



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 862**

51 Int. Cl.:

C23F 1/44 (2006.01)

F01D 5/28 (2006.01)

C23G 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01300342 .1**

96 Fecha de presentación : **16.01.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1118695**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.07.2001**

54

Título: **Procedimiento para eliminar el recubrimiento de barrera térmica.**

30

Prioridad: **20.01.2000 US 487986**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.07.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.07.2011

73

Titular/es: **General Electric Company**
1 River Road
Schenectady, New York 12345, US

72

Inventor/es: **Brooks, William Clarke**

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 362 862 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

Procedimiento para eliminar un recubrimiento de barrera térmica

La presente invención se refiere a procedimientos para eliminar recubrimientos cerámicos. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento para eliminar una capa de material cerámico termoaislante, tal como circonia estabilizada por itria (YSZ), de la superficie de un componente previsto para servicio a altas temperaturas tal como un componente de motor de turbina de gas.

Los componentes localizados en ciertas secciones de motores de turbina de gas tales como la turbina, el combustor y el incrementador están frecuentemente térmicamente aislados con una capa cerámica con el fin de reducir sus temperaturas de servicio, que permite que el motor opere más eficientemente a mayores temperaturas. Estos recubrimientos, frecuentemente denominados en lo sucesivo recubrimientos de barrera térmica (TBC), deben tener baja conductividad térmica, adherirse fuertemente al artículo y seguir siendo adherentes durante muchos ciclos de calentamiento y refrigeración.

Los sistemas de recubrimiento que pueden satisfacer los requisitos anteriores normalmente incluyen un recubrimiento de enlace metálico que adhiere la capa cerámica termoaislante al componente. Se han empleado generalizadamente óxidos metálicos tales como circonia (ZrO_2) parcialmente o completamente estabilizada por itria (Y_2O_3), magnesia (MgO) u otros óxidos como el material para la capa cerámica termoaislante. La capa cerámica se deposita normalmente por pulverización de plasma en aire (APS), pulverización de plasma a baja presión (LPPS) o una técnica de deposición física de vapor (PVD) tal como deposición física de vapor por haz de electrones (EBPVD) que proporciona una estructura de grano columnar tolerante a la tensión. Los recubrimientos de enlace están normalmente formados de un recubrimiento por difusión resistente a la oxidación tal como un aluminuro de difusión o aluminuro de platino, o una aleación resistente a la oxidación tal como MCrAlY (en la M es hierro, cobalto y/o níquel). Los recubrimientos de aluminuro se diferencian de los recubrimientos de MCrAlY en que los primeros son principalmente compuestos intermetálicos de aluminuro, mientras que los últimos son una disolución sólida metálica que contiene una mezcla de fases que incluye $\beta NiAl$.

Aunque se han hecho avances significativos con materiales de recubrimiento y procedimientos para producir tanto el recubrimiento de enlace medioambientalmente resistente como la capa cerámica termoaislante, en ciertas circunstancias existe el requisito inevitable de eliminar y sustituir la capa cerámica. Por ejemplo, la eliminación puede exigirse por daño por erosión o impacto a la capa cerámica durante la operación del motor o por un requisito de reparar ciertas características tales como la longitud de la punta de un álabe de turbina. La eliminación de la capa cerámica también puede exigirse durante la fabricación de componentes para tratar tales problemas como defectos en el recubrimiento, daño por manipulación y la necesidad de repetir operaciones de fabricación no relacionadas con el recubrimiento que requieren la eliminación de la cerámica, por ejemplo, operaciones de mecanizado por descarga eléctrica (EDM).

