

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 684**

51 Int. Cl.:

G10K 11/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2006 PCT/FR2006/002823**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2007 WO07077343**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2006 E 06847101 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 1982323**

54 Título: **Cuerpo poroso metálico apropiado para atenuar el ruido de turbinas aeronáuticas**

30 Prioridad:

23.12.2005 FR 0513263

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

12.03.2018

73 Titular/es:

ONERA (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AÉROSPATIALES) (100.0%)

**Chemin de la Hunière
91120 Palaiseau, FR**

72 Inventor/es:

**NADLER, JASON;
PAUN, FLORIN;
JOSSO, PIERRE;
BACOS, MARIE-PIERRE y
GASSER, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 658 684 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).

DESCRIPCION

Cuerpo poroso metálico apropiado para atenuar el ruido de turbinas aeronáuticas

La invención se refiere a la fabricación de cuerpos porosos metálicos.

5 La emisión sonora de un avión de uso comercial, principalmente debida a los motores, puede alcanzar 155 dB en la proximidad inmediata del aparato en el despegue. Este valor superior al umbral del dolor auditivo evaluado en 120 dB alcanza incluso 90 dB a 400 m de la fuente. Por lo tanto, es deseable disminuir este nivel de emisión sonora. Una vía para tratar de resolver este problema consiste en absorber el ruido en uno de sus puntos de emisión, es decir, al nivel de los motores...Ya se han aplicado soluciones en las partes "frías" de los motores, pero las partes "calientes" no son actualmente el objeto de ningún tratamiento acústico. Por lo tanto, es deseable desarrollar un material que
10 tenga una función de absorción acústica destinado a las partes calientes de los motores de aviones. Para hacerlo, una vía contemplada es elaborar una turbina capaz de absorber, en parte, el ruido producido en el interior del motor.

15 Las estructuras de panal de abejas, bien conocido en el mundo aeronáutico, pueden ser adaptadas para la absorción acústica. Estas estructuras están asociadas entonces a pieles perforadas que cierran parcialmente las celdas elementales. Las celdas elementales, de un diámetro superior a 1 mm, forman de esta manera cavidades acústicas resonantes que atrapan las ondas que penetran por las perforaciones. Estas estructuras conducen a propiedades acústicas insuficientes, puesto que éstas son resonadores del tipo de Helmholtz, que no pueden absorber frecuencias bien específicas. El fenómeno empleado se basa en la resonancia de cuarto de onda. Sólo las frecuencias que tienen una longitud de onda próxima a cuatro veces la profundidad de las celdas elementales y sus armónicos son absorbidas eficazmente. El documento EP 0036356 describe un cuerpo metálico poroso con canales.
20 Ahora bien, una absorción acústica eficaz al nivel de la turbina para el ruido producido por la cámara de combustión y las diferentes palas de las turbinas y de los compresores de alta presión implica un efecto sobre amplio espectro de frecuencia.

El objeto de la invención es proporcionar una estructura porosa que tiene propiedades acústicas mejoradas con relación a las de las estructuras conocidas.

25 La invención se refiere principalmente según la reivindicación 1 a un cuerpo poroso metálico que posee dos caras principales opuestas y apropiado para atenuar el ruido producido o transmitido por una corriente de gas, que barre una primera de dichas caras principales, presentando dicho cuerpo poros en forma de canales cilíndricos, cuyos ejes se extienden sensiblemente según líneas rectas perpendiculares a dicha primera cara, que desembocan por uno primero de sus extremos en dicha primera cara y cerrados en su extremo opuesto, teniendo cada canal un diámetro comprendido entre 0,1 y 0,3 mm aproximadamente y estando situado, sobre una parte al menos de su longitud, a
30 una distancia mínima de sus vecinos próximos comprendida entre 0,02 y 0,3 mm aproximadamente y la relación entre la longitud y el diámetro de los canales es superior a 10 y con preferencia del orden de 102.

