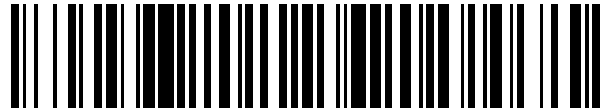


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 582**

51 Int. Cl.:

B23P 15/00 (2006.01)
F01D 5/04 (2006.01)
F01D 5/14 (2006.01)
C22F 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2012 E 12179785 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2695704**

54 Título: **Método para fabricar un segmento de corona de álabes de TiAl para una turbina de gas, así como un correspondiente segmento de corona de álabes**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.03.2015

73 Titular/es:

**MTU AERO ENGINES GMBH (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE**

72 Inventor/es:

RICHTER, KARL-HERMANN

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 532 582 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

Método para fabricar un segmento de corona de álabes de TiAl para una turbina de gas, así como un correspondiente segmento de corona de álabes

Ámbito de la invención

(0001) La invención presente hace referencia a un método para fabricar una corona de álabes para una turbina de gas, especialmente para un motor de aviación, así como un correspondiente segmento de corona de álabes.

Estado de la técnica

(0002) Del documento US 2010/150725 A1 es conocido un método según el concepto general de la reivindicación 1ª.

(0003) Se conoce del documento DE 10 2009 013 819 A1 un método para fabricar una corona de álabes fijos, en el que las piezas en bruto de álabe se fabrican, por ejemplo, con la técnica de forja, para a continuación soldarse con un segmento de álabe fijo. De este modo, se consigue un método económico para la fabricación de una corona de álabes fijos y deben evitarse desplazamientos de los álabes contiguos entre sí, para lograr una optimización de la mecánica de las corrientes.

(0004) El documento DE 10 2009 013 819 A1 no describe, sin embargo, que con el método presentado pueden ser fabricados también álabes de rodete, o bien, segmentos de corona de álabes de rodete, que mediante un movimiento de rotación están expuestos a fuertes fuerzas centrífugas.

(0005) Sin embargo, en componentes, que giran rápidamente, de una turbina de gas, y especialmente, de un motor de aviación, surge la necesidad de combinar un tipo de material adecuado con un requerido diseño de los componentes y un método de fabricación eficiente y adecuado. De este modo, es ventajoso, por ejemplo, para álabes de turbinas de baja presión que giran rápidamente, fabricar éstas de un material de TiAl, habida cuenta que los materiales de TiAl presentan un peso específico bajo, y al mismo tiempo, los datos de resistencia mecánicos requeridos, así como suficiente estabilidad frente a la atmósfera dominante en el ambiente de trabajo. En efecto, los álabes de TiAl que aquí se usan, tienen que ser fabricados con la técnica de forja, para ajustar mediante los procesos de forja adecuados una estructura del material que satisfaga los requisitos de resistencia. Al mismo tiempo, es sin embargo ventajoso, utilizar los segmentos de corona de álabes, por ejemplo, los así denominados gemelos de álabe, es decir, los segmentos de corona de álabes con dos hojas de álabe, que presentan una raíz de álabe común. Mediante esto es posible una optimización de la mecánica de la estructura, que posibilita una eficiente ligadura del álabe a un disco giratorio de una turbina de gas y que garantiza una óptima erosión de la carga.

(0006) Efectivamente, los procesos de forja necesarios para las propiedades de un álabe de TiAl para grandes componentes, como segmentos de corona de álabes, son difíciles de ejecutar, cuando es requerido un ajuste de estructura determinado. Correspondiente, es difícil hacer compatible una fabricación de técnica de forja de álabes de TiAl con una combinación de los álabes a segmentos de corona de álabes.

Revelación de la invención

Objetivo de la invención

(0007) Es por ello, objetivo de la invención presente poner a disposición un segmento de corona de álabes de TiAl, especialmente para álabes de rodete de una turbina de gas y especialmente de un motor de aviación, en el que tanto las propiedades ventajosas del material de TiAl con bajo peso, como también el ajuste requerido de los datos de resistencia puedan ser combinados mediante procesos de forja adecuados con una fabricación económica. Un método correspondiente debe ser, en su conjunto, fácilmente ejecutable y proporcionar resultados fiables y constantes en forma de segmentos de corona de álabes altamente resistentes, especialmente, segmentos de corona de álabes de rodete, con un bajo peso.