Los actuales procedimientos de reparación del estado de la técnica producen frecuentemente la eliminación del sistema de TBC completo, es decir, tanto la capa cerámica como el recubrimiento de enlace, tras lo cual el recubrimiento de enlace y la capa cerámica deben redepósitosarse. Un procedimiento tal es usar abrasivos en procedimientos tales como granallado, bruñido al vapor y limpieza a presión con perlas de vidrio, cada uno de los cuales es un procedimiento lento y laborioso que erosiona la capa cerámica y el recubrimiento de enlace, además de la superficie del sustrato debajo del recubrimiento. Con uso repetido, estos procedimientos destruyen eventualmente el componente reduciendo el espesor de pared del componente. Esta desventaja es particularmente grave con recubrimientos de enlace de aluminuro de difusión que tienen una zona de difusión que se extiende en la superficie del sustrato del componente. El daño a los recubrimientos de enlace de aluminuro de difusión generalmente se produce por la fractura de fases frágiles en la zona de difusión tales como las fases de $PtAl_2$ de un recubrimiento de enlace de aluminuro de platino, o en la capa de aditivos que es la capa de recubrimiento de enlace externa que contiene una fase intermetálica medioambientalmente resistente MAI en la que M es hierro, níquel o cobalto, dependiendo del material del sustrato. El daño es particularmente probable cuando se trata un componente refrigerado con aire tal como un álabe de turbina cuyas superficies aerodinámicas incluyen orificios de refrigeración de los que se descarga aire de refrigeración para refrigerar las superficies externas del álabe.

Por consiguiente, se han realizado grandes esfuerzos para desarrollar procedimientos no abrasivos para eliminar recubrimientos cerámicos. Un procedimiento tal es un procedimiento en autoclave en que el recubrimiento cerámico se expone a temperaturas y presiones elevadas en presencia de un compuesto cáustico. Se ha encontrado que este procedimiento debilita suficientemente el enlace químico entre las capas cerámica y de óxido de recubrimiento de enlace para permitir la eliminación de la capa cerámica, mientras que dejan la capa de enlace intacta. Sin embargo, un equipo de autoclave adecuado es caro y las técnicas de tratamiento en autoclave no han podido eliminar la cerámica de los orificios de refrigeración de un álabe de turbina refrigerado con agua.

El documento US 3.622.391 desvela un procedimiento de desprendimiento de recubrimientos de aluminuro de aleaciones basadas en cobalto y níquel en el que uno de los productos químicos utilizados es bifluoruro de amonio. Se desvela un procedimiento de volver a recubrir el que precisamente se eliminan el óxido u otros productos de corrosión, mientras que queda un recubrimiento por difusión residual intacto.

5 Por consiguiente, lo que se necesita es un procedimiento que pueda eliminar una capa cerámica de un componente sin dañar un sustrato subyacente que incluye cualquier recubrimiento de enlace usado para adherir la capa cerámica.

10 Según un primer aspecto de la invención se proporciona un procedimiento de eliminación de al menos una porción de un recubrimiento cerámico de un componente, comprendiendo el procedimiento la etapa de exponer la porción del recubrimiento cerámico a una disolución acuosa que comprende bifluoruro de amonio en una cantidad de 20 a 70 gramos por litro de disolución y ácido acético en una cantidad de 10 a 20 gramos por litro de disolución.

La etapa de exposición puede comprender sumergir el componente en la disolución.

La etapa de exposición puede comprender adicionalmente dirigir energía ultrasónica al recubrimiento cerámico mientras que el componente está sumergido en la disolución.

15 La disolución puede comprender 0,05 a 0,2 por ciento en volumen de agente humectante.

El agente humectante puede comprender aproximadamente 1 a 3 por ciento en peso de polietilenglicol, siendo el resto esencialmente octilfenoxipolietoxietanol.

La etapa de exposición puede comprender adicionalmente calentar el componente y la disolución a aproximadamente 60°C a aproximadamente 68°C.

20 El componente puede comprender adicionalmente un recubrimiento de enlace metálico que adhiere el recubrimiento cerámico al componente, y en el que la disolución puede no eliminar el recubrimiento de enlace.

El recubrimiento de enlace puede ser un aluminuro de difusión.

El procedimiento puede comprender adicionalmente la etapa de depositar un material cerámico sobre una superficie del componente expuesto cuando se eliminó la porción del recubrimiento cerámico.

