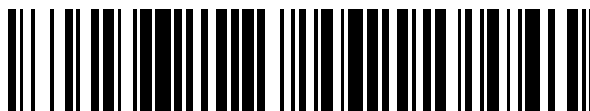


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 196**

51 Int. Cl.:
B23K 20/12 (2006.01)
B23P 6/00 (2006.01)
F01D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05252867 .6**
96 Fecha de presentación: **10.05.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1604770**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.12.2005**

54 Título: **MÉTODO PARA REEMPLAZAR ALETA AERODINÁMICA DAÑADA.**

30 Prioridad:
09.06.2004 GB 0412775

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.02.2012

73 Titular/es:
ROLLS-ROYCE PLC
65 BUCKINGHAM GATE
LONDON, SW1E 6AT, GB

72 Inventor/es:
Rawson, Martin y
Webster, Andrew Timothy

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 2 375 196 T3

DESCRIPCIÓN

Método para reemplazar aleta aerodinámica dañada.

La invención se refiere a un método para reemplazar un álabe dañado de un conjunto de rotor con álabes integrados, particularmente para un motor de turbina de gas.

- 5 Los compresores y turbinas de motores de turbina de gas, tales como los utilizados en motores aeronáuticos, incluyen típicamente una pluralidad de conjuntos de paleta aerodinámicas de rotor y estator. Los conjuntos de rotor están diseñados para impartir trabajo a los gases que atraviesan el compresor y extraer trabajo de los gases que atraviesan la turbina. Los conjuntos de paleta aerodinámicas de estator ayudan a dirigir los gases de trabajo que entran o salen de los conjuntos de rotor y aumentan así la eficiencia del motor.
- 10 Cada conjunto de rotor incluye un disco y una pluralidad de álabes fijados al disco con la finalidad de extenderse radialmente hacia fuera desde el mismo. Convencionalmente, los álabes se han fijado al disco mediante conexiones mecánicas tales como conexión de tipo "abeto", en donde una raíz de álabe en forma de abeto es recibida dentro de un rebajo conformado de manera complementaria en el disco. Esto significa que el álabe puede reemplazarse fácilmente en el caso de que resulte dañado.
- 15 Desarrollos recientes han dado como resultado conjuntos de rotor con álabes integrados o "discos de álabes", en los que los álabes se forman integralmente con el disco. Estos conjuntos tienen la ventaja de un peso reducido en comparación con los conjuntos de rotor estándar y una eficiencia aerodinámica mejorada. Tales discos de álabes son aplicables particularmente en el diseño de motores aeronáuticos militares.

- 20 En vista de la naturaleza de sus aplicaciones, los discos de álabes son susceptibles de dañarse, por lo que en ciertas circunstancias pueden requerir el reemplazo de un álabe. Con el fin de reemplazar el álabe, éste debe retirarse mecanizándolo para dejar un muñón, y soldando un nuevo álabe sobre el muñón mediante soldadura de fricción lineal. Este es un proceso en el cual una parte se mantiene estacionaria mientras que la otra parte se hace oscilar contra ella bajo carga; el calor generador y las cargas aplicadas dan como resultado una soldadura a medida que el material exuda por los bordes de la junta. En la reparación de discos de álabes, se hace oscilar el álabe de reemplazo con relación al disco estacionario, mientras que se aplica una carga en la dirección radial hacia el disco. Así, el álabe se une al disco.
- 25

En el documento US 5551623 se describe un procedimiento conocido para soldar dos partes de álabe, en el que un collar o brida de material, subdividido en dos partes, se coloca alrededor de las superficies de contacto que se han de unir. Según la patente, esto aumenta el calor producido por la fricción en los bordes delantero y trasero del álabe.

- 30 La soldadura de fricción lineal da como resultado el consumo de material (lo cual deja los bordes de la soldadura como una rebaba) y la recirculación de contaminantes de vuelta a la soldadura durante el proceso. Esto da como resultado la necesidad de mecanización para apartar cantidades significativas de material alrededor de la soldadura. A la vista de esto, los discos de álabes se han formado convencionalmente con filetes sobredimensionados en la interfaz de disco y álabe con el fin de permitir que se mecanice un muñón de reparación con el perfil de aleta aerodinámica en caso de que sea necesario que un álabe de reemplazo se fije mediante un proceso de soldadura de fricción lineal. Sin embargo, esto puede impedir un diseño óptimo y producir un peso innecesario.
- 35