Solución técnica

(0008) Este objetivo se cumple mediante un método con las características de la reivindicación 1ª, así como un segmento de corona de álabe con las características de la reivindicación 8ª. Ejecuciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

(0009) Según la invención, el método conocido del documento DE 10 2009 013 819 A1 para segmentos de corona de álabes fijos puede ser traspasado a segmentos de corona de álabes de rodete, habiéndose constatado sorprendentemente, que el método se puede emplear para el material de TiAl difícil de elaborar, o bien, para materiales que se basan en el mismo, sin que la estructura requerida, que ha sido fabricada mediante los procesos de forja, sea influenciada de modo que no fuera ya adecuada para la aplicación en piezas de turbina altamente resistentes.

(0010) Particularmente, se ha constatado que con el método conforme a la invención puede fabricarse un segmento de corona de álabes para una turbina de gas, especialmente para un motor de aviación, y particularmente, un segmento de corona de álabes de rodete de un materia de TiAl, en el cual al menos dos hojas de álabes contiguas presentan una raíz de álabe única común.

(0011) El método comprende los pasos de método:

- Forja de al menos dos piezas en bruto de un materia de TiAl,
- Acoplado de las piezas en bruto a una corona de álabes mediante un método para una unión por adherencia de materiales y,
- Operación de acabado del compuesto de piezas en bruto mediante un método de erosión del material.

(0012) En el primer paso del método, mediante una adecuada remodelación ó forja, se ajusta la estructura requerida para las propiedades mecánicas del material TiAl, y esto se realiza al menos en una estructura básica, que después puede ser optimizada mediante un siguiente tratamiento de calentamiento. Al mismo tiempo, mediante la remodelación o forja de las piezas en bruto se da una forma que puede ser de formas básicas no adaptadas a la forma final en una zona amplia, o bien, de piezas en bruto cercanas al contorno final.

(0013) La operación de acabado de las estructuradas piezas en bruto, o bien, del segmento de corona de álabes para la conformación del contorno final del segmento de corona de álabes puede llevarse a cabo mediante erosión electroquímica, o mediante fresado, o mediante otro método adecuado para la conformación de la erosión del material.

(0014) La operación de acabado del segmento de corona de álabes puede limitarse a zonas relevantes a la mecánica de las corrientes del segmento de corona de álabes, o ejecutarse intensivamente, o concretamente en éstas. De este modo, pueden ser mejoradas las propiedades de la mecánica de corrientes del segmento de corona de álabes.

(0015) En el método para fabricar un segmento de corona de álabes pueden realizarse uno o varios tratamientos de calentamiento, entre el paso del acoplado y el de la operación de acabado, mediante un método de erosión del material o después del acabado del contorno final, para ajustar la estructura del material, de tal modo que se alcancen las propiedades deseadas, como por ejemplo, las propiedades de resistencia. Habida cuenta que los métodos de acoplado empleados son cuidadosos con la estructura, es decir, que presentan sólo una influencia mínima sobre la configuración de la estructura en la zona de acoplado y/ o una zona de acoplado limitada, pueden llevarse a cabo individuales o múltiples pasos de tratamiento de calentamiento, tanto antes del proceso de acoplado, como también después del proceso de acoplado para la fabricación del contorno final, o incluso después del acabado del contorno final. Es beneficioso, especialmente, cuando se pueden efectuar conjuntamente muchos pasos del método para piezas en bruto ya unidas, de forma que no es necesaria una manipulación separada de las piezas en bruto, lo cual hace que desciendan los costes del proceso.

(0016) El acoplado puede llevarse a cabo mediante soldadura con láser, soldadura por haz electrónico, soldadura por altas temperaturas o soldeo por fricción, particularmente, soldeo por fricción orbital o soldeo por fricción multi-orbital, así como soldeo por fricción lineal. Estos métodos perjudican sólo en una menor medida el estado de la estructura ajustada de las piezas en bruto mediante un proceso de fabricación de técnica de forja, de manera que son especialmente adecuados para el método presente.

(0017) En una soldadura con láser o por haz electrónico, las piezas en bruto son precalentadas mediante temperatura de transición dúctil-frágil del material de TiAl, para evitar la formación de fisuras.

(0018) La soldadura puede ejecutarse mediante un calentamiento sólo local de las piezas en bruto a ser acopladas en la zona de la superficie de acoplado, y particularmente, está previsto un calentamiento inductivo de las zonas locales.

(0019) Para la soldadura pueden usarse especialmente soldaduras a base de titanio o níquel. Las soldaduras comprenden, por ejemplo, soldaduras a base de Ti, Ti60CuNi, Ti70CuNi, soldaduras a base de Ni, AMS47XX, AMS4775, AMS4776, AMS 4777, AMS 4778, AMS 4779 y AMS 4782.