25 El componente puede ser un componente de un motor de turbina de gas.

30 Según un segundo aspecto de la invención se proporciona un procedimiento de eliminación de una capa de YSZ termoaislante de un componente de motor de turbina de gas sin eliminar un recubrimiento de enlace metálico sobre una superficie del componente que adhiere la capa de YSZ al componente, comprendiendo el procedimiento la etapa de sumergir el componente en una disolución acuosa que comprende bifluoruro de amonio en una cantidad de 20 a 70 gramos por litro de disolución, 10 a 20 gramos de ácido acético por litro de disolución y un agente humectante que contiene 1 a 3 por ciento en peso de polietilenglicol, siendo el resto esencialmente octilfenoxipolietoxietanol.

La etapa de inmersión puede comprender adicionalmente dirigir energía ultrasónica a la capa de YSZ mientras que el componente está sumergido en la disolución.

35 La disolución puede comprender aproximadamente 30 a aproximadamente 40 gramos de bifluoruro de amonio por litro de disolución, aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,2 por ciento en volumen de agente humectante, el resto es esencialmente agua.

La etapa de inmersión puede comprender adicionalmente calentar el componente y la disolución a aproximadamente 60°C a aproximadamente 68°C.

40 El recubrimiento de enlace puede ser un aluminuro de difusión.

El procedimiento puede comprender adicionalmente la etapa de depositar un material de YSZ sobre una superficie del recubrimiento de enlace expuesto cuando se eliminó la capa de YSZ.

45 Por tanto, la presente invención proporciona un procedimiento de eliminación de un recubrimiento cerámico, tal como un recubrimiento de barrera térmica (TBC) de circonia estabilizada por itria (YSZ), de la superficie de un componente. Ejemplos particularmente notables son componentes de motor de turbina de gas expuestos al hostil entorno térmico de las secciones de turbina, combustor e incrementador de un motor de turbina de gas. El procedimiento es particularmente apto para eliminar completamente un recubrimiento cerámico termoaislante de un

sistema de recubrimiento de barrera térmica sin eliminar un recubrimiento de enlace metálico, tal como un recubrimiento de aluminuro de difusión o de MCrAlY, que adhiere el recubrimiento cerámico a la superficie del componente.

5 El procedimiento de la presente invención generalmente conlleva exponer el recubrimiento cerámico a una disolución acuosa de bifluoruro de amonio. Un procedimiento preferido para eliminar el recubrimiento cerámico conlleva adicionalmente sumergir el componente en la disolución mientras que se mantiene a una temperatura elevada, y exponer el recubrimiento a energía ultrasónica. Usando el procedimiento de la presente invención, un recubrimiento cerámico puede eliminarse completamente del componente y de cualquier orificio de refrigeración sin degradar esencialmente el recubrimiento de enlace. Por consiguiente, la presente invención permite la deposición de un nuevo recubrimiento cerámico sobre componentes en la producción sin acondicionamiento ni sustitución del recubrimiento de enlace y sin depositar cerámica adicional en los orificios de refrigeración, que sería perjudicial para el rendimiento del componente. Si el componente ha estado en servicio de forma que el recubrimiento de enlace ha sido parcialmente agotado como resultado de la oxidación, el recubrimiento de enlace puede acondicionarse antes de sustituir el recubrimiento cerámico.

15 Una ventaja significativa de la presente invención es el reducido equipo de trabajo y costes de procesamiento requeridos para eliminar un recubrimiento cerámico de un sistema de recubrimiento de barrera térmica. Además del procedimiento y equipo simplificados que puede usarse, los costes de trabajo y procedimiento se reducen adicionalmente evitando el daño y la eliminación del recubrimiento de enlace. Además, la vida de servicio de un componente también puede prolongarse evitando la sustitución de su sistema de recubrimiento de barrera térmica completo, ya que la eliminación de un recubrimiento de enlace produce la pérdida de espesor de pared, particularmente si el recubrimiento de enlace es un aluminuro de difusión que comparte inherentemente una zona de difusión significativa con el sustrato del componente. Y, lo que es más importante, las técnicas de la técnica anterior para eliminar una capa cerámica de un TBC normalmente no han podido eliminar la cerámica de los orificios de refrigeración, o han producido un daño excesivo al recubrimiento de enlace en el procedimiento de eliminación de la cerámica. Mediante la eliminación completa de la cerámica de los orificios de refrigeración de un componente refrigerado con aire se mejora el rendimiento del componente mediante la refrigeración de película uniforme restaurada de sus superficies.

