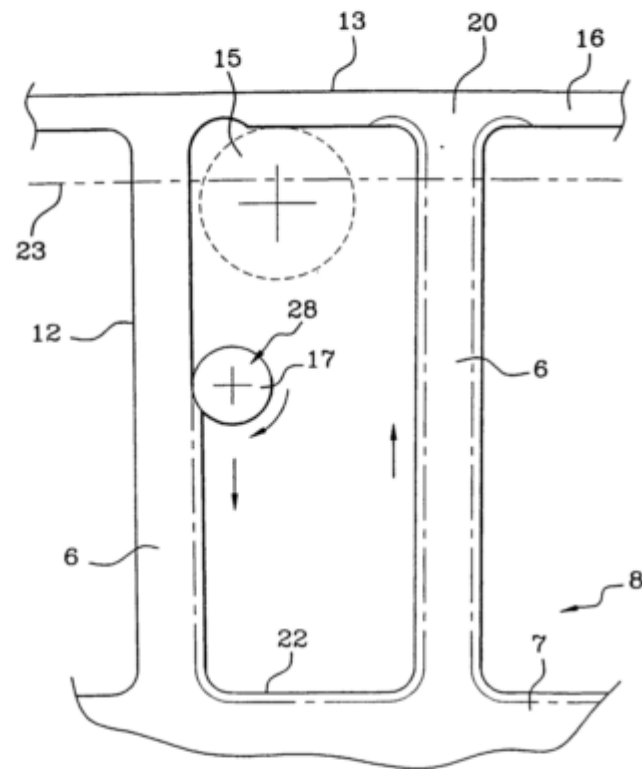


Fig. 4

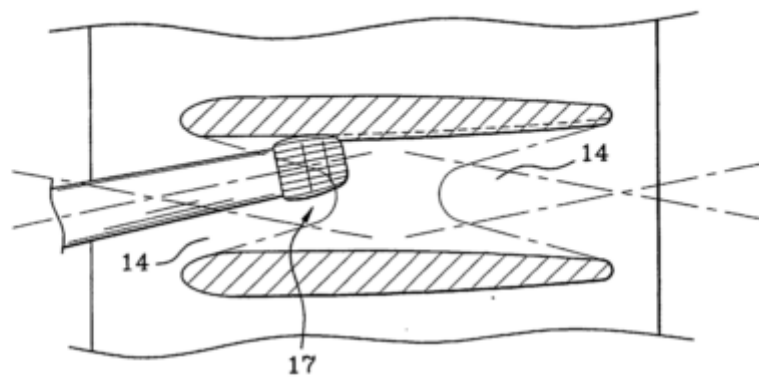


Fig. 5

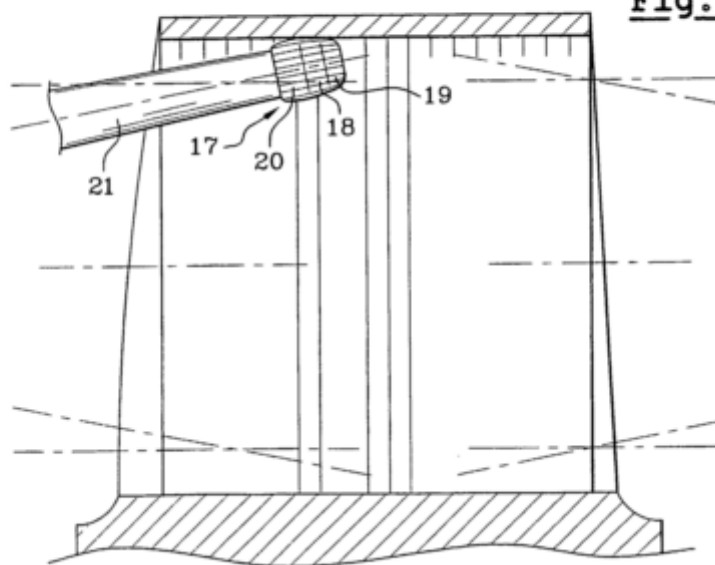


Fig. 6

