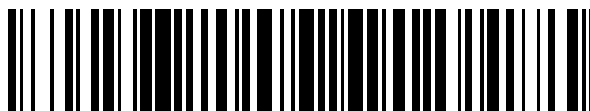


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 911**

51 Int. Cl.:

C25D 15/02	(2006.01) C25D 15/00	(2006.01)
F01D 5/28	(2006.01) C25D 21/02	(2006.01)
F16J 15/08	(2006.01) C25D 21/10	(2006.01)
C25D 3/12	(2006.01)	
C25D 3/20	(2006.01)	
C25D 3/30	(2006.01)	
C25D 3/38	(2006.01)	
C25D 3/54	(2006.01)	
C25D 3/22	(2006.01)	
C25D 3/56	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2009** **E 09250433 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2016** **EP 2096194**

54 Título: **Revestimiento de protección para los sellos metálicos**

30 Prioridad:

19.02.2008 US 29611 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2016

73 Titular/es:

PARKER-HANNIFIN CORPORATION (100.0%)
6035 PARKLAND BOULEVARD
CLEVELAND, OHIO 44124, US

72 Inventor/es:

PAYNE, JEREMY M.;
DATTA, AMITAVA;
MORRE, DOMINICK G.;
BEACH, JAMES E. y
CORNETT, KENNETH W.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 588 911 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

Revestimiento de protección para los sellos metálicos

5 Solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica prioridad a la Solicitud de patente provisional de EE.UU. n.º 61/029.611 presentada el 19 de febrero de 2008.

10 Campo

La invención proporciona una composición para el electrochapado de un revestimiento sobre la superficie de un sustrato. La invención proporciona además una composición para el electrochapado de un revestimiento que tiene resistencia a la oxidación y buenas características tribológicas incluso en entornos operativos a alta temperatura.

15 Antecedentes

Los componentes de diversas aplicaciones tales como en turbinas de gas, motores a reacción, motores diésel, automóviles, coches de carreras, y similares pueden estar expuestos a condiciones operativas a alta temperatura. Por ejemplo, diversas partes de los motores pueden estar expuestas a temperaturas de 538 °C (1000 °F) o superior. Como tal, las piezas (normalmente piezas metálicas) pueden estar provistas de una capa de revestimiento para proporcionar un nivel deseado de protección cuando se exponen a estas altas temperaturas. Los revestimientos se pueden aplicar por diversos métodos, incluyendo técnicas de proyección térmica y técnicas de electrochapado.

25 El documento EP 0484115 desvela un método para aplicar una capa fina de partículas abrasivas no revestidas en la punta de un álabe de turbina. El documento US2004/208749 desvela un método que comprende una etapa de realización de deposición sin fijación de níquel sobre un material de base. El documento de Estados Unidos 5935407 desvela un proceso para producir un revestimiento abrasivo sobre la superficie de un sustrato aplicando un revestimiento de unión mediante pulverización de plasma de baja presión y el anclaje a las partículas abrasivas de la capa de unión. El documento de Estados Unidos 5385760 desvela un proceso para la producción de piezas o sustratos estructurales con revestimientos compuestos por deposición electrolítica de una matriz metálica. El documento de Estados Unidos 5078837 desvela componentes de un motor de acero o de superaleación que comprende un revestimiento para prevenir el desgaste cuando se somete a fricción alternante a temperatura media, es decir, en las proximidades de 700 °C, y también a un proceso para la obtención de dichos revestimientos.

35 Sumario

Los aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones adjuntas.

40 La presente divulgación proporciona composiciones para el electrochapado de un revestimiento sobre un sustrato que contiene una matriz metálica que tiene partículas de MCrAlY dispersas en ella. Las composiciones con partículas de MCrAlY proporcionan una forma de introducir elementos tales como Al e Y en un revestimiento, que pueden proporcionar un revestimiento con una mejor resistencia a la corrosión y/u oxidación.