20 La invención se describirá ahora en mayor detalle, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, siendo la única figura una vista en sección de una porción de superficie de un álabe de motor de turbina de gas protegido por un sistema de recubrimiento de barrera térmica que incluye una capa cerámica adherida a la superficie del álabe con un recubrimiento de enlace.

25 La figura representa una vista parcial en sección transversal de una porción aerodinámica de un álabe 10 de turbina de motor de turbina de gas. El sustrato 12 del álabe 10 se muestra como que está protegido por un sistema 14 de recubrimiento de barrera térmica compuesto por una capa 18 cerámica adherida al sustrato 12 por un recubrimiento 16 de enlace. El procedimiento de la presente invención se refiere a eliminar la capa 18 cerámica del sustrato 12 del álabe 10 sin eliminar ni dañar el recubrimiento 16 de enlace.

30 Como es la situación con componentes de alta temperatura de un motor de turbina de gas, el álabe 10 puede estar formado de una superaleación basada en hierro, níquel o cobalto. El recubrimiento 16 de enlace es una composición resistente a la oxidación tal como un aluminuro de difusión y/o MCrAlY, formando ambos una capa de alúmina (Al_2O_3) o cascarilla (no mostrada) sobre su superficie durante la exposición a temperaturas elevadas. La cascarilla de alúmina protege el sustrato 12 de superaleación subyacente de la oxidación y proporciona una superficie a la que se adhiere más tenazmente la capa 18 cerámica. La capa 18 cerámica puede depositarse por pulverización de plasma en aire (APS), pulverización de plasma a baja presión (LPPS) o una técnica de deposición física de vapor, por ejemplo, deposición física de vapor por haz de electrones (EBPVD) que proporciona una estructura de grano columnar tolerante a la tensión (no mostrada). Un material preferido para la capa 18 cerámica es circonia parcialmente estabilizada por itria (circonia estabilizada por itria o YSZ), aunque podría usarse circonia completamente estabilizada por itria, además de circonia estabilizada por otros óxidos tales como magnesita (MgO), calcia (CaO), ceria (CeO_2) o escandia (Sc_2O_3).

35 El procedimiento de la presente invención conlleva eliminar la capa 18 cerámica sin eliminar ni dañar el recubrimiento 16 de enlace de manera que una nueva capa cerámica pueda depositarse sobre el recubrimiento 16 de enlace original. Según la presente invención, la capa 18 cerámica se elimina preferencialmente mediante exposición a una disolución acuosa de desprendimiento de bifluoruro de amonio (NH_4HF_2) a una temperatura elevada. Una composición adecuada para la disolución acuosa es aproximadamente 20 a aproximadamente 70 gramos de bifluoruro de amonio por litro de disolución. Para potenciar la eficacia de la disolución, a la disolución pueden añadirse aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,2 por ciento en volumen de un agente humectante. Aunque no se requiere, se prefiere agua destilada o desionizada. Agentes humectantes adecuados contienen

aproximadamente 1 a 3 por ciento en peso de polietilenglicol, siendo el resto octilfenoxipolietoxietanol, estando un agente humectante preferido disponible bajo el nombre TRITON X-100 de Union Carbide. Una composición preferida para la disolución de desprendimiento que usa el agente humectante TRITON X-100 es aproximadamente 30 a aproximadamente 40 gramos de bifluoruro de amonio por litro de disolución, aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,2 por ciento en volumen de TRITON X-100, y el resto agua destilada o desionizada.