La estructura metálica descrita aquí presenta una porosidad que puede exceder el 70 %, cuya masa volumétrica es compatible con aplicaciones aeronáuticas.

35 Esta estructura se comporta como un absorbedor excelente de ruido, en particular para las frecuencias por encima de 1 kHz, como lo ha mostrado la aplicación de modelos de absorción acústica analíticos clásicos (propagación de una onda acústica en el interior de un tubo por Kirchhoff en 1857). Las celdas abiertas de este "micro-panal de abeja" son bastante grandes para permitir a la onda sonora, en el dominio de las frecuencias del orden de 1 kHz o más, penetrar en la estructura, pero suficientemente pequeñas para proporcionar la superficie específica necesaria para atenuar la energía acústica por disipación viscoacústica en el fluido contenido en el interior del material poroso.
40 Esta disipación es debida al cizallamiento del fluido en la capa límite que aparece sobre las paredes internas de la estructura porosa.

Para un diámetro inferior a 0,1 mm, la onda no penetra ya eficazmente en la estructura. Para un diámetro superior a 0,3 mm, el fenómeno de resonancia de cuarto de onda vuelve a ser preponderante.

45 Los canales cilíndricos, cuyo diámetro está comprendido entre 0,1 y 0,3 mm favorecen la disipación de la energía de la onda acústica en los cizallamientos internos al gas que se producen en las capas límites que aparecen sobre las paredes de los canales.

Si el diámetro de los canales cilíndricos es superior a 0,3 mm, la superficie total de las paredes resulta insuficiente.

50 El mecanismo de absorción de esta estructura nueva es debido a una disipación viscosa en el gas, mientras que, a título de comparación, un sistema de absorción acústica clásico utiliza el principio del resonador de Helmholtz válido exclusivamente para la absorción de una frecuencia particular y debe combinarse, para poder absorber un espectro de frecuencias mayor, con materiales porosos no estructurales.

La compilación del estado de la técnica tiende a mostrar que todo absorbedor de ruido basado en el principio del resonador de Helmholtz será necesariamente grueso, puesto que para cubrir toda la gama de frecuencias a

absorber, tendrá que asociar a la estructura resonante otros materiales diferentes (panales de abeja, fieltros, etc.) en diferentes espesores. Ahora bien, esta aportación al espesor puede implicar un sobrepeso no insignificante.

5 Por último, debido incluso a su arquitectura, el material según la invención, a diferencia de las soluciones descritas en la literatura, es un elemento estructura y puede ser dimensionado como tal. Además, gracias a las aligeraciones generadas por su porosidad, sus actuaciones mecánicas relacionadas con su densidad aparente son excepcionales (comportamiento estructural del tipo de panal de abejas). También su función de absorbedor del ruido puede considerarse como un triunfo suplementario. Debido a este hecho, la aplicación de esta invención a los motores de aeronaves permitirá tratar el ruido en su punto de emisión sin aumentar el volumen.

10 Las técnicas habituales de fabricación de los panales de abejas (soldadura de chapas estampadas o despliegue de láminas metálicas perforadas) no son aquí aplicables en razón de la escala del objeto. También debe hacerse referencia a otras técnicas. Una de estas técnicas se basa en la formación a partir de un baño químico de níquel ultra-puro. La forma y el diámetro del agujero serán determinados por el mandril utilizado y la pared por el espesor de la deposición química.

15 Según la naturaleza de la aleación deseada para fabricar esta pared, se puede proceder de otra manera. Después de haber vuelto al mandril conductor de electricidad gracias a una deposición química de cobre, se le reviste de níquel electrolítico con el fin de darle una rigidez suficiente para su manipulación. A continuación se completa la deposición electrolítica por una deposición de polvo de aleación pre-revestido por una aleación de níquel-boro, tal como se describe en la solicitud de patente francesa 05.07255 del 7 de Julio de 2005 o de polvo de aleación dispersada en un aglutinante orgánico como se describe en la solicitud de patente francesa 05.07256 del 7 de Julio 2005.

A continuación se indican características opcionales de la invención, complementarias o de sustitución.