(0020) Bajo el concepto soldadura a base de Ti se entiende aquí una soldadura, la cual, presenta una proporción predominante de Ti, como por ejemplo, Ti60CuNi o Ti70CuNi, o el titanio representa la mayor parte del componente. En Ti60CuNi ó Ti70CuNi, la proporción de titanio está en un 60% ó un 70% en peso.

(0021) Además, pueden emplearse soldaduras a base de Ni, en las que a su vez el níquel supone la parte predominante o el componente mayor. Conocidas soldaduras de níquel son vendidas con las denominaciones AMS47XX, siendo XX el lugar para las cifras entre 1 y 9. Ejemplos particulares, que son muy adecuados para la invención presente, son AMS4775 con 14% en peso de cromo, 4,5% en peso de hierro, 4,5% en peso de silicio, 3,1% en peso de boro y 0,7% en peso de carbono y el resto níquel, así como AMS 4776 con 14% en peso de cromo, 4,5% en peso de hierro, 4,5% en peso de silicio, 3,1% en peso de boro y el resto níquel, AMS 4777 con 7% en peso de cromo, 3% en peso de hierro, 4,1% en peso de silicio, 3% en peso de boro y el resto níquel, AMS 4778

con 4,5% en peso de silicio, 2,9% en peso de boro y el resto níquel, AMS 4779 con 3,5% en peso de silicio, 1,9% en peso de boro y el resto níquel, así como AMS 4782 con 19% en peso de cromo, 10% en peso de silicio y el resto níquel.

5 (0022) Como se ha mencionado más arriba, las piezas en bruto pueden ser unidas ya en una etapa temprana del método de fabricación, o bien, ser unidas con una forma muy alejada del contorno final, y esto, por ejemplo, en forma de paralelepípedo.

10 (0023) Como se mencionó previamente más arriba, las piezas en bruto pueden ser configuradas preferiblemente de una forma básica fácil de fabricar, como por ejemplo, como paralelepípedo, cilindro o similar, pero adicionalmente, en la zona de las zonas de acoplado previstas, presentar zonas adaptadas, como por ejemplo, zonas sobresalientes, de forma que solamente tienen que acoplarse las zonas de unión necesarias, mientras que otras zonas que a continuación son eliminadas de nuevo al dar forma mediante la erosión del material, no tienen que ser acopladas. Esto es ventajoso especialmente para la soldadura por fricción, ya que mediante esto las fuerzas de presión requeridas para la unión se pueden mantener a un nivel bajo.

15 (0024) Bajo materiales de TiAl, se entienden en la invención presente todos los materiales, que están fabricados a base de TiAl, es decir, que comprenden los compuestos con la proporción mayor de titanio y aluminio. Especialmente, se entienden aquí materiales, que presentan fases intermetálicas en la estructura, como α_2 -Ti₃Al ó γ -TiAl. Además, los materiales de TiAl pueden presentar distintos elementos de aleación, como por ejemplo, niobio o molibdeno.

Descripción breve de las figuras

25 (0025) Los dibujos adjuntos muestran de una manera puramente esquemática en

Fig. 1 una representación de dos piezas en bruto para, ó en el acoplado;

Fig. 2 una representación de otras dos piezas en bruto para, ó, en el acoplado; y en

Fig. 3 un segmento de corona de álabes terminado, el cual ha sido fabricado según la invención presente.

30

Ejemplos de ejecución

(0026) Otras ventajas, indicaciones y características de la invención presente se presentan en la descripción detallada siguiente de ejemplos de ejecución mediante los dibujos adjuntos. La invención, sin embargo, no está limitada a estos ejemplos de ejecución.

35 (0027) La Figura 1 muestra en una representación en perspectiva dos piezas en bruto (1 y 2) de un material de TiAl, que están conformadas como paralelepípedo. Las piezas en bruto (1 y 2) son unidas entre sí por adherencia de materiales a lo largo de las superficies laterales contiguas, que se extienden en dirección z y en dirección y. La unión por adherencia de materiales puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante soldeo por fricción lineal, o bien, soldeo por fricción orbital, o soldeo por fricción multi-orbital. Las presiones superficiales, en el soldeo por fricción lineal, o bien, en el soldeo por fricción orbital pueden estar en el ámbito entre 20 y 200 MPa, preferiblemente en el ámbito entre 40 y 100 MPa. La amplitud de movimiento en el soldeo por fricción lineal puede estar en el ámbito de 1 milímetro hasta 8 milímetros, preferiblemente en el ámbito de 2 milímetros hasta 4 milímetros, pudiendo ajustarse para el movimiento oscilante una frecuencia de 15 1/s hasta 150 1/s, preferiblemente 30 1/s hasta 100 1/s. los posibles movimientos relativos de las piezas en bruto en el soldeo por fricción están indicados mediante flechas dobles.