Un componente de la disolución es ácido acético (CH_3COOH). Una composición adecuada para una disolución de desprendimiento que contiene ácido acético es aproximadamente 10 a aproximadamente 20 gramos de ácido acético por litro de disolución, aproximadamente 20 a aproximadamente 70 gramos de bifluoruro de amonio por litro de disolución, aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,2 por ciento en volumen de agente humectante, siendo el resto esencialmente agua destilada o desionizada. Se han preparado y usado disoluciones de desprendimiento adecuadas que contienen, por litro de disolución, aproximadamente 16 gramos de ácido acético y aproximadamente 35 gramos de bifluoruro de amonio, aproximadamente 0,1 por ciento en volumen del agente humectante TRITON X-100, siendo el resto agua.

Un intervalo de temperatura adecuado para el procedimiento de desprendimiento de la presente invención es aproximadamente 140°F a aproximadamente 170°F (aproximadamente 60°C a aproximadamente 77°C), más preferentemente aproximadamente 140°F a aproximadamente 155°F (aproximadamente 60°C a aproximadamente 68°C). El tratamiento de desprendimiento de la presente invención también incluye preferentemente el uso de energía ultrasónica transmitida a través de la disolución a la capa 18 cerámica. Se ha encontrado que las frecuencias de aproximadamente 20 kHz a 40 kHz son adecuadas para niveles de energía ultrasónica de aproximadamente 50 a aproximadamente 200 W por galón (aproximadamente cuatro litros) de disolución. El tratamiento ultrasónico puede continuarse hasta que la capa 18 cerámica se haya eliminado completamente o al menos se haya desprendido suficientemente de manera que pueda eliminarse cepillando o aclarando por pulverización a presión, normalmente en aproximadamente dos a cinco horas. Sin tratamiento ultrasónico, una duración de tratamiento total de aproximadamente cuatro a aproximadamente cinco horas es generalmente suficiente para debilitar el enlace químico entre la capa 18 cerámica y la cascarilla de alúmina sobre el recubrimiento 16 de enlace. Es previsible que puedan preferirse duraciones más largas o más cortas dependiendo de las propiedades del sistema de recubrimiento particular.

En la práctica, la disolución de desprendimiento de la presente invención se ha usado para eliminar TBC de YSZ de superficies aerodinámicas de superaleaciones basadas en níquel sin dañar un recubrimiento de enlace de aluminuro de platino subyacente. El TBC dentro de los orificios de refrigeración de las superficies aerodinámicas también se eliminó notablemente, mientras que no se atacaron las porciones de los recubrimientos de enlace dentro de los orificios y recubiertas por el TBC, además del recubrimiento de enlace sin recubrir dentro de pasos de refrigeración internos de las superficies aerodinámicas. Tras el tratamiento, las superficies aerodinámicas se volvieron a recubrir satisfactoriamente con TBC sin requerir ningún acondicionamiento del recubrimiento de enlace. El rendimiento térmico de las superficies aerodinámicas no se alteró por la acumulación de TBC en exceso en los orificios de refrigeración debido a que el procedimiento de desprendimiento de la presente invención eliminó completamente el TBC de los orificios de refrigeración. Además, debido a que el procedimiento de desprendimiento de la presente invención no dañó ninguna porción de los recubrimientos de enlace, fueron innecesarias etapas de procesamiento adicionales para reparar o sustituir los recubrimientos de enlace. Si los álabes hubieran estado en servicio de forma que los recubrimientos de enlace estuvieran parcialmente agotados como resultado de la oxidación, los recubrimientos de enlace, tanto si eran de aluminuro de difusión como del tipo MCrAlY, podrían haberse acondicionado antes de la deposición de TBC usando una técnica de aluminado por difusión tal como cementación en paquete o aluminado en vapor fase.

