

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 838**

51 Int. Cl.:

C04B 41/87 (2006.01)

C04B 41/89 (2006.01)

F01D 5/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2015** **E 15163098 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017** **EP 3078649**

54 Título: **Material cerámico compuesto con capa protectora contra la corrosión y procedimiento para la producción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2017

73 Titular/es:
MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE

72 Inventor/es:
SCHNEIDERBANGER, STEFAN;
BARL, NICOLE y
WALTER, HEINRICH

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 644 838 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

Material cerámico compuesto con capa protectora contra la corrosión y procedimiento para la producción

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a una pieza componente de una turbomáquina a base de un material compuesto con una matriz de material cerámico y una capa protectora contra la corrosión dispuesta sobre la pieza componente, así como a un procedimiento para la producción de una pieza componente de este tipo de una turbomáquina.

Estado de la técnica

- 10 Materiales cerámicos compuestos con una matriz cerámica en la que están depositadas en particular fibras cerámicas, es decir, los denominados materiales CMC (Ceramic Matrix Composites), son interesantes materiales para piezas componentes de turbomáquinas tales como turbinas de gas estacionarias o turbopropulsores, dado que son ampliamente estables frente a condiciones del entorno agresivas y temperaturas elevadas y, además de ello, presentan elevados valores de resistencia también a temperaturas elevadas.

- 15 Materiales cerámicos reforzados con fibras de este tipo se forman habitualmente a partir de óxido de aluminio, carburo de silicio, carbono o mullita, pudiendo las fibras depositadas estar formadas de los mismos materiales. En particular, las fibras y la matriz pueden presentar una composición química idéntica o similar tal como, por ejemplo, carbonos reforzados mediante fibras de carbono, carburos de silicio reforzados mediante fibras de carburo de silicio u óxidos de aluminio reforzados mediante fibras de óxido de aluminio. No obstante, también son posibles mezclas tales como, por ejemplo, carburos de silicio reforzados con fibras de carbono.

- 20 A pesar de que estos materiales presentan en muchos casos ya una suficiente estabilidad frente a altas temperaturas en atmósferas con contenido en oxígeno, en el caso de determinadas condiciones del entorno, por ejemplo en el caso de atmósferas con contenido en vapor de agua, puede producirse un deterioro del material si, por ejemplo en el caso de materiales compuestos con carburo de silicio, se forman compuestos de hidróxido de silicio volátiles en presencia de vapor de agua.

- 25 Por este motivo, es necesario proteger a los materiales cerámicos compuestos arriba descritos mediante una capa protectora contra la corrosión frente a atmósferas agresivas y medios corrosivos.

- 30 Del estado de la técnica es ya conocido prever capas protectoras a base de silicatos de bario – estroncio –aluminio (BSAS) o a base de silicatos de tierras raras (SE) (SE-SiO₅ o SE-Si₂O₇). No obstante, capas protectoras a base de estos materiales presentan el inconveniente de que tienden a fases vítreas que no forman una protección suficiente, y también existe el problema en estas capas de que en presencia de vapor de agua pueden formar compuestos de hidróxido de silicio volátiles.

- 35 A partir de la memoria de patente EP 1 403 233 A se conoce una pieza componente para una turbomáquina que comprende un sustrato con contenido en silicio y una capa de barrera de BSAS. A partir de la memoria de patente US 5 411 762 A se conoce un procedimiento para la producción de un material cerámico, basándose el material cerámico en un material que pertenece al sistema que comprende silicio, aluminio, oxígeno y nitrógeno.

Divulgación de la invención

Misión de la invención

- 40 Por lo tanto, es misión de la presente invención proporcionar una pieza componente para una turbomáquina a base de un material cerámico compuesto con una capa protectora contra la corrosión dispuesta sobre el material cerámico compuesto, así como un correspondiente procedimiento para su producción, en el que se reduzcan o bien eviten los inconvenientes del estado de la técnica y, en particular, la pieza componente correspondiente sea insensible frente a atmósferas agresivas y medios corrosivos, debiéndose dar en particular una protección frente a la descomposición por parte de atmósferas con contenido en vapor de agua. Además de ello, la pieza componente debe poder ser producida de manera sencilla y reproducible, así como empleable de forma fiable.