45 En una enseñanza, la divulgación proporciona un baño de electrochapado que comprende una fase acuosa que comprende iones metálicos; y partículas de MCrAlY suspendidas en la fase acuosa, las partículas de MCrAlY que son una aleación que comprende (i) cromo, (ii) aluminio, (iii) itrio, y (iv) un metal (M) seleccionado entre níquel, cobalto, hierro, o una combinación de dos o más de los mismos.

50 El baño de electrochapado puede contener iones metálicos seleccionados entre níquel, cobalto, estaño, zinc, cobre, hierro, wolframio, o una mezcla de dos o más de los mismos.

El baño de electrochapado puede contener iones metálicos seleccionados entre níquel, cobalto, estaño, zinc, cobre, hierro, wolframio, o una mezcla de dos o más de los mismos.

55 El baño de electrochapado puede comprender de aproximadamente 30 a aproximadamente 70 g/l de partículas de MCrAlY.

60 El baño además puede comprender otras partículas, tales como partículas de carburo de cromo suspendidas en el baño.

El pH del baño puede ser ácido. En una enseñanza, el baño puede tener un pH de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 5.

65 La presente divulgación también proporciona un método para depositar un revestimiento sobre un sustrato y un sustrato revestido de esta manera. El revestimiento se puede aplicar a un sustrato por inmersión del sustrato en el

baño que comprende las partículas de MCrAlY y el electrochapado de un revestimiento metálico sobre el sustrato. El revestimiento metálico comprende (i) una fase de matriz que comprende un metal o aleación metálica, y (ii) partículas de MCrAlY dispersas en la fase de matriz.

En otra enseñanza, la presente divulgación proporciona una composición para el electrochapado de un revestimiento sobre un sustrato que proporciona prestaciones a alta temperatura. La presente divulgación proporciona, en una enseñanza, un baño de electrochapado acuoso para el electrochapado de un depósito de aleación de níquel/cobalto sobre un sustrato que comprende: iones de níquel; iones de cobalto; partículas de MCrAlY suspendidas en el baño, en la que M se selecciona entre cobalto, hierro, níquel, o una combinación de dos o más de los mismos; y partículas de carburo de cromo (Cr_3C_2) suspendidas en el baño.

El baño de níquel/cobalto para la formación de revestimientos de altas prestaciones a alta temperatura puede comprender de aproximadamente 30 a aproximadamente 70 g/l de partículas de MCrAlY y de aproximadamente 5 a aproximadamente 140 g/l de partículas de carburo de cromo. El baño puede contener de aproximadamente 5 a aproximadamente 35 g/l de cobalto (como metal) y de aproximadamente 45 a aproximadamente 90 g/l de níquel (como metal); el baño puede contener de aproximadamente 7 a aproximadamente 25 g/l de cobalto como metal y de aproximadamente 55 a aproximadamente 80 g/l de níquel (como metal); el baño puede contener de aproximadamente 10 a aproximadamente 15 g/l de cobalto (como metal) y de aproximadamente 60 a aproximadamente 70 g/l de níquel como metal.

El pH del baño de níquel/cobalto puede ser de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 5.

En una enseñanza, el baño de níquel/cobalto puede comprender de aproximadamente 350 a aproximadamente 400 g/l de sulfamato de níquel ($\text{Ni}(\text{SO}_3\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), de aproximadamente 60 a aproximadamente 100 g/l de sulfamato de cobalto ($\text{Ni}(\text{SO}_3\text{NH}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), de aproximadamente 50 a aproximadamente 115 g/l de partículas de Cr_3C_2 , de aproximadamente 40 a aproximadamente 60 g/l de partículas de MCrAlY, de aproximadamente 30 a aproximadamente 40 g/l de ácido bórico, y tiene un pH de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 3.