Según la invención, se proporciona un método para reemplazar un álabe dañado de un conjunto de rotor con álabes integrados que incluye un disco y una pluralidad de álabes que se extienden hacia fuera desde el disco, incluyendo el método los pasos de:

- 40 retirar el álabe dañado para dejar un muñón de álabe que sobresalga desde el disco;
formar un collar de metal alrededor del muñón de álabe, mediante deposición de un metal fundido, en una posición que está separada físicamente del disco;
fijar un álabe de reemplazo al muñón mediante soldadura de fricción lineal; y
retirar el collar.
- 45 El collar proporciona soporte al muñón durante el proceso de soldadura de fricción, sin que se proporcione fijación externa alguna al muñón o al collar. Dado que el collar está separado físicamente del disco, ello impide daños en la superficie del disco.
- 50 El rotor puede incluir un plano de soldadura original que defina la posición en donde se soldó el álabe dañado al disco, y el álabe dañado se retira preferiblemente de manera radial hacia fuera del plano de soldadura original. Preferiblemente, el collar se deposita de tal manera que rodee el plano de soldadura original.

Preferiblemente, el collar se deposita acumulando el collar capa a capa. El collar puede ser anular, incluyendo una

abertura central a través de la cual pasa el muñón de álabe.

El método puede incluir el paso de depositar un cuerpo de material alrededor del muñón de álabe, junto al rotor, siendo este material diferente del material del collar. Preferiblemente, el material es un polímero. Sin embargo, el material podría ser un metal de bajo punto de fusión o con revestimiento

- 5 El cuerpo del material puede ser anular, incluyendo una abertura central a través de la cual pasa el muñón de álabe.

El cuerpo de material puede depositarse antes de la deposición del collar.

El collar puede depositarse sobre el cuerpo de material de tal manera que emparede el cuerpo de material entre sí mismo y el disco. Sin embargo, el collar puede depositarse directamente sobre el muñón.

- 10 El proceso de soldadura de fricción lineal puede implicar la oscilación del álabe de manera tangencial con respecto al disco.

Preferiblemente, el proceso de soldadura de fricción lineal se realiza de tal manera que se cree un nuevo plano de soldadura entre el álabe de reemplazo y el rotor, estando situado el nuevo plano de soldadura en sustancialmente la misma posición que el plano de soldadura original.

- 15 El collar puede retirarse mediante mecanización. Preferiblemente, el álabe resultante tiene sustancialmente la misma forma que el álabe original.

Se describirá una realización de la invención con fines únicamente ilustrativos con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 es una vista en perspectiva diagramático de parte de un conjunto de rotor con álabes integrados;

- 20 La figura 2 es una vista en sección de un álabe de un conjunto de rotor con álabes integrados, visto mirando hacia abajo del eje de motor e ilustrando la retirada de un álabe dañado;

La figura 3 es una vista similar a la de la figura 2, pero ilustrando un paso en un procedimiento según la invención;

La figura 4 es una vista similar a la de la figura 3, ilustrando un paso adicional en el procedimiento de la invención; y

La figura 5 es una vista adicional similar a la de las figuras 3 y 4, ilustrando un paso adicional en el procedimiento de la invención.

- 25 Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra un parte de un conjunto 10 de rotor con álabes integrados que puede usarse en el compresor o turbina de un motor aeronáutico. El conjunto 10 de rotor incluye una pluralidad de álabes 12 fijados a un disco 14 con el fin de extenderse radialmente hacia fuera desde el mismo. Los álabes 12 son típicamente de una aleación de titanio, níquel o acero (usándose comúnmente una aleación de titanio 6-4) y se han fijado al disco 14 mediante soldadura de fricción lineal. Esto implica sujetar el disco 14 de manera estacionaria mientras se hace oscilar un miembro de álabe (que comprende un álabe aún no mecanizado e inacabado) contra el disco 14 bajo carga. El miembro de álabe puede hacerse oscilar tangencial o axialmente contra el disco. El calor generado por la oscilación junto con la carga radialmente hacia dentro da como resultado que el material del miembro de álabe y el disco se hagan plásticos. Cuando el material se enfría subsiguientemente volviendo a ser sólido, se forman uniones y se crea una soldadura entre el disco 14 y el miembro de álabe. Durante el proceso de soldadura de fricción, se extruye material soldado ("rebaba") de los lados de la junta. El álabe se mecaniza subsiguientemente según una forma, retirándose el material de los bordes de la soldadura.