- 45 Solución técnica

Este problema se resuelve mediante una pieza componente con las características de la reivindicación 1, así como un procedimiento con las características de la reivindicación 7. Ejecuciones ventajosas son objeto de las reivindicaciones dependientes.

- 50 La presente invención propone prever, en una pieza componente a base de material compuesto con una matriz de material cerámico, una capa protectora contra la corrosión que comprenda 50 – 80% en peso de silicio, 12 – 30% en peso de nitrógeno, 2 – 8% en peso de oxígeno, 2 – 8% de aluminio y 0 – 3% en peso de al menos un metal alcalinotérreo. Sorprendentemente, se ha demostrado que una capa protectora contra la corrosión con la

composición química arriba indicada proporciona una buena resistencia a la corrosión, en particular, también en presencia de vapor de agua en la atmósfera.

En particular, la capa protectora contra la corrosión puede comprender 60 – 70% en peso, preferiblemente 64 – 66% en peso de silicio, 15 – 25% en peso, preferiblemente 18 – 22% en peso de nitrógeno, 3 – 7% en peso, en particular 4 – 6% en peso de oxígeno, 3 – 7% en peso, preferiblemente 4 – 6% en peso de aluminio y 0,1 – 2,5% en peso, preferiblemente 1 – 2% en peso de un metal alcalinotérreo.

El material compuesto con una matriz de material cerámico puede ser, en particular, un material compuesto fibroso con fibras de material cerámico depositadas, pudiendo estar formada la matriz de material cerámico a base de al menos un componente del grupo que comprende carbono, carburo de silicio, óxido de aluminio y mullita.

Las fibras cerámicas pueden estar formadas por al menos un componente del grupo que comprende asimismo carbono, carburos de silicio, óxido de aluminio y mullita.

Entre la capa protectora contra la corrosión y el material compuesto puede estar dispuesta adicionalmente una capa inductora de la adherencia que mejora la adherencia de la capa protectora contra la corrosión sobre la pieza componente a base del material compuesto. La capa inductora de la adherencia puede estar formada por un material del grupo que comprende mullita, silicio y una mezcla a base del material de la capa protectora contra la corrosión y mullita. En particular, la capa inductora de la adherencia puede estar configurada como capa de gradiente en la que, por ejemplo, en la cara orientada a la pieza componente a base del material compuesto se presente casi el 100% de mullita y la proporción del material de la capa protectora contra la corrosión en la capa inductora de la adherencia orientada a la cara de la capa protectora contra la corrosión asciende y aumenta hasta casi el 100%.

La capa protectora contra la corrosión puede ser aplicada mediante diferentes procesos sobre el producto semi-acabado a base del material compuesto tal como, por ejemplo, inyección de plasma, inyección de plasma en suspensión, inyección de plasma a baja presión, deposición física en fase gaseosa (PVD), deposición química en fase gaseosa (CVD), así como aplicación de una correspondiente barbotina mediante extensión, rodillos o inyección con subsiguiente sinterización o mediante fusión o inmersión en masa fundida.

Descripción breve de las figuras

Los dibujos adjuntos muestran de forma puramente esquemática, en

- la Fig. 1 una representación en perspectiva de una pala de una turbomáquina en la que se puede emplear la presente invención,
- la Fig. 2 una vista en corte a través de una parte de una primera forma de realización de una pieza componente de acuerdo con la invención y
- la Fig. 3 una vista en corte a través de una parte de una segunda forma de realización de una pieza componente de acuerdo con la invención.

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

Otras ventajas, rasgos y características de la presente invención resultan claros en la subsiguiente detallada de los ejemplos de realización, no estando limitada la invención a estos ejemplos de realización.