- La relación entre la longitud y el diámetro de los canales está comprendida entre 90 y 110 aproximadamente.
- La rugosidad de la superficie de los canales es inferior a 0,01 mm.
- Cada canal está rodeado, según una distribución angular sensiblemente uniforme, por otros seis canales separados de éste a una distancia mínima comprendida entre 0,02 y 0,3 mm aproximadamente.
- El eje de cada uno de dichos canales forma un ángulo inferior a 20° con la perpendicular a dicha primera cara en dicho primer extremo.
- El cuerpo comprende níquel y/o cobalto y/o una aleación de éstos, principalmente una superaleación a base de níquel y/o de cobalto.
- 30 - Dicha primera cara es cóncava.

35 La invención tiene igualmente por objeto una carcasa de turbina aeronáutica que comprende al menos un sector constituido por un cuerpo poroso tal como se ha definido anteriormente, así como un procedimiento según la reivindicación 9 para fabrica tal cuerpo poroso, procedimiento en el que se disponen en capas una pluralidad de hilos cada uno de los cuales comprende un mandril cilíndrico de un diámetro comprendido entre 0,1 y 0,3 mm aproximadamente de un material destructible por el calor, rodeado por una funda a base de metal, estando la funda de cada hilo en contacto con las fundas de los hilos vecinos en la misma capa y con las fundas de los hilos de las capas vecinas, y se efectúa un tratamiento térmico para eliminar los mandriles y unir las fundas entre sí, produciendo una matriz metálica.

El procedimiento según la invención puede comprender al menos algunas de las particularidades siguientes:

- 40 - Dicho mandril es de materia orgánica.
- Dicho mandril es de carbono.
- La funda está formada al menos en parte por deposición química y/o electrolítica de metal sobre el mandril.
- La funda está formada al menos en parte por encolado de partículas de metal sobre el mandril y/o sobre dicha deposición.
- 45 - Se introducen partículas de metal en los huecos entre los hilos antes de dicho tratamiento térmico.
- Partículas de metal comprenden un revestimiento de soldadura que produce durante el tratamiento térmico una unión de las partículas de metal entre sí y/o con dicha deposición.
- Los componentes metálicos presentes son unidos entre sí durante el tratamiento térmico por fusión de un eutéctico entre sus metales constitutivos y el carbono que previene del mandril y/o de un aglutinante o adhesivo orgánico.
- 50

- Antes del tratamiento, se encola un extremo de cada hilo sobre un soporte plano común que se extiende perpendicularmente a los ejes de los hilos, se curva el soporte según un arco de círculo, de manera que los ejes de los hilos se extienden entonces radialmente, y se introducen partículas de metal entre huecos entre los hilos.

- Después del tratamiento térmico, se mecaniza dicha matriz metálica para formar dicha primera cara cóncava.

5 - Después del tratamiento térmico, se eliminan trazas de carbono que permanecen en los canales.

- Se cierra dicho extremo opuesto de los canales por una capa de metal producida sobre la cara correspondiente de dicha matriz metálica.

Las características y ventajas de la invención se exponen con más detalle en la descripción siguiente, con referencia a los dibujos anexos.

10 La figura 1 es una vista parcial de la primera cara principal de un cuerpo poroso según la invención.

La figura 2 es una vista parcial del cuerpo, en sección según la línea II-II de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección de un sector de una carcasa de turbina aeronáutica según la invención.

La invención se ilustra a continuación por ejemplos. Todas las composiciones se dan aquí en peso.

Ejemplo 1

15 Se propone fabricar un cuerpo poroso de níquel puro. Se utiliza como mandril un hilo cilíndrico de revolución de diámetro 0,1 mm (el método siguiente es aplicable cualquiera que sea el diámetro del hilo elegido de 1 µm a 3 mm) y cualquiera que sea la forma de su sección transversal). Se puede tratar principalmente de un hilo de poliamida o de poliimida comercializado como hilo de pesca. Se realiza sobre este hilo una deposición química de níquel procediendo según las cuatro etapas siguientes separadas por aclarados abundantes con agua desionizada.