40 (0028) La Figura 2 muestra un segundo ejemplo de ejecución, en el que dos piezas en bruto (3, 4), formadas de manera distinta que en el ejemplo de ejecución de la Figura 1, son unidas entre sí. Las piezas en bruto (3, 4) presentan a su vez un cuerpo básico, en general, en forma de paralelepípedo, que sin embargo presenta en los extremos saledizos laterales (5, 6) ó (9, 10), de manera que las piezas en bruto (3, 4) presentan una forma en C. Las piezas en bruto (3, 4) se disponen con los saledizos (5, 6) ó (9, 10) unos frente a otros y son acopladas por las superficies de apoyo que surgen, de manera que las zonas de unión también se pueden denominar zonas de acoplado (7, 11).

45 (0029) Entre las piezas en bruto (3, 4) hay conformada en una zona intermedia una fisura (8), que corresponde al paso entre dos hojas de álabes contiguas, en el segmento de corona de álabes terminado de fabricar.

50 (0030) Similarmente a la forma de ejecución de la Figura 1, las piezas en bruto (3, 4) pueden ser unidas unas con otras preferiblemente mediante soldeo por fricción, especialmente, por soldeo por fricción lineal, y a su vez el movimiento de fricción oscilante para el soldeo por fricción está señalado mediante flechas dobles.

55 (0031) A través de la fisura (8) que está dispuesta entre las piezas en bruto (3, 4) a ser soldadas, el empleo de fuerza que es necesario para la unión en el soldeo por fricción, es decir, la así denominada fuerza de recalado, queda reducida notablemente. Además, puede reducirse la erosión de material y el esfuerzo correspondiente para ello, habida cuenta que a través de la fisura (8) tiene que erosionarse menos material.

(0032) El soldeo por fricción presenta además la ventaja, de que en la zona de acoplado no surgen poros ni grietas, ya que los componentes a ser acoplados están presionados unos contra otros bajo presión.

5 (0033) La Figura 3 muestra un segmento de corona de álabes (20) conformado correspondientemente, con dos
hojas de álabes (21 y 22), que están unidas entre sí mediante un anillo de refuerzo (23) que está en el exterior y un
anillo de refuerzo (24) que está en el interior. El segmento de corona de álabes (20) presenta además una raíz de
álabe (25) común que sirve para la disposición del segmento de corona de álabes en un disco de la turbina de gas.
En vez de tener que disponer una raíz de álabe para cada hoja de álabe, o bien, cada álabe, en el segmento de
10 corona de álabes conforme a la invención sólo se dispone una raíz de álabe única, con la que el segmento de
corona de álabes (20) está dispuesto en el disco. Conforme a la invención la zona de acoplado se extiende por el
centro, o bien, por una zona central de la raíz, de forma que, mediante la fuerte conformación de la raíz, la carga
de material es muy baja, de manera que no se produce ningún perjuicio a la estructura mediante el acoplado.

15 (0034) Aunque la invención presente en base a los ejemplos de ejecución ha sido descrita en detalle, para el
experto es obvio que la invención no se limita a estos ejemplos de ejecución, sino que más bien se pueden
ejecutar variaciones de forma que las características individuales se supriman, o se realicen otras combinaciones
de características, sin que se abandone el ámbito de protección de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

5 1ª.- Método para la fabricación de un segmento de corona de álabes para una turbina de gas, especialmente, para un motor de aviación, con al menos dos hojas de álabes (21, 22) contiguas, que presentan una única raíz de álabe (25) común, y el método comprende los siguientes pasos:

- forja de al menos dos piezas en bruto (1,2;3,4),
- acoplado de las piezas en bruto a un segmento de corona de álabes mediante un método para una unión por adherencia de materiales y,
- 10 - operación de acabado del compuesto de la pieza en bruto mediante un método de erosión del material

que se caracteriza por que al menos dos piezas en bruto (1,2;3,4) de un material de TiAl se forjan, y que en el acoplado de las piezas en bruto surge una zona de acoplado (11), que se extiende a través del centro o de una zona central de la raíz de álabe (25) común.