La presente divulgación proporciona un artículo que comprende una capa de revestimiento formada a partir del baño de electrochapado de níquel/cobalto. El revestimiento se puede formar mediante técnicas de electrochapado. La capa de revestimiento comprende una fase de matriz que comprende níquel y cobalto y que tiene partículas de MCrAlY y de carburo de cromo dispersas en la fase de matriz. La fase de matriz puede comprender (en base al porcentaje en peso o en base al porcentaje molar), en una enseñanza, de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % de níquel y de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % de cobalto. En otra enseñanza, la fase de matriz puede comprender de aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 60 % de níquel y de aproximadamente el 40 % a aproximadamente el 70 % de cobalto. En aún otra enseñanza, la fase de matriz puede comprender aproximadamente el 50 % de níquel y aproximadamente el 50 % de cobalto. El revestimiento puede comprender de aproximadamente el 60 a aproximadamente el 80 % en volumen de la fase de matriz, de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 20 por ciento en volumen de partículas de MCrAlY, y de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 20 por ciento en volumen de partículas de carburo de cromo. Se comprueba que los revestimientos de níquel/cobalto con partículas de MCrAlY y de carburo de cromo co-depositadas y dispersas en la matriz de níquel/cobalto presentan una buena resistencia a la oxidación y características tribológicas a temperaturas de al menos aproximadamente 538 °C (1000 °F), e incluso de hasta 816 °C (1500 °F). Estos revestimientos también pueden proporcionar una buena protección a temperaturas de hasta 871 °C (1600 °F) en entornos que tienen concentraciones más bajas de oxígeno.

En una enseñanza, tras la exposición a temperaturas de aproximadamente 538 °C (1000 °F) a aproximadamente 871 °C (1600 °F), el revestimiento de níquel/cobalto que tiene las partículas de MCrAlY y partículas de carburo de cromo dispersas en ella forma una capa lubricada exterior que recubre una capa resistente a la oxidación, la capa lubricada que comprende óxido de cobalto y óxido de cromo, y la capa resistente a la oxidación que comprende óxido de aluminio.

Estas y otras características de la invención se describen a fondo y se indican en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle ciertas enseñanzas ilustrativas, que son indicativas de solo algunas de las diversas formas en las que se pueden emplear los principios de estas enseñanzas.

Dibujos

Fig. 1 es una sección transversal esquemática de un sustrato que tiene una capa de revestimiento de acuerdo con una enseñanza de la presente divulgación.

Descripción

La presente divulgación proporciona composiciones, métodos de deposición de una capa de revestimiento sobre un sustrato a partir de dichas composiciones y artículos que incorporan dichos revestimientos. La divulgación

proporciona una composición para la preparación de un revestimiento electrochapado que comprende una matriz metálica que tiene partículas dispersas en la matriz metálica.

Todos los intervalos y las relaciones descritos en este documento pueden describir y de hecho también describen todos los subintervalos y subrelaciones del mismo para todos los efectos y todos esos subintervalos y subrelaciones también forman parte de esta divulgación. Cualquier intervalo o relación enumerado se puede reconocer como suficientemente descriptivo y que permita que el mismo intervalo o relación se descomponga en al menos mitades, tercios, cuartos, quintos, décimos iguales, etc. Como ejemplo no limitante, cada intervalo o relación descrita en este documento se puede descomponer fácilmente en un tercio inferior, un tercio medio y tercio superior, etc.

La composición de electrochapado, que también se puede denominar como baño de revestimiento, comprende (i) uno o más metales (en solución), y (ii) partículas de MCrAlY suspendidas en el baño. El baño se puede proporcionar como solución acuosa. En este sentido, el baño contiene agua.

El tipo de metal no está particularmente limitado y se puede seleccionar entre cualquier metal adecuado que se pueda depositar mediante electrochapado. El baño puede contener una pluralidad de metales para formar un revestimiento de matriz de aleación metálica. El metal(es) se puede proporcionar en cualquier forma adecuada tal como, por ejemplo, en estado iónico. El metal se obtiene mediante la adición de una fuente de metal adecuada, tal como, por ejemplo, a partir de una sal metálica que es soluble en la solución acuosa. En una enseñanza el baño puede contener un metal seleccionado entre níquel, cobalto, estaño, zinc, cobre, hierro, wolframio, o una mezcla de dos o más de los mismos. El níquel se puede proporcionar, por ejemplo, mediante sulfato de níquel, cloruro de níquel, sulfamato de níquel, mezclas de dos o más de los mismos, y similares. El cobalto se puede proporcionar en el baño, por ejemplo, mediante sulfato de cobalto, cloruro de cobalto, sulfamato de cobalto, mezclas de dos o más de los mismos, y similares.