- 30 Durante la vida del conjunto 10 de rotor, no es infrecuente que un solo álabe 12A llegue a estar significativamente dañado y que requiera reemplazo. Para reemplazar el álabe 12A, se ha de fijar un nuevo álabe usando soldadura de fricción lineal. El álabe dañado 12A se retira para dejar un muñón 16 que sobresale del disco 14. Puede soldarse un nuevo álabe 12 sobre el muñón 16.

- 40 La soldadura de fricción lineal se usa para fijar el nuevo álabe al muñón 16. Se extruye una rebaba durante este proceso y ésta debe controlarse para garantizar que fluya suavemente fuera de la soldadura sin ninguna circulación de vuelta a la soldadura. El impedir tal recirculación evita que se forme una microestructura pobre en la soldadura. Es también necesario retirar cualesquiera defectos de borde que se produzcan durante el proceso de soldadura. En consecuencia, se requiere un área superficial grande para permitir que se forme una buena soldadura y esto crea una necesidad de producir un material extra alrededor del muñón, retirándose este material mediante mecanización después de que el nuevo álabe se ha soldado en su sitio. De este modo, según la técnica anterior, el conjunto 10 de rotor se forma con unas áreas de filete sobredimensionadas entre el disco 14 y los álabes 12, de tal manera que esté disponible suficiente material para el proceso anterior.

- 50 Haciendo referencia a la figura 2, un álabe dañado 12 se ha retirado en la posición indicada por la línea de puntos,

dejando un muñón 16 que tiene un perfil de aleta aerodinámica. El álabe 12 se retira en una posición radialmente hacia fuera de un plano de soldadura original 18 creado cuando el álabe adicional 12 fue soldado por fricción al disco 14.

5 En una realización de la presente invención, mostrada en la figura 3, un cuerpo 20 de un material se deposita alrededor de una región de base del muñón 16 de álabe. El cuerpo 20 puede comprender un material polímero, cerámico o metálico. El cuerpo 20 está en contacto con el disco 14, y puede formar aproximadamente una figura de anillo, incluyendo una abertura central 21 para el muñón 16. El cuerpo 20 se extiende radialmente hasta una posición ligeramente orientada en dirección radial hacia dentro del plano de soldadura original 18.

10 Un collar metálico 22 se deposita posteriormente de manera radial fuera del cuerpo 20, figura 4. El collar metálico 22 es una aleación de punto de fusión relativamente bajo, tal como una aleación de bismuto. El collar 22 se deposita mediante un método de adición de material, tal como una deposición de metal conformado, o un método tal como soldadura de plasma o láser.

15 Sin embargo, se apreciará que el collar 22 puede depositarse antes de la deposición del cuerpo 20. En este caso, el collar 22 se depositaría directamente sobre el muñón 16 de álabe en una posición adyacente al plano original de soldadura 18, pero separada físicamente del disco 14. El collar 22 tiene generalmente forma de anillo, incluyendo una abertura central 24 para el muñón 16.

Una vez que el collar metálico 22 está en su sitio, el perfil de muñón deseado, según se define en los documentos de fabricación originales, se mecaniza en la combinación del cuerpo 20 y el collar 22 para dejar un muñón 16 que está listo para soldadura de fricción lineal.

20 Haciendo referencia a la figura 5, un nuevo álabe 12B puede fijarse entonces al muñón usando el proceso de soldadura de fricción lineal. La figura 5 indica las fuerzas implicadas. Una base plana radialmente interior 25 del álabe 12B se pone en contacto con una superficie plana radialmente exterior 26 del muñón 16 de álabe. Se efectúa entonces un movimiento lineal relativo entre la base 25 del álabe 12B y la superficie exterior 26 del muñón 16. También se aplica una fuerza al álabe 12B en una dirección radialmente hacia dentro.

25 El movimiento de la base 25 del álabe 12B con respecto al muñón 16 da como resultado un calor de fricción en la interfaz entre los dos componentes. Esto hace que la temperatura en la interfaz se eleve hasta un valor que se aproxima, pero inferior, al punto de fusión del material a partir del cual se fabrica el álabe. Las dos superficies se sueldan conjuntamente, extruyéndose una rebaba de soldadura de la interfaz de soldadura entre las dos superficies.