20 1. Preparación de la superficie por desengrasado y remojo.

2. Deposición por adsorción de un reductor sólido, el cloruro de estaño SnCl₂, por inmersión durante al menos 5 min. en una solución saturada (5 g/l) de esta sal.

3. Deposición sobre la superficie a tratar de un catalizador (paladio) por reducción a partir de una solución ácida (pH = 2) a 10 g/l de PdCl₂ durante al menos 5 min.

25 4. Deposición de níquel propiamente dicho a partir de un baño que tiene la composición siguiente:

Níquel-trietilenodiamina	$Ni (H_2NC_2H_4NH_2)_3^{2+}$	0,14 M
Sosa	NaOH	1 M
Pentóxido de arsénico	As ₂ O ₅	6,5.10 ⁻⁴ M
Imidazol	N ₂ C ₂ H ₄	0,3 M
Hidrazina hidratada	N ₂ H ₄ , H ₂ O	2,06 M
pH		14

Después de la inmersión durante una hora y treinta a 90°C, el hilo es recubierto por una deposición de níquel muy puro de un espesor de aproximadamente 20 µm.

30 Este hilo revestido es cortado en trozos de longitud apropiada, del orden de 1 cm. Los diferentes trozos son dispuestos entonces paralelamente unos a los otros en un crisol de alúmina. Los trozos de una primera capa reposan sobre el fondo plano del crisol, estando cada uno en contacto con dos vecinos por generatrices diametralmente opuestas. Cada una de las capas siguientes es depositada sobre la capa precedente al tresbolillo. El conjunto es rematado con un peso de algunas decenas de gramos para mantener los trozos en contacto mutuo.

35 El crisol es colocado a continuación en un horno bajo un vacío mejor que 10⁻³ Pa y se calienta hasta 400°C, temperatura a la que el material sintético del mandril se descompone y es ingerido por el sistema de bombeo. Después de un periodo de una hora, se efectúa una rampa de calentamiento a 70°C/min. hasta 1200°C seguido por un periodo de un cuarto de hora para la interdifusión de cada tubo con sus vecinos más próximos. El conjunto es refrigerado a continuación.

40 A continuación de esta operación se obtiene un objeto microporoso de níquel puro que comprenden de poros en forma de canales cilíndricos de revolución de un diámetro D (figura 1) de aproximadamente 100 µm. En el caso ideal ilustrado en la figura, cada poro cilíndrico 1 posee seis vecinos inmediatos 2, que están separados por una pared de

níquel puro 3 de un espesor mínimo e de aproximadamente 40 μm . Los canales 2 están dispuestos según una distribución angular uniforme, es decir, que las marcas 4 de sus ejes en el plano de la figura 1 están situadas en las cimas de un hexágono regular que tiene como centro la marca 5 del eje del canal 1. En realidad, la disposición de los canales puede ser menos regular.

5 Ejemplo 2

Se enrolla una longitud grande del hilo sintético utilizado en el ejemplo 1 sobre un montaje de politetrafluoretileno (PTFE) que comprende seis barras cilíndricas paralelas, cuyos ejes están dispuestos, en proyección derecha, según las cimas de un hexágono regular. Se realiza entonces sobre este hilo una deposición química de cobre, que procede según las cuatro etapas siguientes separadas por aclarados abundantes con agua desionizada.

- 10 1. Preparación de la superficie por desengrase y remojo
2. Deposición por adsorción de un reductor sólido, el cloruro de estaño SnCl_2 , por inmersión durante al menos 5 min. en una solución saturada (5 g/l) de esta sal.
3. Deposición sobre la superficie a tratar de un catalizador (plata) a partir de una solución neutra de 10 g/l de AgNO_3 durante al menos 5 min.
- 15 4. Deposición de níquel propiamente dicho a partir de un baño que tiene la composición siguiente:

Sulfato de cobre	$\text{CuSO}_4, 6\text{H}_2\text{O}$	0,1 M
Formaldehido	HCHO	0,5 M
Tartrato doble de sodio y de potasio	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6, 4\text{H}_2\text{O}$	0,4 M
Sosa	NaOH	0,6 M

Después de 30 minutos, el hilo ha tomado el color rojo característico de una deposición de sobre.

