

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 896 334**

51 Int. Cl.:

B22F 3/10	(2006.01)	C25D 1/08	(2006.01)	C25D 5/50	(2006.01)
B22F 3/22	(2006.01)	C22C 1/08	(2006.01)	C25D 5/56	(2006.01)
B22F 7/08	(2006.01)	B01J 23/883	(2006.01)		
B22F 3/11	(2006.01)	B01J 23/86	(2006.01)		
B22F 3/24	(2006.01)	B01J 25/00	(2006.01)		
B01J 35/04	(2006.01)	B01J 35/00	(2006.01)		
B22F 7/00	(2006.01)	B01J 37/00	(2006.01)		
B22F 7/06	(2006.01)	B01J 37/08	(2006.01)		
B22F 7/04	(2006.01)	B01J 37/34	(2006.01)		
B01J 23/755	(2006.01)	H01M 4/80	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2019 E 19199643 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.09.2021 EP 3797901**

54 Título: **Cuerpos esponjados metálicos y procedimiento para su producción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.02.2022

73 Titular/es:
EVONIK OPERATIONS GMBH (100.0%)
Rellinghauser Straße 1-11
45128 Essen, DE

72 Inventor/es:
POSS, RENÉ DR.;
BERWEILER, MONIKA y
ROOS, MEIKE DR.

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 896 334 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

Cuerpos esponjados metálicos y procedimiento para su producción

Antecedentes

La presente invención se refiere a procedimientos para la producción de cuerpos moldeados de metal, que comprenden la provisión de un cuerpo esponjado metálico a base de dos componentes metálicos, la subsiguiente aplicación de polvo con contenido en metales, así como un tratamiento térmico final para la formación de una aleación. Un control adecuado de la temperatura del tratamiento térmico y la elección de los metales participantes posibilita limitar la formación de la aleación a las capas superiores de la espuma metálica, de modo que las zonas no aleadas permanecen en regiones centrales de la espuma metálica. La presente invención se refiere, además, a procedimientos en los que al tratamiento térmico para la formación de la aleación se le une un tratamiento con una solución de carácter básico. Procedimientos correspondientes encuentran aplicación, entre otros, en la producción de catalizadores. La presente invención se refiere, además, a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con los procedimientos de acuerdo con la invención, los cuales encuentran aplicación, p. ej., como componentes de soporte y estructurales, así como en la tecnología de los catalizadores.

Estado de la técnica

Del estado de la técnica son conocidos procedimientos para la producción de cuerpos esponjados metálicos, p. ej., del documento WO 2019057533A1. En él se aplican polvos metálicos sobre cuerpos metálicos en forma de espuma y, a continuación, se tratan térmicamente, de modo que se configuran aleaciones en la zona de contacto de cuerpos metálicos en forma de espuma y polvo metálico. El documento WO2019057533A1 da a conocer una pluralidad de metales y combinaciones de metales que pueden ser elegidos para el cuerpo metálico esponjado y el polvo metálico, además datos generales para la realización del tratamiento térmico para la formación de la aleación así como algunos ejemplos concretos para el tratamiento de polvo de aluminio sobre espuma de níquel. Procedimientos adicionales para la producción de cuerpos esponjados metálicos son conocidos de los documentos CN102121090 A y DE102009015176 A1.

La magnitud de la formación de la aleación depende de las condiciones del tratamiento térmico: un tratamiento térmico a temperaturas elevadas conduce a la formación de la aleación en zonas más profundas de la espuma metálica, mientras que un tratamiento térmico a temperaturas más bajas conduce únicamente a la formación de la aleación en las zonas superiores de la espuma metálica, y en el interior de la espuma metálica quedan zonas no aleadas. Además, la elección de los metales del cuerpo metálico en forma de espuma y del polvo metálico tiene una gran influencia sobre la formación de la aleación.

Dado que el hecho de que queden zonas no aleadas en la espuma metálica es de gran importancia para numerosas aplicaciones de espumas metálicas correspondientes, existe una necesidad de procedimientos que garanticen esto. Los procedimientos de la presente invención satisfacen esta necesidad.