Las partículas de MCrAlY son partículas de aleación que comprenden (i) cromo (Cr), (ii) aluminio (Al), (iii) itrio (Y), y (iv) un metal (M) seleccionado entre níquel (Ni), cobalto (Co), hierro (Fe) o una combinación de dos o más de los mismos. Las partículas de MCrAlY opcionalmente pueden incluir otros metales tales como silicio (Si), titanio (Ti), hafnio (Hf), tántalo (Ta), niobio (Nb), manganeso (Mn), platino (Pt), y elementos de las tierras raras. Las partículas también pueden contener componentes no metálicos, tales como, por ejemplo, fósforo (P), azufre (S), nitrógeno (N), selenio (Se), y similares. Los solicitantes han encontrado que al proporcionar partículas de MCrAlY, se puede dotar a un revestimiento de una mejor resistencia a la oxidación y la corrosión. Sin estar limitado por ninguna teoría particular, la incorporación de partículas de MCrAlY proporciona una manera de introducir Al e Y en el revestimiento, que de otro modo podría ser difícil si se tratase de depositar dichos elementos en solución. Se cree que el Al, Y, y cromo proporcionan al revestimiento resistencia a la corrosión y a la oxidación.

Las cantidades de los diversos componentes de las partículas de MCrAlY no están particularmente limitadas. En una enseñanza, las partículas pueden contener, por ejemplo, de aproximadamente el 0,2 a aproximadamente el 5 % de itrio, de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 20 % de aluminio, de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 60 % de cromo, de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 80 % de hierro, de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 80 % de níquel, y de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 80 % de cobalto. Las partículas de MCrAlY adecuadas incluyen las disponibles en Praxair que incluyen un polvo de MCrAlY comercializado bajo la designación CO-210-38, y partículas de MCrAlY disponibles en Sulzer Metco, incluyendo, por ejemplo, Sulzer Metco 4451 y/o Amdry® 9951.

En una enseñanza, la presente divulgación proporciona una composición de baño de revestimiento por electrochapado de un revestimiento de una aleación de níquel/cobalto que es adecuada para su uso en condiciones operativas a alta temperatura. Dichas composiciones también se pueden denominar en la presente memoria como composiciones (o baños) de níquel/cobalto a alta temperatura, y los revestimientos o depósitos formados a partir de dichas composiciones como baños se pueden denominar revestimientos (o depósitos) de níquel/cobalto a alta temperatura. El baño de electrochapado de níquel/cobalto se puede proporcionar como solución acuosa que comprende níquel y cobalto en la solución, partículas de MCrAlY suspendidas en la solución, y partículas de carburo de cromo (Cr_3C_2) suspendidas en la solución.

La composición del baño de revestimiento de níquel/cobalto para la formación de depósitos de prestaciones a alta temperatura puede comprender níquel y cobalto metálico en cualquier forma adecuada. Normalmente, el níquel y el cobalto se disuelven en el baño acuoso, y se pueden proporcionar en el baño en sus formas iónicas como derivado de una sal metálica. El baño de níquel/cobalto a alta temperatura puede contener de aproximadamente 5 g/l a aproximadamente 35 g/l de cobalto (como metal), en otra enseñanza, de aproximadamente 7 g/l a aproximadamente 25 g/l de cobalto (como metal), y en otra enseñanza de aproximadamente 10 a aproximadamente 15 g/l de cobalto (como metal). El baño puede contener de aproximadamente 45 a aproximadamente 90 g/l de níquel (como metal), de aproximadamente 55 a aproximadamente 80 g/l de níquel (como metal) y, en otra enseñanza, de aproximadamente 60 a aproximadamente 70 g/l de níquel (como metal). Como se ha descrito anteriormente, el níquel y/o cobalto se pueden proporcionar en el baño como una sal metálica, por ejemplo, sulfato de cobalto ($\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), cloruro de cobalto ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), sulfamato de cobalto, sulfato de níquel ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), cloruro de níquel ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), sulfamato de níquel ($\text{Ni}(\text{SO}_3\text{NH}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$), y similares.