A continuación de esta operación, el hilo convertido en conducto de electricidad es sumergido en un baño de deposición de níquel electrolítico clásico y conectado al cátodo. Después de 20 minutos de deposición bajo una densidad de corriente de 3 A/dm^2 , el hilo es recubierto de 20 μm de níquel puro.

- 20 El hilo así revestido es cortado en trozos de la longitud apropiada. Estos trozos son recubiertos a continuación de un espesor de aproximadamente 100 μm de una mezcla de 80 partes de polvo de superaleación de níquel comercializado bajo la denominación IN738 y de 20 partes de un aglutinante compuesto a partes iguales de una cola epoxi y de alcohol etílico que sirve de diluyente, siendo realizada esta operación haciendo girar los trozos en presencia de la mezcla de polvo-aglutinante entre una superficie de soporte plana y una placa de apoyo plana,
- 25 permitiendo la distancia entre estas dos placas determinar el espesor de la deposición de polvo.

Los trozos así recubiertos son dispuestos entonces en un crisol colocado en un horno a vacío como se describe en el Ejemplo 1.

- 30 En el curso del intervalo a 400°C, el material del mandril y el aglutinante se descomponen y sin ingeridos por el sistema de bombeo. La descomposición de la cola implica una deposición de residuos de carbono en la superficie de cada grano de polvo de superaleación. Después de un periodo de una hora, se efectúa una nueva rampa de calentamiento a 70°C/min. hasta 1320°C seguido de un periodo de un cuarto de hora para interdifusión de cada grano de polvo con sus vecinos más próximos y de cada tubo con sus vecinos más próximos. El conjunto es refrigerado a continuación.

- 35 Al término de esta operación, se obtiene un objeto microporoso de aleación IN738. Cada poro mide aproximadamente de 100 a 300 μm de diámetro y está separado de los poros vecinos por una pared de superaleación de aproximadamente 200 μm .

Ejemplo 3

Se procede como en el Ejemplo 2 para obtener un hilo revestido de 20 μm de níquel cortado en trozos.

- 40 Por otra parte, se deposita sobre los granos un polvo de la superaleación de níquel comercializada bajo la denominación Astrolloy, de un diámetro de 10 μm , una capa de soldadura a base de la aleación de níquel-boro de al menos 1 μm de espesor, por la técnica descrita en FR 2777215 y el polvo revestido de esta manera es mezclado al 1 % de metacrilato de metilo comercializado bajo la denominación Coatex P90, eventualmente diluido por agua para manejar la mezcla. Los trozos de hilo níquelado son enrollados en esta mezcla como se describe en el Ejemplo 2 para recibir una capa de aproximadamente 100 μm de polvo de superaleación revestida.

Los trozos así recubiertos son dispuestos entonces en un crisol colocado en un horno a vacío como se describe en el Ejemplo 1.

5 En el curso del intervalo a 400°C, el material del mandril se descompone. Después de un periodo de una hora, se efectúa una rampa de calentamiento a 70°C/min. hasta 1120°C seguido de un periodo de un cuarto de hora para soldadura de cada grano de polvo con sus vecinos más próximos y de cada tubo con sus vecinos más próximos. El conjunto es refrigerado a continuación.

De esta manera, un tratamiento térmico sencillo permite a la vez soldar los granos de polvo juntos y los tubos entre sí. Gracias a la deposición química de aleación de níquel-boro sobre el polvo de superaleación, la pared del tubo obtenida después de un recocido es densa y homogénea. Los granos de polvo están soldados entre sí.