La presente invención

La invención se refiere a un procedimiento según la reivindicación 1 para la producción de cuerpos esponjados metálicos, que comprende las siguientes etapas:

- (a) proporcionar un cuerpo esponjado metálico A que se compone de dos componentes metálicos, en donde estos componentes metálicos (i) pueden presentarse en forma de aleación o (ii) como disposición de dos capas superpuestas de los dos componentes metálicos individuales, en donde en este caso uno de los componentes metálicos lo forma la capa situada en el interior de la espuma metálica y el otro componente metálico forma la capa situada en el exterior de la espuma metálica, en donde, en el caso de la alternativa (i), los componentes metálicos presentes en forma de aleación se eligen de la lista de las siguientes combinaciones: níquel y cobalto, níquel y cobre, en donde en el caso de la alternativa (ii) los componentes metálicos se eligen de la lista de las siguientes combinaciones: níquel en el interior y cobalto en el exterior, níquel en el interior y cobre en el exterior, hierro en el interior y níquel en el exterior, y
- (b) aplicar un polvo con contenido en metales MP sobre cuerpos esponjados metálicos A, de modo que se obtenga un cuerpo esponjado metálico AX, en donde el polvo con contenido en metales MP es una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de molibdeno o una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo o una aleación en forma de polvo a base de aluminio y molibdeno,
- (c) tratamiento térmico del cuerpo esponjado metálico AX con el fin de alcanzar la formación de una aleación entre las porciones metálicas de cuerpos esponjados metálicos A y el polvo con contenido en metales MP, de modo que se obtenga el cuerpo esponjado metálico B, en donde la temperatura máxima del tratamiento térmico del cuerpo esponjado metálico AX se encuentra en el intervalo de 680 a 715 °C,

y en donde el tiempo total del tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas de 680 a 715 °C oscila entre 5 y 240 segundos.

Resultados experimentales que se recopilaron en relación con la presente invención demuestran que la elección de las condiciones para el tratamiento térmico para la formación de la aleación tiene una influencia considerable sobre el resultado, en particular, la selección de los metales en la espuma metálica y el polvo metálico y las condiciones de temperatura. Los procedimientos de acuerdo con la invención permiten, en el caso de las combinaciones de metales mencionadas, limitar la formación de la aleación a las capas superiores de la espuma metálica, de modo que en regiones centrales de la espuma metálica quedan zonas no aleadas. La presencia de estas zonas no aleadas repercute, entre otros, en la estabilidad química y mecánica de la espuma metálica obtenida.

En relación con la presente invención, por cuerpo esponjado metálico A se entiende un cuerpo metálico en forma de espuma. Cuerpos metálicos en forma de espuma se dan a conocer, p. ej., en la Encyclopedia of Industrial Chemistry de Ullmann, Capítulo "Espumas Metálicas", publicado en línea el 15.07.2012 DOI: 10.1002/14356007.c16_c01.pub2. En principio, son adecuadas espumas metálicas con diferentes propiedades morfológicas en relación con el tamaño y la forma de los poros, el grosor de capa, la densidad de la superficie, la superficie geométrica, la porosidad, etc. Preferiblemente, la espuma metálica A presenta una densidad en el intervalo de 400 a 1500 g/m², un tamaño de poros de 400 a 3000 µm, preferiblemente de 400 a 800 µm y un grosor en el intervalo de 0,5 a 10 mm, preferiblemente de 1,0 a 5,0 mm. La producción puede tener lugar de manera en sí conocida. Por ejemplo, una espuma a base de un polímero orgánico puede ser revestida sucesivamente o al mismo tiempo con dos componentes metálicos, y luego el polímero puede ser eliminado mediante termólisis, obteniéndose una espuma metálica. Para el revestimiento con al menos un primer metal o un precursor del mismo, la espuma a base del polímero orgánico puede ser puesta en contacto con una solución o suspensión que contiene al primer metal. Esto puede tener lugar, p. ej., mediante pulverización o inmersión. Es también posible una deposición mediante deposición química de vapor (CVD). Así, p. ej., una espuma de poliuretano puede ser revestida sucesivamente con dos metales y luego la espuma de poliuretano se somete a termólisis. Una espuma polimérica adecuada para la producción de cuerpos moldeados en forma de una espuma tiene preferiblemente un tamaño de poros en el intervalo de 100 a 5000 µm, de manera particularmente preferida de 450 a 4000 µm y, en particular, de 450 a 3000 µm. Una espuma polimérica adecuada tiene preferiblemente un grosor de capa de 5 a 60 mm, de manera particularmente preferida de 10 a 30 mm. Una espuma polimérica adecuada tiene preferiblemente un peso específico de 300 a 1200 kg/m³. La superficie específica se encuentra preferiblemente en un intervalo de 100 a 20000 m²/m³, de manera particularmente preferida de 1000 a 6000 m²/m³. La porosidad se encuentra preferiblemente en un intervalo de 0,50 a 0,95.