15 2ª.- Método según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que se efectúan uno o varios tratamientos de calentamiento entre el paso del acoplado y la operación de acabado, o después de la operación de acabado, mediante un método de erosión del material.

20 3ª.- Método según la reivindicación 1ª o 2ª, que se caracteriza por que el acoplado se lleva a cabo mediante soldadura con láser, soldadura por haz electrónico, soldadura por altas temperaturas o soldeo por fricción, particularmente, soldeo por fricción lineal, soldeo por fricción orbital o soldeo por fricción multi-orbital.

25 4ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el material de TiAl se precalienta durante la soldadura con láser o la soldadura por haz electrónico mediante temperatura de transición dúctil-frágil del material de TiAl.

30 5ª.- Método según la reivindicación 3ª, que se caracteriza por que la soldadura se realiza mediante un calentamiento local, especialmente, mediante calentamiento inductivo.

6ª.- Método según la reivindicación 3ª ó 5ª, que se caracteriza por que para la soldadura se utiliza especialmente una soldadura a base de Ti ó Ni.

35 7ª.- Método según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que las piezas en bruto son conformadas como paralelepípedo, como paralelepípedo con zonas de acoplado sobresalientes o como componentes cercanos al contorno final.

40 8ª.- Segmento de corona de álabes para una turbina de gas, especialmente, para un motor de aviación, de un material de TiAl con al menos dos hojas de álabes contiguas, fabricadas según el método conforme a una de las reivindicaciones anteriores, en el cual al menos dos hojas de álabes contiguas presentan una raíz de álabe única común, y una zona de acoplado (11) se extiende a través del centro o de una zona central de la raíz de álabe (25) común.