10 Al término de esta operación, se obtiene un objeto microporoso de Astrolloy. Cada poro mide aproximadamente de 100 a 300 μm de diámetro y está separado de los poros vecinos por una pared de superaleación de aproximadamente 200 μm .

Ejemplo 4

15 Se utilizan como mandril mechas de fibras llamadas de algodón pirolizado, es decir, mechas de carbono obtenidas por cardado de algodón natural y pirolisis a presión reducida de Aragón, de un diámetro de aproximadamente 0,1 μm .

20 Las fibras son niqueladas previamente por una técnica llamada "en tonel" en un baño de sulfamato de níquel clásico. La electrolisis se realiza durante el tiempo necesario para obtener un espesor del níquel comprendido entre 20 y 40 μm . Las mechas niqueladas son cortadas entonces en trozos que son mezclados con cola epoxi diluida utilizada en el ejemplo 2 en una proporción de aproximadamente 95 % de mezclas por 5 % de cola y dispuestos paralelamente los unos a los otros en un molde de PTFE. Después del endurecimiento de la cola se obtiene un conjunto de fuerte porosidad. Por inyección con la ayuda de una jeringa, este conjunto es impregnado de la mezcla de polvo de superaleación de Astrolloy revestida y de Coatex P90 empleado en el Ejemplo 3. Después de secado en una estufa a 90°C, el material es dispuesto en un horno vertical bajo hidrógeno precalentado a 800°C. Entonces experimenta 25 una rampa de temperatura de 5°C por minuto hasta la temperatura de 1100°C. Dos fenómenos concomitantes se producen entonces: la soldadura de níquel-boro que envuelve los granos de polvo de Astrolloy fundido, por consiguiente con la soldadura de los granos de polvo entre sí, y el carbono de las mechas reacciona con el hidrógeno de la atmósfera del horno para formar metano. Después de un intervalo de 8 horas y de una refrigeración bajo hidrógeno hasta una temperatura de aproximadamente 500°C, además de un retorno a la temperatura ambiente 30 bajo argón, se obtiene un material poroso con poros de un diámetro de aproximadamente 0,1 mm separados por paredes, cuyo espesor varía entre 50 y 200 μm , pudiendo provenir otros poros más pequeños de los intersticios entre las fibras revestidas.

35 Cada uno de los Ejemplos 1 a 4 proporciona un cuerpo poroso que presenta dos caras principales opuestas planas, cuyo espesor es igual a la longitud de los trozos de hilo utilizados, del orden de 1 cm teniendo en cuenta la relación a respetar con el diámetro del hilo, y que comprende poros cilíndricos 1 perpendiculares a estas dos caras y que desembocan en éstas. Entonces se puede obtener un cuerpo poroso plano según la invención, cuyos poros están cerrados en un extremo, recubriendo una de las caras principales de una capa metálica continua 6 (figura 2), por ejemplo en forma de una chapa de 0,5 mm de espesor soldada en el cuerpo de base, o cubriendo los poros con un polvo metálico en suspensión, por inducción o proyección.

40 Se puede realizar igualmente un sector de una carcasa de turbina aeronáutica según la invención mecanizando el cuerpo de base para obtener una cara de perfil en arco convexo y una cara de perfil en arco cóncavo, siendo efectuada a continuación la obturación de los poros sobre la cara convexa. En este caso, la longitud de los trozos de hilo debe ser superior al espesor del sector a obtener, y los ejes de los canales no están perpendiculares a la cara cóncava más que una mitad de la longitud del arco, presentando una inclinación creciente con relación a la perpendicular que va hacia cada uno de los extremos del arco. 45

Ejemplo 5

Esta vez se trata de fabricar un sector de carcasa destino a una turbina aeronáutica, sin tener que proceder al mecanizado necesario en los ejemplos precedentes. Una carcasa de un diámetro interior de aproximadamente 1 metro se subdivide, por ejemplo, en 12 sectores.