Los cuerpos esponjados metálicos A utilizados en la etapa (a) en el procedimiento de acuerdo con la invención pueden presentar cualquier forma arbitraria, p. ej., cúbica, cuboide, cilíndrica, etc. Los cuerpos esponjados metálicos pueden conformarse, sin embargo, también, p. ej., para formar monolitos.

La aplicación del polvo con contenido en metales MP en la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención puede tener lugar de múltiples maneras, p. ej., poniendo en contacto el cuerpo esponjado metálico A con una composición del polvo con contenido en metales MP mediante rodadura o inmersión o aplicando una composición del polvo con contenido en metales MP mediante rociado, pulverización o colada. Para ello, la composición del polvo con contenido en metales MP puede presentarse en forma de suspensión o en forma de un polvo.

En este caso, preferiblemente a la aplicación propiamente dicha de la composición del polvo con contenido en metales MP sobre el cuerpo esponjado metálico A en la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención le precede una impregnación previa del cuerpo esponjado metálico A con un aglutinante. La impregnación puede tener lugar, por ejemplo, mediante pulverización del aglutinante o inmersión del cuerpo esponjado metálico A en el aglutinante, pero no se limita a estas posibilidades. Sobre el cuerpo esponjado metálico A preparado de esta forma puede aplicarse a continuación la composición del polvo con contenido en metales MP.

Alternativamente a ello, el aglutinante y la composición del polvo con contenido en metales MP pueden aplicarse en una etapa. Para ello, la composición del polvo con contenido en metales MP se suspende antes de la aplicación en el aglutinante líquido propiamente dicho, o la composición del polvo con contenido en metales MP y el aglutinante se suspenden en un líquido auxiliar F.

El aglutinante es una composición que se puede transformar por completo en productos gaseosos mediante tratamiento térmico en un intervalo de temperaturas de 100 a 400 °C, que comprende un compuesto orgánico que favorece una adherencia de la composición del polvo con contenido en metales MP sobre el cuerpo esponjado metálico. Preferiblemente, el compuesto orgánico se elige en este caso del siguiente grupo: polietileniminas (PEI), polivinilpirrolidona (PVP), etilenglicol, mezclas de estos compuestos. Particularmente preferidas son PEI. El peso molecular de la polietilenimina se encuentra preferiblemente en un intervalo de 10.000 a 1.300.000 g/mol. El peso molecular de la polietilenimina (PEI) se encuentra preferiblemente en un intervalo de 700.000 a 800.000 g/mol.

El líquido auxiliar F debe ser adecuado para suspender la composición del polvo con contenido en metales MP y el aglutinante y poder ser transformado completamente en productos gaseosos mediante tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas de 100 a 400 °C. Preferiblemente, el líquido auxiliar F se elige del siguiente grupo: agua,

etilenglicol, PVP y mezclas de estos compuestos. Típicamente, cuando se utilice líquido auxiliar, el aglutinante se suspende en agua con una concentración en el intervalo de 1 a 10% en peso, a continuación se suspende en esta suspensión la composición del polvo con contenido en metales MP.

El polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención puede contener, junto a componentes metálicos en forma de polvo, también aditivos que cooperan en el aumento de la capacidad de fluencia o la resistencia al agua. Aditivos de este tipo deben poder transformarse por completo en productos gaseosos mediante tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas de 100 a 400 °C. El polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención comprende uno o varios componentes metálicos en forma de polvo elegidos del siguiente grupo: mezclas a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de molibdeno, aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo, aleación en forma de polvo a base de aluminio y molibdeno. Preferiblemente, el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención comprende, como único componente metálico, (i) una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo o (ii) una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo. De manera particularmente preferida, el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) del procedimiento de acuerdo con la invención comprende como único componente metálico una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo.

La composición del polvo con contenido en metales MP presenta preferiblemente un contenido en componentes metálicos en el intervalo de 80 a 99,8% en peso. En este caso, se prefieren composiciones en las que las partículas de los componentes metálicos presenten un tamaño de partícula no menor que 5 µm y no mayor que 200 µm. Se prefieren particularmente composiciones en las que el 95 % de las partículas de los componentes metálicos presenten un tamaño de partícula no menor que 5 µm y no mayor que 75 µm. Puede ser que la composición contenga, junto al componente metálico en forma elemental, además, componentes metálicos en forma oxidada. Esta porción oxidada se encuentra habitualmente en forma de compuestos oxidicos, tales como, p. ej., óxidos, hidróxidos y/o carbonatos. Típicamente, la proporción en masa de la porción oxidada se encuentra en el intervalo de 0,05 a 10% en peso de la masa total de la composición del polvo metálico.

En la etapa (c) del procedimiento de acuerdo con la invención tiene lugar un tratamiento térmico con el fin de alcanzar la configuración de una o varias aleaciones.

Resultados experimentales que se recopilaron en relación con la presente invención demuestran que la elección de los metales en cuerpos esponjados metálicos A y polvo con contenido en metales MP tiene una influencia considerable sobre el transcurso de la formación de la aleación. Además, los resultados demuestran que es necesario un control de la temperatura relativamente estricto, con el fin de limitar la formación de la aleación a las zonas superiores de la espuma metálica y dejar zonas no aleadas en el interior de la espuma metálica.

En la etapa (c) del procedimiento de acuerdo con la invención, el cuerpo esponjado metálico AX es tratado térmicamente con el fin de alcanzar la formación de una aleación entre las porciones metálicas del cuerpo esponjado metálico A y el polvo con contenido en metales MP, de modo que se obtiene el cuerpo esponjado metálico B, en donde la temperatura máxima del tratamiento térmico del cuerpo esponjado metálico AX se encuentra en el intervalo de 680 a 715 °C, y en donde el tiempo total del tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas de 680 a 715 °C se encuentra entre 5 y 240 segundos.

El tratamiento térmico comprende el calentamiento, habitualmente escalonado, del cuerpo esponjado metálico AX y el subsiguiente enfriamiento a la temperatura ambiente. El tratamiento térmico tiene lugar bajo gas inerte o bajo condiciones reductoras. Por condiciones reductoras se ha de entender la presencia de una mezcla gaseosa que contiene hidrógeno y al menos un gas inerte bajo las condiciones de reacción, p. ej., una mezcla gaseosa que contiene 50% en vol. de N₂ y 50% en vol. de H₂. Como gas inerte se emplea preferiblemente nitrógeno. El calentamiento puede tener lugar, p. ej., en un horno de cinta. Tasas de calentamiento adecuadas se encuentran en el intervalo de 10 a 200 K/min, preferiblemente de 20 a 180 K/min. Durante el tratamiento térmico, típicamente la temperatura se eleva primeramente desde la temperatura ambiente hasta aproximadamente 300 a 400 °C, y a esta temperatura se elimina del revestimiento, durante un espacio de tiempo de aproximadamente 2 a 30 minutos, humedad y componentes orgánicos, a continuación la temperatura se eleva al intervalo de 680 a 715 °C y tiene lugar la formación de una aleación entre las porciones metálicas del cuerpo esponjado metálico AX y la composición del polvo con contenido en metales MP, a continuación, mediante el contacto con el entorno de gas protector de una temperatura de aprox. 200 °C se enfría bruscamente el cuerpo esponjado metálico.