Aunque la invención se ha descrito en términos de una realización preferida, es evidente que un experto en la materia podría adoptar otras formas. Por tanto, el alcance de la invención sólo va a estar limitado por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un procedimiento de eliminación de al menos una porción de un recubrimiento cerámico (18) de un componente (10), comprendiendo el procedimiento la etapa de exponer la porción del recubrimiento cerámico (18) a una disolución acuosa que comprende bifluoruro de amonio en una cantidad de 20 a 70 gramos por litro de disolución y ácido acético en una cantidad de 10 a 20 gramos por litro de disolución.
- 2.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de exposición comprende sumergir el componente (10) en la disolución.
- 3.- Un procedimiento según la reivindicación 2, en el que la etapa de exposición comprende además dirigir energía ultrasónica al recubrimiento cerámico (18) mientras que el componente (10) está sumergido en la disolución.
- 10 4.- Un procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que la disolución comprende además un agente humectante en una cantidad de 0,05 a aproximadamente 0,2 por ciento en volumen.
- 15 5.- Un procedimiento según la reivindicación 4, en el que el recubrimiento cerámico comprende una capa de YSZ termoaislante (18) sobre un componente de motor de turbina de gas (10) y un recubrimiento de enlace metálico (16) sobre una superficie del componente (10) que adhiere la capa de YSZ (18) al componente (10), comprendiendo el procedimiento además la etapa de sumergir el componente (10) en la disolución acuosa, conteniendo el agente humectante 1 a 3 por ciento en peso de polietilenglicol, siendo el resto esencialmente octilfenoxipolietoxietanol, llevándose a cabo el procedimiento sin eliminar el recubrimiento de enlace metálico.
- 6.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la disolución comprende 30 a 40 gramos de bifluoruro de amonio por litro de disolución y 0,1 a 0,2 por ciento en volumen de agente humectante.
- 20 7.- Un procedimiento según la reivindicación 5 ó 6, en el que la etapa de inmersión comprende además calentar el componente (10) y la disolución a una temperatura en el intervalo de 60°C a 68°C.

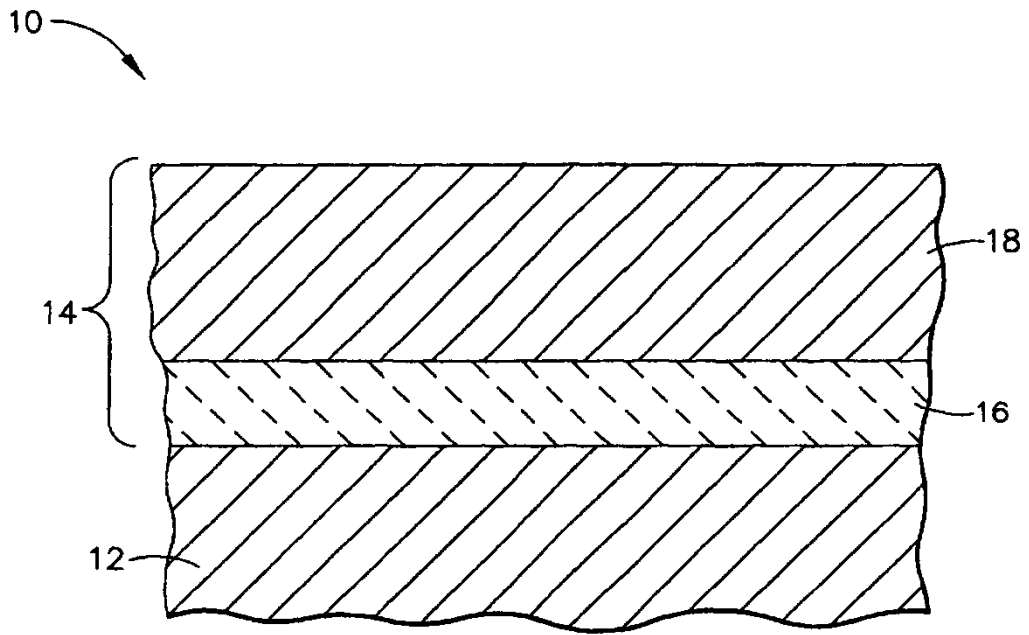


FIG. 1