30 Subsiguientemente, la rebaba metálica se retira mediante mecanización. El cuerpo 20 se elimina química o mecánicamente (garantizando una eliminación completa) y se mecaniza el perfil final del álabe 12B, retirando así cualquier material afectado por calor alrededor de la soldadura. El álabe reparado resultante tiene sustancialmente el mismo perfil que el álabe original sin dañar.

35 La presencia del collar metálico 22 soporta el muñón de álabe durante todo el proceso de soldadura de fricción. Por tanto, el muñón de álabe no requiere sujeción adicional. Esto también garantiza que los defectos de borde causados por el proceso de soldadura de fricción lineal estén presentes en el collar 22, el cual se retira subsiguientemente, en vez de estando en el álabe. El uso de un collar metálico depositado 20, que está separado físicamente del disco 14, es ventajoso porque tiene una entrada de calor relativamente baja y, por tanto, no daña el álabe o el disco 14. Además, el cuerpo 20 actúa como una barrera y garantiza que la deposición del collar 22 no provoque que algún metal fundido haga contacto con el disco 14 y le dañe. El cuerpo 20 también soporta el collar metálico 22 bajo carga. 40 Dado que no hay interacción entre el cuerpo 20 y el disco 14, este disco 14 no resulta afectado adversamente por la presencia del cuerpo 20.

45 La posición remota del collar metálico 22, que está formado justo por debajo del plano de soldadura inicial 18, garantiza que, tras la soldadura de fricción lineal, el material que podría resultar afectado por el calor procedente del proceso de deposición de metal conformado se mantenga en un mínimo. Por tanto, esto requiere una limpieza mínima para retirar cualquier material afectado por calor y evitar que se incorpore en el nuevo perfil de álabe.

50 Usando el método anterior, no existe la necesidad de tener muñones de álabe originales sobredimensionados para acomodar perfiles de muñón de reparación dentro del radio de filete del álabe terminado. El cuerpo 20 y el collar 22 proporcionan soporte incorporado al muñón de álabe durante el proceso de soldadura de fricción lineal y no se requiere sujeción externa alguna. El cuerpo 20 también actúa como una barrera entre el collar 22 y el disco e impide cualquier daño a la superficie del disco 14.

Puede realizarse diversas modificaciones a la realización antes descrita sin apartarse del alcance de la invención según se define por las reivindicaciones. Por ejemplo, pueden alterarse los materiales y formas del collar 22 y del cuerpo 20. En vez de un polímero para el cuerpo 20, podría usarse un metal de bajo punto de fusión, un revestimiento resistente al calor o una placa conformada.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reemplazar un álabe dañado (12A) de un conjunto (10) de rotor con álabes integrados que incluye un disco (14) y una pluralidad de álabes (12) que se extienden hacia fuera desde el disco (12), incluyendo el método los pasos de:
 - 5 retirar el álabe dañado (12A) para dejar un muñón (16) de álabe que sobresale del disco (14);
formar un collar metálico (22) alrededor del muñón (16) de álabe mediante deposición de un metal fundido;
fijar un álabe de reemplazo (12) al muñón (16) mediante soldadura de fricción lineal y retirar el collar (22);
en donde el collar metálico (22) se deposita en una posición que está separada físicamente del disco (14);
 - 10 2. Un método según la reivindicación 1, en el que el conjunto (10) de rotor incluye un plano de soldadura original (18) que define la posición en la que se soldó el álabe (12) al rotor (10), **caracterizado** porque el álabe dañado (12A) se retira radialmente hacia fuera del plano de soldadura original (18).
 3. Un método según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el collar (22) se deposita de tal manera que rodea el plano de soldadura original (18).
 - 15 4. Un método según cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el collar (22) se deposita mediante deposición de metal conformado o mediante cualquier otro proceso de adición de material, tal como deposición de plasma, polvo de láser o alambre de láser.
 5. Un método según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el collar (22) es anular e incluye una abertura central (24) a través de la cual pasa el muñón (16) de álabe.
 - 20 6. Un método según cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el método incluye el paso de depositar un cuerpo de material (20) alrededor del muñón de álabe junto al disco (14), siendo este material diferente del material del collar (22).
 7. Un método según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el material (20) es un polímero o un revestimiento resistente al calor.
 - 25 8. Un método según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, **caracterizado** porque el cuerpo de material (20) es anular e incluye una abertura central (21) a través de la cual pasa el muñón (16) de álabe.
 9. Un método según la reivindicación 8, **caracterizado** porque el cuerpo de material (20) se deposita antes de la deposición del collar (22).
 10. Un método según la reivindicación 9, **caracterizado** porque el collar (22) se deposita sobre el cuerpo de material (20) de tal manera que empareda el cuerpo de material (20) entre sí mismo (22) y el disco (14).
 - 30 11. Un método según cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el collar (22) se deposita directamente sobre el muñón (16) de álabe.
 12. Un método según cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el proceso de soldadura de fricción lineal implica hacer oscilar tangencialmente el álabe (12) con respecto al disco (14).
 - 35 13. Un método según cualquier reivindicación precedente, **caracterizado** porque el collar (12) se retira mediante mecanización.
 14. Un método según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el álabe resultante tiene sustancialmente la misma forma que el álabe original (12).