La Fig. 1 muestra de forma puramente esquemática en una representación en perspectiva una pala tal como se puede emplear en una turbomáquina. La pala 1 presenta una base de pala 2 que puede ser incorporada en un correspondiente alojamiento de un disco, siendo el disco parte de un rotor, de modo que mediante el giro del rotor la pala 1 es girada en la turbomáquina con el fin de comprimir fluido que fluye en la turbomáquina o ser accionada por el fluido. De manera correspondiente, la pala 1 presenta una hoja de pala 3 que está dispuesta en el canal de flujo de la turbomáquina y allí está expuesta bajo determinadas circunstancias a elevadas temperaturas y medios agresivos.

Conforme a la presente invención, la pala 1 puede estar formada por un material cerámico compuesto con una matriz de material cerámico y fibras cerámicas depositadas, que presenta una capa protectora contra la corrosión con el fin de proteger al material cerámico compuesto frente a medios agresivos.

La Fig. 2 muestra en una representación puramente esquemática una vista en corte parcial a través de una correspondiente pieza componente con el material cerámico compuesto 5 como sustrato para la capa protectora contra la corrosión 4 que presenta la composición de acuerdo con la invención con silicio, nitrógeno, oxígeno, aluminio y al menos un metal alcalinotérreo.

En el caso de la forma de realización de la Fig. 3, entre el material cerámico compuesto 5 y la capa protectora contra la corrosión 4 está configurada adicionalmente una capa inductora de la adherencia 6 que puede estar formada por mullita, silicio o una mezcla a base del material de la capa protectora contra la corrosión 4 y mullita.

A pesar de que la presente invención ha sido descrita con detalle con ayuda de ejemplos de realización, para el experto en la materia resulta evidente que la invención no está limitada a estos ejemplos de realización, sino que más bien son posibles modificaciones de modo que se supriman rasgos individuales o se realice una combinación de otro tipo de rasgos, siempre que no se abandone el alcance de protección de las reivindicaciones adjuntas. La presente divulgación incluye todas las combinaciones de las características individuales presentadas.

Lista de símbolos de referencia

- | | |
|------|---------------------------------------|
| 1 | pala |
| 2 | pie de pala |
| 3 | hoja de pala |
| 10 4 | capa protectora frente a la corrosión |
| 5 | material cerámico compuesto |
| 6 | capa inductora de la adherencia. |

REIVINDICACIONES

1. Pieza componente de una turbomáquina a base de un material compuesto (5) con una matriz de material cerámico y una capa protectora contra la corrosión (4), caracterizada por que la capa protectora contra la corrosión comprende:
 - 5 50 – 80% en peso de silicio,
12 – 30% en peso de nitrógeno,
2 – 8% en peso de oxígeno,
2 – 8% en peso de aluminio y
0 – 3% en peso de al menos un metal alcalinotérreo.
- 10 2. Pieza componente según la reivindicación 1, caracterizada por que la capa protectora contra la corrosión (4) comprende:
 - 60 – 70% en peso, en particular 64 – 66% en peso de silicio,
15 – 25% en peso, en particular 18 – 22% en peso de nitrógeno,
3 – 7% en peso, en particular 4 – 6% en peso de oxígeno,
- 15 3 – 7% en peso, en particular 4 – 6% en peso de aluminio y
0,1 – 2,5% en peso, en particular 1 – 2% en peso de al menos un metal alcalinotérreo.
3. Pieza componente según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el material compuesto (5) con matriz de material cerámico es un material compuesto fibroso con fibras de material cerámico depositadas.
- 20 4. Pieza componente según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la matriz de material cerámico está formada por al menos un componente del grupo que comprende carbono, carburo de silicio, óxido de aluminio y mullita.
5. Pieza componente según una de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizada por que las fibras de material cerámico están formadas por al menos un componente del grupo que comprende carbono, carburo de silicio, óxido de aluminio y mullita.
- 25 6. Pieza componente según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que entre el material compuesto (5) y la capa protectora contra la corrosión (4) está dispuesta al menos una capa inductora de la adherencia (6) que está formada, en particular, por un material del grupo que comprende mullita, silicio y una mezcla a base del material de la capa protectora contra la corrosión y mullita.
- 30 7. Procedimiento para la producción de una pieza componente de una turbomáquina, en el que se proporciona un producto semi-acabado a base de un material compuesto con una matriz de material cerámico, caracterizado por que sobre el producto semi-acabado se deposita una capa protectora contra la corrosión (4) que comprende:
 - 50 – 80% en peso de silicio,
12 – 30% en peso de nitrógeno,
2 – 8% en peso de oxígeno,
- 35 2 – 8% en peso de aluminio y
0 – 3% en peso de al menos un metal alcalinotérreo.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que la capa protectora contra la corrosión (4) se aplica mediante al menos un proceso del grupo de inyección de plasma, inyección de plasma en suspensión, inyección de plasma a baja presión, deposición física en fase gaseosa, deposición química en fase gaseosa, fusión, inmersión en masa fundida, extensión, rodillos, inyección y sinterización.
- 40