La cantidad de sal proporcionada puede variar dependiendo de la concentración deseada del metal correspondiente. En una enseñanza, el baño de níquel/cobalto puede incluir de aproximadamente 25 a aproximadamente 65 g/l de sulfato de cobalto, en otra enseñanza de aproximadamente 35 a aproximadamente 55 g/l de sulfato de cobalto, y en otra enseñanza, de aproximadamente 40 a aproximadamente 50 g/l de sulfato de cobalto. En una enseñanza, el baño de níquel/cobalto puede incluir de aproximadamente 270 a aproximadamente 330 g/l de sulfato de níquel, en otra enseñanza de aproximadamente 285 a aproximadamente 315 g/l de sulfato de níquel, y en otra enseñanza, de aproximadamente 295 a aproximadamente 305 g/l de sulfato de níquel. En una enseñanza, el baño de níquel/cobalto puede ser un baño a base de sulfamato, en el que el níquel se proporciona mediante sulfamato de níquel, y el cobalto se proporciona mediante sulfamato de cobalto. El baño puede contener, por ejemplo, de aproximadamente 350 a aproximadamente 400 g/l de sulfamato de níquel y de aproximadamente 60 a aproximadamente 100 g/l de sulfamato de cobalto.

El baño, incluyendo el baño de níquel/cobalto puede incluir, por ejemplo, de aproximadamente 30 a aproximadamente 70 g/l de partículas de MCrAlY. En otra enseñanza, el baño puede incluir de aproximadamente 40 a aproximadamente 60 g/l de partículas de MCrAlY, y en otra enseñanza el baño puede incluir de aproximadamente 45 a aproximadamente 55 g/l de partículas de MCrAlY. En una enseñanza, las partículas de MCrAlY pueden tener un tamaño medio de partícula de aproximadamente 4 μm o inferior; en otra enseñanza, el tamaño medio de las partículas puede ser de aproximadamente 3 μm o inferior, y en otra enseñanza las partículas de MCrAlY pueden tener un tamaño medio de partícula de aproximadamente 2 μm o inferior. En una enseñanza, las partículas de MCrAlY pueden tener un tamaño de partícula de aproximadamente 5 μm o inferior.

Las partículas de carburo de cromo (Cr_3C_2) pueden estar presentes en el baño, incluyendo el baño de níquel/cobalto, en una cantidad de aproximadamente 50 g/l a aproximadamente 140 g/l; en otra enseñanza de aproximadamente 100 g/l a aproximadamente 125 g/l, y en otra enseñanza, de aproximadamente 105 a aproximadamente 120 g/l. En una enseñanza, las partículas de carburo de cromo pueden tener un tamaño de partícula de aproximadamente 1,6 μm o inferior.