Con el fin de limitar, en el caso de los metales que participan de acuerdo con la invención, la formación de la aleación a las zonas superiores de la espuma metálica y dejar zonas no aleadas en el interior de la espuma metálica, es necesario que la temperatura máxima del tratamiento térmico del cuerpo esponjado metálico AX en la etapa (c) se encuentre en el intervalo de 680 a 715 °C y que, además, el tiempo total del tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas de 680 a 715 °C se encuentre entre 5 y 240 segundos. El tiempo del tratamiento térmico puede compensar hasta un determinado grado, ciertamente el tiempo del tratamiento térmico puede compensar el nivel de la temperatura de tratamiento máxima y viceversa, pero se comprueba que la frecuencia de los experimentos en los que se alcanza una formación de la aleación en la zona superior de la espuma metálica, permaneciendo al mismo

tiempo zonas no aleadas en el interior de la espuma metálica, se reduce fuertemente cuando en el caso de la temperatura máxima del tratamiento térmico el intervalo de temperaturas se deje entre 680 y 715 °C y/o el tiempo del tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas entre 680 y 715 °C se encuentre por fuera del intervalo de 5 a 240 segundos. Una temperatura máxima demasiado elevada y/o una permanencia demasiado prolongada del cuerpo esponjado metálico en la zona de la temperatura máxima conducen a que la formación de la aleación avance a las capas más profundas de la espuma metálica y no queden zonas no aleadas. Una temperatura máxima demasiado baja y/o una permanencia demasiado breve del cuerpo esponjado metálico en el intervalo de la temperatura máxima conducen a que la formación de la aleación no comience en absoluto. Una elección de otros metales que los que participan de acuerdo con la invención para el cuerpo esponjado metálico A y el polvo con contenido en metales MP puede conducir asimismo a que, a pesar de un tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas entre 680 y 715 °C durante un tiempo de 5 a 240 segundos no se obtenga en absoluto formación de aleación alguna o que en el interior de la espuma no queden zonas no aleadas.

En una forma de realización preferida, la relación en masa de los dos componentes metálicos en el cuerpo esponjado metálico A se encuentra en el intervalo de 1:1 a 20:1, además la relación de la masa del aluminio a la masa de todos los otros componentes metálicos en el polvo con contenido en metales MP se encuentra en el intervalo de 4:1 a 50:1 y, además, la relación V de las masas de cuerpos esponjados metálicos B a cuerpos esponjados metálicos A, $V = m(\text{cuerpo esponjado B}) / m(\text{cuerpo esponjado A})$ se encuentra en el intervalo de 1,1:1 a 1,5:1.

En otra forma de realización preferida, la relación en masa de los dos componentes metálicos en el cuerpo esponjado metálico A se encuentra en el intervalo de 1:1 a 10:1, además la relación de la masa del aluminio a la masa de todos los otros componentes metálicos en el polvo con contenido en metales MP se encuentra en el intervalo de 10:1 a 20:1 y, además, la relación V de las masas de cuerpos esponjados metálicos B a cuerpos esponjados metálicos A, $V = m(\text{cuerpo esponjado B}) / m(\text{cuerpo esponjado A})$ se encuentra en el intervalo de 1,2:1 a 1,4:1.