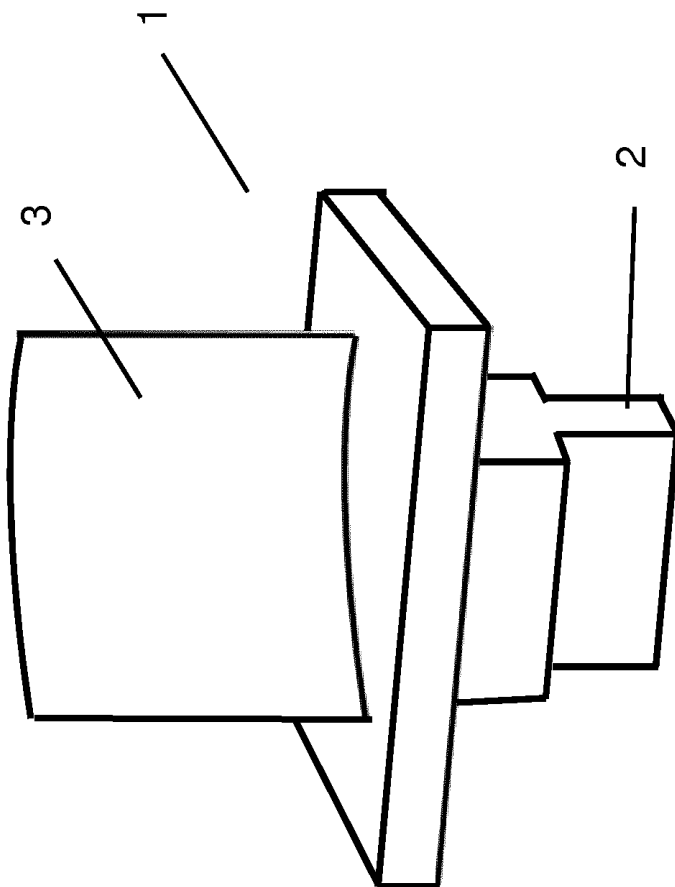
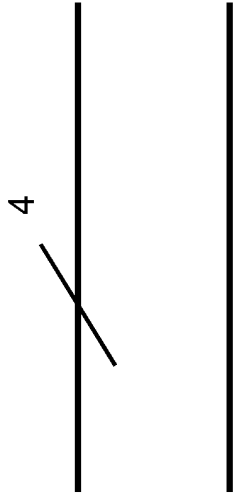
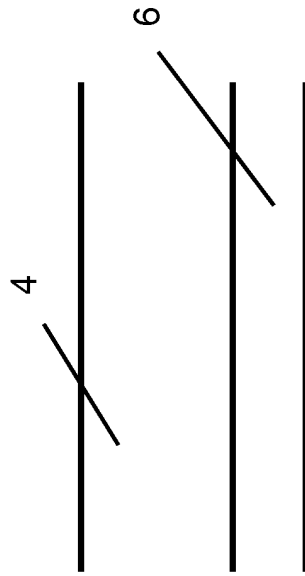


Fig. 1



- 5 -

Fig. 2



- 5 -

Fig. 3