Las concentraciones de los componentes metálicos, partículas de MCrAlY, partículas de carburo de cromo, etc., en un baño de revestimiento de acuerdo con la presente divulgación se pueden proporcionar para dar un revestimiento que tenga un contenido deseado de metal (o una relación deseada de metal para un revestimiento de aleación) y un contenido de partículas deseado. Por ejemplo, en una enseñanza, se puede proporcionar un revestimiento de níquel/cobalto a alta temperatura que comprende de aproximadamente el 60 a aproximadamente el 80 por ciento en volumen de una matriz metálica de níquel/cobalto, de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 20 por ciento en volumen de partículas de carburo de cromo, y de aproximadamente el 10 a aproximadamente el 20 por ciento en volumen de partículas de MCrAlY, las partículas de carburo de cromo y de MCrAlY dispersas en la matriz metálica. En una enseñanza, la matriz metálica puede comprender de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % de níquel y de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 80 % de cobalto. En otra enseñanza, la fase de matriz puede comprender de aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 60 % de níquel y de aproximadamente el 40 % a aproximadamente el 70 % de cobalto. En otra enseñanza, la matriz metálica de un revestimiento de níquel/cobalto a alta temperatura puede tener de aproximadamente el 40 % a aproximadamente el 55 % de níquel y de aproximadamente el 45 % a aproximadamente el 60 % de cobalto. En aún otra enseñanza, la fase de matriz puede comprender aproximadamente el 50 % de níquel y aproximadamente el 50 % de cobalto. La cantidad de metal(es) en la matriz metálica puede referirse a la concentración del metal en porcentaje en peso o en base al porcentaje molar.

El baño de revestimiento puede incluir otros componentes que incluyen, por ejemplo, agentes humectantes, agentes tensioactivos, tampones, abrillantadores, agentes de nivelación, y similares, según se desee para un fin o uso previsto particulares. Los baños de electrochapado, incluyendo un baño de electrochapado de níquel/cobalto, pueden incluir, por ejemplo, ácido bórico u otros agentes tamponantes para controlar el pH del baño de electrochapado. En una enseñanza, un baño de electrochapado de níquel/cobalto puede incluir de aproximadamente 20 g/l a aproximadamente 60 g/l de ácido bórico.

El pH de los baños de electrochapado puede depender del metal(es) que se esté depositando y puede ser ácido o básico. El níquel, el cobalto, y las aleaciones de níquel/cobalto, por ejemplo, se suelen ofrecer como soluciones ácidas. El pH de los baños de electrochapado para el revestimiento de níquel, cobalto, o aleaciones de níquel/cobalto puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 1,5 a aproximadamente 5,0. En una enseñanza, un baño a base de níquel y/o cobalto puede tener un pH de aproximadamente 2,0 a aproximadamente 4,5. En otra enseñanza, el baño tiene un pH de aproximadamente 3,5 a aproximadamente 4,0. Durante su funcionamiento, el pH del baño puede tender a aumentar (pasa a ser menos ácido) y puede ser necesario el ajuste con ácidos tales como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido sulfámico, o similares.

En una enseñanza, un revestimiento de níquel/cobalto que tiene partículas de MCrAlY y partículas de carburo de cromo dispersas en su interior proporciona un revestimiento que tiene buena resistencia a la oxidación y características tribológicas en condiciones operativas a alta temperatura. Sin estar ligado a ninguna teoría particular, en condiciones operativas, tales como tras la exposición a temperaturas de aproximadamente 538 °C (1000 °F) a aproximadamente 871 °C (1600 °F), se forma una capa lubricada exterior y una capa resistente a la oxidación, la

capa lubricada que recubre la capa resistente a la oxidación. La capa lubricada exterior comprende óxido de cobalto y óxido de cromo que proporcionan un esmalte lubricado a lo largo de la superficie exterior del revestimiento que disminuye la velocidad de desgaste del revestimiento. La capa resistente a la oxidación comprende óxido de aluminio, y también puede incluir óxido de itrio y/u óxido de cromo que retrasa adicionalmente la oxidación del revestimiento. Se cree que la capa exterior lubricada rica en óxido de cobalto disminuye la velocidad de desgaste y evita que la capa resistente a la oxidación subyacente rica en óxido de aluminio se desgaste más rápidamente, retardando así adicionalmente la oxidación del revestimiento. El níquel también dota al revestimiento de ductilidad, resistencia a la oxidación, y dureza para evitar el desgaste abrasivo. Por lo tanto, la combinación de un depósito de cobalto/níquel y partículas de MCrAlY y de carburo de cromo dispersas en el depósito proporciona un revestimiento que, en condiciones operativas a alta temperatura, presentan una mayor resistencia a la oxidación y características tribológicas.