En un aspecto adicional, la presente invención comprende, además, procedimientos con la siguiente etapa (d): tratamiento del cuerpo esponjado metálico B con una solución de carácter básico. El tratamiento del cuerpo esponjado metálico B con una solución de carácter básico puede servir para disolver, al menos en parte, componentes metálicos de la composición aplicada del polvo con contenido en metales MP, así como aleaciones entre porciones metálicas de cuerpos esponjados metálicos y la composición del polvo con contenido en metales MP y, de este modo, eliminarlos del cuerpo esponjado metálico. Típicamente, a partir de los cuerpos esponjados metálicos, mediante el tratamiento con solución de carácter básico, se elimina 30 a 70% en peso de la masa total de los componentes metálicos de la composición del polvo con contenido en metales MP, así como de las aleaciones entre porciones metálicas de cuerpo esponjado metálico y composición del polvo con contenido en metales MP. Como soluciones de carácter básico se utilizan típicamente soluciones de carácter básico acuosas de NaOH, KOH, LiOH o mezclas de las mismas. La temperatura en el caso del tratamiento de carácter básico se mantiene habitualmente en el intervalo de 25 a 120 °C. El tiempo del tratamiento con solución de carácter básico se encuentra típicamente en el intervalo de 5 minutos a 8 horas. En el caso de una elección adecuada de los componentes metálicos, cuerpos esponjados metálicos que se obtienen como resultado del tratamiento con la solución de carácter básico pueden emplearse como catalizadores tal como se da a conocer, p. ej., en el documento WO2019057533A1.

En una forma de realización preferida, el tratamiento del cuerpo esponjado metálico B se realiza con una solución de carácter básico durante un tiempo en el intervalo de 5 minutos a 8 horas, a una temperatura en el intervalo de 20 a 120 °C, siendo la solución de carácter básico una solución acuosa de NaOH con una concentración de NaOH entre 2 y 30 % en peso.

En un aspecto adicional, la presente invención comprende, además, cuerpos esponjados metálicos revestidos de acuerdo con la reivindicación 10 u 11.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ello, en los que en cuerpos esponjados metálicos A están presentes los dos componentes metálicos en forma de disposición de dos capas superpuestas de metales individuales, y en donde el níquel forma la capa interna y el cobalto forma la capa externa, y en el que en la etapa (d) el cuerpo esponjado metálico B se trata con una solución de carácter básico.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles mediante ellos, en los que en el cuerpo esponjado metálico A están presentes níquel y cobalto como aleación, y en los que en la etapa (d) el cuerpo esponjado metálico B se trata con una solución de carácter básico.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos, en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico

- (i) una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o
- (ii) una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo,

y en los que en la etapa (d) el cuerpo esponjado metálico B se trata con una solución de carácter básico.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

5 en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo, y en los que en la etapa (d) el cuerpo esponjado metálico B se trata con una solución de carácter básico.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

10 en los que en cuerpos esponjados metálicos A, los dos componentes metálicos se presentan en forma de disposición de dos capas superpuestas de metales individuales, y en donde el níquel forma la capa interna y el cobalto forma la capa externa, y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico

- (i) una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o
- 15 (ii) una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

20 en los que en cuerpos esponjados metálicos A, los dos componentes metálicos se presentan en forma de disposición de dos capas superpuestas de metales individuales, y en donde el níquel forma la capa interna y el cobalto forma la capa externa, y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico

- (i) una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o
- 25 (ii) una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo,

y en los que en la etapa (d), el cuerpo esponjado metálico B es tratado con una solución de carácter básico.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

30 en los que en cuerpos esponjados metálicos A, los dos componentes metálicos se presentan en forma de disposición de dos capas superpuestas de metales individuales, y en donde el níquel forma la capa interna y el cobalto forma la capa externa, y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

35 en los que en cuerpos esponjados metálicos A, los dos componentes metálicos se presentan en forma de disposición de dos capas superpuestas de metales individuales, y en donde el níquel forma la capa interna y el cobalto forma la capa externa,

40 y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo, y en los que en la etapa (d), el cuerpo esponjado metálico B es tratado con una solución de carácter básico.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

45 en los que en cuerpos esponjados metálicos A, níquel y cobalto se presentan en forma de aleación, y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico

- (i) una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o
- (ii) una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

50 en los que en cuerpos esponjados metálicos A, níquel y cobalto se presentan en forma de aleación, y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico

- (i) una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o
- 55 (ii) una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo,

y en los que en la etapa (d), el cuerpo esponjado metálico B es tratado con una solución de carácter básico.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

en los que en cuerpos esponjados metálicos A, níquel y cobalto se presentan en forma de aleación,

y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo.