Fig.1.

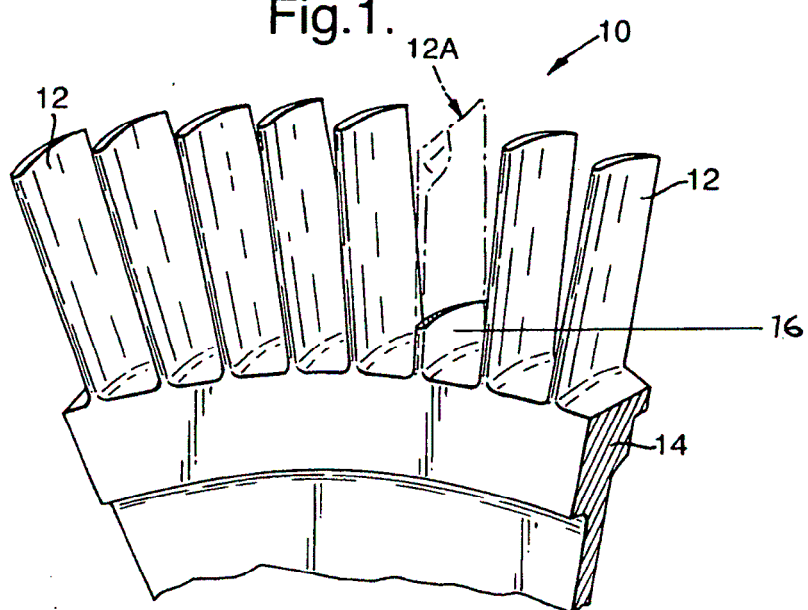


Fig.2.

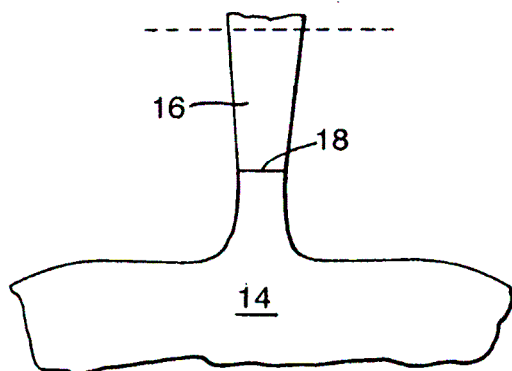


Fig.3.

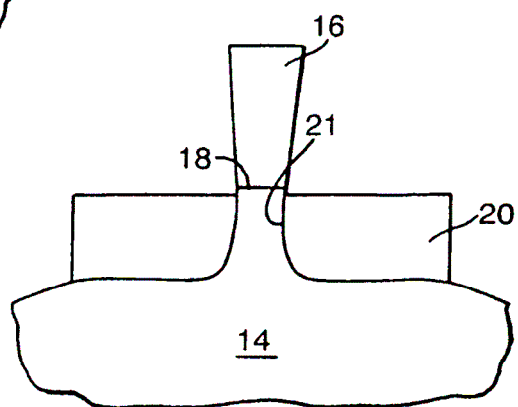


Fig.4.

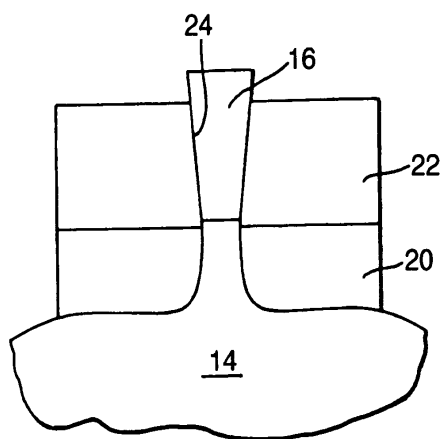


Fig.5.