50 Trozos de hilo niquelado preparados como en el Ejemplo 3 y recortados a una longitud apropiada están dispuestos verticalmente sobre una placa horizontal de PTFE que tiene un espesor de aproximadamente 1 mm, una longitud y una anchura iguales, respectivamente, a la longitud del arco y a la longitud axial del sector a realizar. Estando la superficie total de la placa recubierta por los trozos de hilo niquelado, el extremo de éstos es encolada allí con una cola del tipo de cianoacrilato. Una vez polimerizada la cola, la placa de PTFE es entallada, de tal manera que los troncos de hilo se estiran radialmente hacia el exterior y presentan una separación mutua en la dirección 55 circunferencial que va creciendo a partir de la placa, asegurando el revestimiento de níquel una rigidez de los trozos. Los huecos formados de esta manera son rellenos de mezcla de polvo de superaleación Astrolloy revestida y de

5 Coatex P90 utilizado en el Ejemplo 3, pudiendo ser sustituido este polvo en parte por esferas huecas de níquel, tales como esferas de un diámetro del orden de $0,5 \mu\text{m}$ comercializadas por la Sociedad ATECA. Después de secar en la estufa durante una noche a 70°C , la plata de PTFE es retirada, siendo el conjunto de fibras, polvo y cola mecánicamente sólido. El conjunto es introducido en un horno a vacío. Cuando la presión en el recinto es inferior a aproximadamente 10^{-3} Pa , el conjunto es llevado a una temperatura de 450°C durante 1 hora con la finalidad de desgasificar y eliminar productos orgánicos (mandril y metacrilato de metilo). La descomposición del metacrilato de metilo implica una deposición de residuos de carbono en la superficie de cada grano de polvo de superaleación. Se efectúa una nueva rampa de calentamiento a $70^\circ\text{C}/\text{min}$. hasta 1.320°C y seguido de un intervalo de un cuarto de hora para la interdifusión de cada grano de polvo con sus vecinos más próximos. El conjunto es refrigerado a continuación. Como en los ejemplos precedentes, el eutéctico Ni-carbono ha actuado como soldadura y ha asegurado la reunión de los granos de polvo entre sí y se ha solidificado a continuación gracias a la difusión del carbono en la aleación. Después de la refrigeración, se obtiene un cuerpo poroso 10 (figura 3) en forma de arco de círculo atravesado por una multitud de canales 11 de $0,1 \mu\text{m}$ de diámetro separados los unos de los otros por paredes 12 de un espesor mínimo de algunas centésimas de milímetro en la proximidad de la cara cóncava del cuerpo y de algunas décimas de milímetro en la proximidad de su cara convexa. Los poros son obturados a continuación por una capa metálica 13 similar a la capa 6 de la figura 2, aplicada sobre la cara convexa.

Sectores tales como el de la figura 3 pueden ser utilizados sobre toda la superficie de la carcasa, o sobre una parte solamente de ésta.

20 Aunque en los ejemplos anteriores se ha utilizado como mandril un hilo de sección circular en razón de su disponibilidad, es igualmente posible utilizar un mandril de sección no circular, principalmente poligonal.

Si es necesario, puede efectuarse un tratamiento por ultrasonido del cuerpo poroso para eliminar trazas de carbono que subsisten después del tratamiento térmico sobre las paredes de los canales y obtener una superficie muy lisa.