La superficie de un sustrato o artículo puede estar provista de un revestimiento que comprende una matriz metálica que tiene partículas de MCrAlY dispersas en su interior usando técnicas de electrochapado. Los sistemas de electrochapado generalmente incluyen un ánodo y un cátodo sumergidos en el baño de electrochapado. Normalmente, el sustrato (es decir, la pieza de trabajo que se somete a deposición) sirve como cátodo. Una corriente eléctrica pasa a través del ánodo y el baño de electrochapado, y los iones metálicos se reducen en la interfase entre el baño y el cátodo, donde los iones metálicos abandonan la solución y se depositan sobre el cátodo. Para proporcionar un revestimiento de un espesor deseado se aplica una corriente adecuada al baño durante un período de tiempo suficiente. En el sistema de acuerdo con la divulgación, las partículas de MCrAlY se co-depositan con el metal y se dispersan en la capa de matriz metálica formada sobre el sustrato. En un baño que también incluye partículas de carburo de cromo, las partículas de cromo también se co-depositan y se dispersan en la matriz metálica.

Los ánodos se pueden seleccionar en base al metal(es) que se deposita o se galvaniza en el cátodo. Por ejemplo, los ánodos normalmente incluyen o se pueden formar a partir de un metal que se está sometiendo a deposición en el cátodo. En el caso de la deposición de una aleación metálica, los ánodos de los metales separados que se están sometiendo a deposición se pueden proporcionar en forma de barras, tiras, o pequeños trozos de metal en una cesta de titanio. La relación de las áreas de metal separado se puede ajustar para que se corresponda con la relación de metal deseado en el baño y/o depositado en el cátodo. Como alternativa, se puede usar un material de ánodo de aleación, y el ánodo de aleación puede tener una relación de metal correspondiente a la relación deseada de metal en el baño y/o en el revestimiento depositado. Los ánodos se pueden recubrir para reducir o evitar que las partículas metálicas (del metal que se está sometiendo a deposición), barro anódico, etc. se introduzcan en el baño. Los ánodos se pueden disolver en el baño y el metal disuelto se puede usar para ayudar a reponer el metal(es) en el baño de revestimiento. El metal(es) en el baño de revestimiento también se puede reponer a través de la solución.

El sistema de electrochapado se puede proporcionar de tal manera que el baño se agite durante la siembra. Esto puede servir para varias funciones incluyendo asegurar que las partículas de MCrAlY y otras partículas deseadas para la co-deposición no sedimenten en el baño, sino que se hacen circular en el baño y se mueven hacia el cátodo. El baño se puede agitar mecánicamente y/o con aire. La agitación mecánica se puede llevar a cabo con un agitador mecánico separado (por ejemplo, un agitador) y/o por el movimiento mecánico del artículo que se está sometiendo a deposición. Se puede llevar a cabo la agitación del aire mediante la introducción de aire o un gas inerte en el baño, tales como por burbujeo en el aire o gas a través de una manguera.

Se pueden seleccionar otras condiciones operativas del sistema como se desee. Por ejemplo, el baño se puede calentar para mantener los componentes (aparte de las partículas que se están codepositando) del baño en solución y/o para aumentar la velocidad de deposición con respecto a un baño de níquel/cobalto de acuerdo con enseñanzas de la presente divulgación, el baño se puede calentar a una temperatura de aproximadamente 43 °C (110 °F) a aproximadamente 66 °C (150 °F), y en otras enseñanzas de aproximadamente 54 °C (130 °F) a aproximadamente 60 °C (140 °F). Para baños a base de sulfamato, puede ser deseable que el baño trabaje a una temperatura de aproximadamente 43 °C (110 °F) a aproximadamente 60 °C (140 °F). La deposición se puede llevar a cabo a una densidad de corriente de, por ejemplo, aproximadamente 20 mA/cm² a aproximadamente 55 mA/cm² (aproximadamente 20 amperios/pie cuadrado (ASF) a aproximadamente 50 ASF).