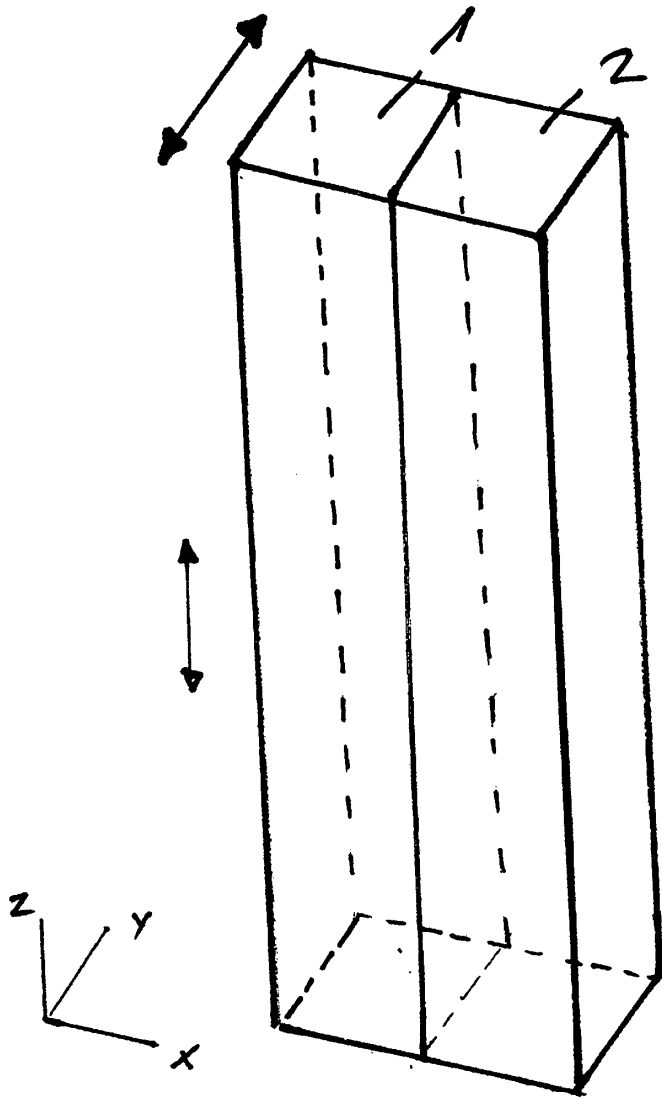


Fig. 1

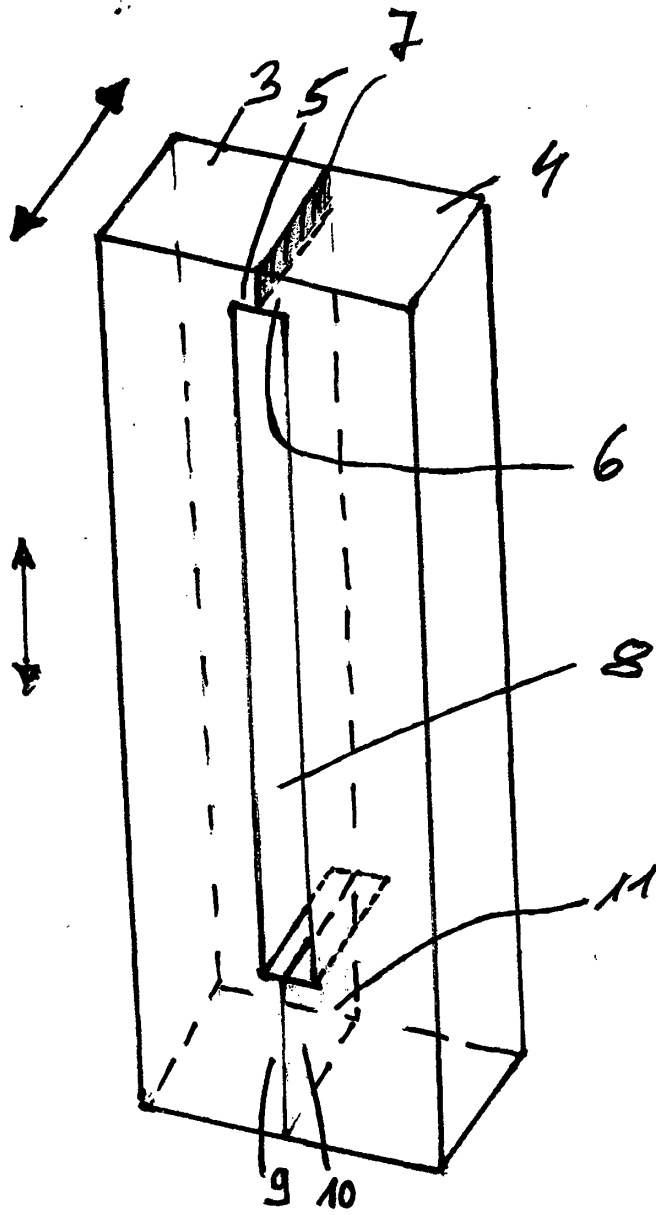


Fig. 2

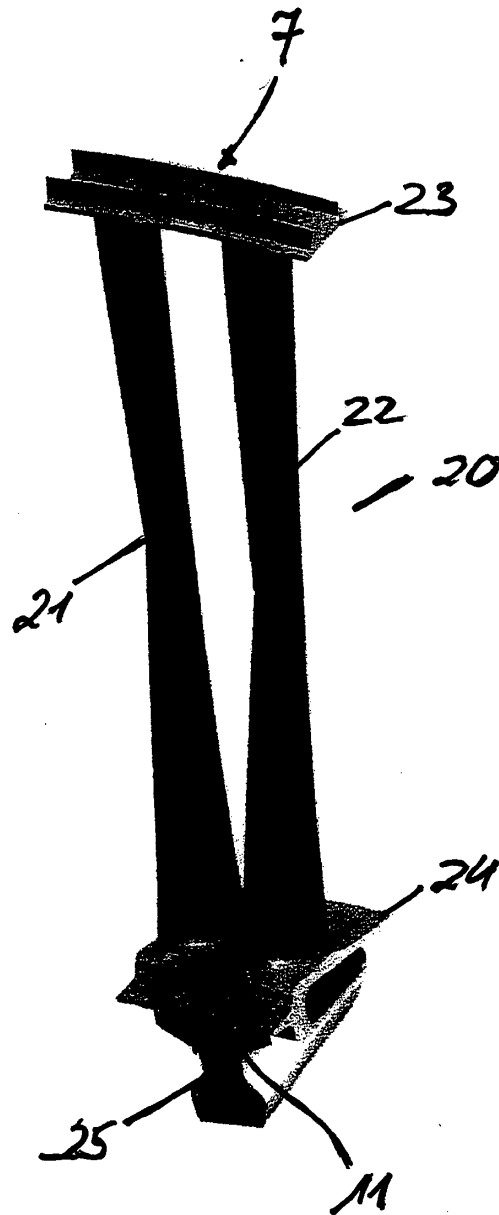


Fig. 3