En una forma de realización preferida adicional, la presente invención se refiere, además, a procedimientos, así como a los cuerpos esponjados metálicos obtenibles con ellos,

- 5 en los que en cuerpos esponjados metálicos A, níquel y cobalto se presentan en forma de aleación, y en los que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende como único componente metálico una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo, y en los que en la etapa (d), el cuerpo esponjado metálico B es tratado con una solución de carácter básico.

Ejemplos

10 1. Provisión de cuerpos esponjados metálicos

Se proporcionaron tres cuerpos esponjados metálicos (a, b, c) a base de una aleación de cobalto y níquel (Co/Ni = 9:1), (fabricante: AATM, dimensiones 220 mm x 180 mm x 1,6 mm, peso por unidad de superficie: 1000 g/m², diámetro medio de los poros: 580 µm) que habían sido producidos mediante deposición galvánica simultánea de níquel y cobalto sobre una espuma de poliuretano y subsiguiente termólisis de las porciones de material sintético.

15 2. Aplicación de polvos con contenido en metales

A continuación, sobre todos los cuerpos esponjados metálicos se pulverizó primeramente una solución de aglutinante (polietileniminas (al 2,5 % en peso) en agua) y luego una aleación de aluminio y cromo en forma de polvo (fabricante: AMG, tamaño medio de los granos: < 63 µm, Al/Cr = 70/30, con 3% en peso de aditivo de etileno bis(estearamida)) como polvo seco (aprox. 400 g/m²).

20 3. Tratamiento térmico

Después, todos los cuerpos esponjados metálicos se sometieron a un tratamiento térmico en un horno bajo una atmósfera de nitrógeno. En este caso, primeramente en aprox. 15 min se calentó desde la temperatura ambiente a la temperatura máxima, ésta se mantuvo luego durante un espacio de tiempo definido y, a continuación, mediante contacto con una atmósfera de nitrógeno de 200 °C se enfrió bruscamente.

- 25 Temperatura máxima para el cuerpo esponjado metálico a:
700 °C durante 2 minutos

Transcurso de la temperatura para el cuerpo esponjado metálico b:
600 °C durante 2 minutos

- 30 Transcurso de la temperatura para el cuerpo esponjado metálico c:
750°C durante 2 minutos.

4. Determinación de la magnitud de la aleación

- 35 Al final, se determinó la magnitud de la formación de la aleación en los cuerpos esponjados metálicos. Para ello, se examinaron tallados transversales de los cuerpos esponjados metálicos bajo un microscopio y el microscopio electrónico de barrido.

En este caso, se proporcionó el siguiente resultado:

- 40 Mientras que en el caso de cuerpos esponjados a ha tenido lugar una formación superficial de la aleación, pero han permanecido zonas no aleadas en el interior de la espuma metálica, en el caso del cuerpo esponjado metálico b no ha tenido lugar formación de aleación alguna y en el caso del cuerpo esponjado metálico c la formación de la aleación ha progresado tanto que en el interior de la espuma metálica no han quedado zonas no aleadas.

Este resultado demuestra claramente que una desviación de las condiciones de acuerdo con la invención del tratamiento térmico conduce a que se pueda alcanzar difícilmente una formación superficial de la aleación, permaneciendo zonas no aleadas en el interior de la espuma metálica.