REIVINDICACIONES

- 1.- Cuerpo poroso metálico que posee dos caras principales opuestas y apropiado para atenuar el ruido producido o transmitido por una corriente de gas, que barre una primera de dichas caras principales, presentando dicho cuerpo poros (1, 2) en forma de canales cilíndricos, cuyos ejes se extienden sensiblemente según líneas rectas perpendiculares a dicha primera cara, que desembocan por uno primero de sus extremos en dicha primera cara y cerrados en su extremo opuesto, caracterizado por que cada canal un diámetro (D) comprendido entre 0,1 y 0,3 mm aproximadamente y estando situado, sobre una parte al menos de su longitud, a una distancia mínima (e) de sus vecinos próximos comprendida entre 0,02 y 0,3 mm aproximadamente y la relación entre la longitud y el diámetro de los canales es superior a 10.
- 2.- Cuerpo poroso según la reivindicación 1, en la que la relación entre la longitud y el diámetro de los canales está comprendida entre 90 y 110 aproximadamente.
- 3.- Cuerpo poroso según una de las reivindicaciones 1 y 2, en la que la rugosidad de superficie de los canales es inferior a 0,01 mm.
- 4.- Cuerpo poroso según una de las reivindicaciones precedentes, en el que cada canal (1) está rodeado, según una división angular sensiblemente uniforme, de otros seis canales (2) separados de éste a una distancia mínima comprendida entre 0,02 y 0,3 mm.
- 5.- Cuerpo poroso según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el eje de cada uno de dichos canales forma un ángulo inferior a 20° con la perpendicular a dicha primera cara en dicho primer extremo.
- 6.- Cuerpo poroso según una de las reivindicaciones precedentes, que comprende níquel y/o cobalto y/o una aleación de éstos, principalmente una superaleación a base de níquel y/o de cobalto.
- 7.- Cuerpo poroso según una de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha primera cara es cóncava.
- 8.- Carcasa de turbina aeronáutica que comprende al menos un sector constituido por un cuerpo poroso según la reivindicación 7.
- 9.- Procedimiento para fabricar un cuerpo poroso según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que se dispone sensiblemente según líneas rectas paralelas entre ellas una pluralidad de hilos, cada uno de los cuales comprende un mandril cilíndrico de un diámetro comprendido entre 0,1 y 0,3 mm aproximadamente de un material destructible por el calor, rodeado por una funda a base de meta, estando dispuestos los hilos en hileras y la funda de cada hilo está en contacto con las fundas de los hilos próximos en la misma hilera y con las fundas de hilos de las hileras próximas, y se efectúa un tratamiento térmico para eliminar los mandriles y unir las fundas entre sí produciendo una matriz metálica, estando situado cada mandril, sobre una parte al menos de sus longitud, a una distancia mínima (e) de sus vecinas más próximas comprendida entre 0,02 y 0,3 mm aproximadamente, y la relación entre la longitud y el diámetro del mandril es superior a 10.
- 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, en la que dicho mandril es de materia orgánica.
- 11.- Procedimiento según la reivindicación 9, en la que dicho mandril es de carbono.
- 12.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, en la que la funda está formada al menos en parte por deposición química y/o electrolítica de metal sobre el mandril.
- 13.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la funda está formada al menos en parte por encolado de partículas de metal sobre el mandril y/o sobre dicha deposición.
- 14.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 13, en el que se introducen partículas de metal en los huecos entre los hilos que tienen dicho tratamiento térmico.
- 15.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 13 y 14, en el que partículas de metal comprenden un revestimiento de soldadura que produce durante el tratamiento térmico una unión de las partículas de metal entre sí y dicha deposición.
- 16.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 15, en el que los componentes metálicos presentes están unidos entre sí durante el tratamiento térmico por fusión de un eutéctico entre sus metales constitutivos y el carbono que procede del mandril y/o un aglutinante o adhesivo orgánico.
- 17.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 16 para fabricar un cuerpo poroso según la reivindicación 7, en el que, antes del tratamiento térmico, se encola un extremo de cada hilo sobre un soporte plano común que se extiende perpendicularmente a los ejes de los hilos, se curva el soporte según un arco de círculo, de manera que los ejes de los hilos se extienden entonces radialmente, y se introducen partículas de metal entre huecos entre los hilos.

18.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 16 para fabricar un cuerpo poroso según la reivindicación 7, en el que, después del tratamiento térmico, se mecaniza dicha matriz metálica para formar dicha primera cara cóncava.

5 19.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 18, en el que, después del tratamiento térmico, se eliminan trazas de carbono que permanecen en los canales.

20.- Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 19, en el que se cierra dicho extremo opuesto de los canales por una capa de metal producida sobre la cara correspondiente de dicha matriz metálica.