45

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción de un cuerpo esponjado metálico, que comprende las siguientes etapas:
 - (a) proporcionar un cuerpo esponjado metálico A que se compone de dos componentes metálicos, en donde estos componentes metálicos (i) pueden presentarse en forma de aleación o (ii) como disposición de dos capas superpuestas de los dos componentes metálicos individuales, en donde en este caso uno de los componentes metálicos lo forma la capa situada en el interior de la espuma metálica y el otro componente metálico forma la capa situada en el exterior de la espuma metálica, en donde, en el caso de la alternativa (i), los componentes metálicos presentes en forma de aleación se eligen de la lista de las siguientes combinaciones: níquel y cobalto, níquel y cobre, en donde en el caso de la alternativa (ii) los componentes metálicos se eligen de la lista de las siguientes combinaciones: níquel en el interior y cobalto en el exterior, níquel en el interior y cobre en el exterior, hierro en el interior y níquel en el exterior, y
 - (b) aplicar un polvo con contenido en metales MP sobre cuerpos esponjados metálicos A, de modo que se obtenga un cuerpo esponjado metálico AX, en donde el polvo con contenido en metales MP es una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de molibdeno o una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo o una aleación en forma de polvo a base de aluminio y molibdeno,
 - (c) tratamiento térmico del cuerpo esponjado metálico AX con el fin de alcanzar la formación de una aleación entre las porciones metálicas de cuerpos esponjados metálicos A y el polvo con contenido en metales MP, de modo que se obtenga el cuerpo esponjado metálico B, en donde la temperatura máxima del tratamiento térmico del cuerpo esponjado metálico AX se encuentra en el intervalo de 680 a 715 °C, y en donde el tiempo total del tratamiento térmico en el intervalo de temperaturas de 680 a 715 °C oscila entre 5 y 240 segundos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que en cuerpos esponjados metálicos A los dos componentes metálicos se presentan en forma de disposición de dos capas superpuestas de metales individuales, y en donde el níquel forma la capa interna y el cobalto forma la capa externa.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que en el cuerpo esponjado metálico A se presentan níquel y cobalto como aleación.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende
 - (iii) una mezcla a base de polvo de aluminio y polvo de cromo, o
 - (iv) una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el polvo con contenido en metales MP utilizado en la etapa (b) comprende una aleación en forma de polvo a base de aluminio y cromo.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el cuerpo esponjado metálico A utilizado en la etapa (a) se obtuvo mediante dos etapas de deposición galvánica consecutivas, en las que en cada caso un componente metálico individual se deposita sobre un sustrato o mediante una etapa de deposición galvánica individual en la que en cada caso un componente metálico individual se deposita sobre un sustrato, en el que dos componentes metálicos se depositan simultáneamente sobre un sustrato, en el que después de la conclusión de todas las etapas de deposición galvánica el sustrato se elimina mediante termólisis.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la relación en masa de los dos componentes metálicos en el cuerpo esponjado metálico A se encuentra en el intervalo de 1:1 a 20:1, en el que, además, la relación de la masa del aluminio a la masa del cromo o bien del molibdeno en el polvo con contenido en metales MP se encuentra en el intervalo de 4:1 a 50:1 y en el que la relación V de las masas de cuerpos esponjados metálicos B a cuerpos esponjados metálicos A, $V = m(\text{cuerpo esponjado B}) / m(\text{cuerpo esponjado A})$ se encuentra en el intervalo de 1,1:1 a 1,5:1.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende, además, la siguiente etapa:
 - (d) tratamiento del cuerpo esponjado metálico B con una solución de carácter básico.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el tratamiento del cuerpo esponjado metálico B se realiza con una solución de carácter básico durante un tiempo en el intervalo de 5 minutos a 8 horas, a una temperatura en el intervalo de 20 a 120 °C, y en el que la solución de carácter básico es una solución acuosa de NaOH con una concentración de NaOH entre 2 y 30 % en peso.
10. Cuerpos esponjados metálicos, obtenibles según un procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7.
11. Cuerpos esponjados metálicos, obtenibles según un procedimiento conforme a una de las reivindicaciones 8 a 9.