El espesor de la capa de revestimiento se puede proporcionar en la forma deseada para un fin de uso previsto particulares. En una enseñanza, el revestimiento formado a partir de un baño de acuerdo con la presente divulgación puede tener un espesor de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 130 μm (aproximadamente 0,001 pulgadas a aproximadamente 0,005 pulgadas).

Los sustratos sobre los que se pueden aplicar los depósitos de metal que comprenden partículas de MCrAlY no están particularmente limitados y pueden incluir metales tales como, por ejemplo, níquel, cobalto, aleaciones de níquel, acero, acero inoxidable, metales ferrosos, cobre, estaño, aleaciones de cobre (incluyendo latón), zinc, y similares. Los sustratos para su uso en condiciones a alta temperatura pueden incluir aleaciones de níquel (incluyendo sustratos de níquel/cobalto) y aceros inoxidables. Un ejemplo de aceros inoxidables adecuados incluyen aceros inoxidables Inconel®. Otros ejemplos de sustratos adecuados incluyen la aleación 718, Rene 41, Waspaloy, aleación X-750, Hastelloy®, y similares. El revestimiento de níquel/cobalto a alta temperatura se puede proporcionar

en piezas y componentes usados en entornos a alta temperatura, incluyendo los componentes metálicos de motores de aviación, turbinas de gas, motores diésel, y similares. El revestimiento se puede depositar sobre anillos de obturación metálicos usados en dichos entornos.

El sustrato o artículo o su superficie a recubrir se pueden limpiar y/o pre-tratar como se desee. Los sustratos se pueden limpiar para eliminar aceites, grasa, suciedad, etc., que puedan impedir la adherencia del revestimiento en las zonas con este tipo de contaminantes. Los métodos adecuados para la limpieza de los sustratos incluyen la exposición de sus partes o superficie a un disolvente, un detergente alcalino caliente, un ácido, o similares. La limpieza también se puede llevar a cabo mediante técnicas de electrolimpieza.

Un artículo también se puede pre-tratar proporcionando un depósito súbito o sin fijación sobre el artículo. El depósito súbito puede proporcionar una superficie que es aceptable en cuanto a la adhesión tanto del sustrato subyacente como del metal(es) que se deposita en el revestimiento de interés. El metal usado para el revestimiento súbito se puede seleccionar en base al material del sustrato y el metal(es) que se deposita en el revestimiento de interés. Ejemplos de metales adecuados para el revestimiento súbito incluyen, por ejemplo, níquel o cobre.

Como se ha descrito anteriormente, en condiciones operativas a alta temperatura, tales como a temperaturas de aproximadamente 538 °C (1000 °F) a aproximadamente 871 °C (1600 °F), un revestimiento de níquel/cobalto con partículas de MCrAlY y de carburo de cromo dispersas en ella puede presentar una mejor resistencia a la oxidación y características tribológicas. Dichas características se pueden proporcionar por la formación de una capa exterior lubricada rica en cobalto que recubre una capa resistente a la oxidación (rica en aluminio). En una enseñanza, los artículos que comprenden un revestimiento de este tipo se pueden usar directamente en el entorno deseado, y dichas capas se pueden formar *in situ* en condiciones operativas. En otra enseñanza, los artículos que comprenden un revestimiento de este tipo se pueden pretratar y exponer a una temperatura de aproximadamente 538 °C (1000 °F) a aproximadamente 871 °C (1600 °F) para formar la capa exterior lubricada y la capa resistente a la oxidación subyacente.

En referencia a la Fig. 1, se muestra un sustrato 10 que tiene un revestimiento 20 de acuerdo con las enseñanzas de la presente divulgación. El revestimiento 20 se forma sobre una superficie 12 del sustrato 10. El revestimiento 20 incluye una matriz metálica 22 y partículas de MCrAlY 24 co-depositadas con el metal(es) y dispersas en la matriz metálica. Como se muestra en la Fig. 1, el depósito o revestimiento también incluye partículas de carburo de cromo 26 dispersas en la matriz metálica. De acuerdo con una enseñanza de la descripción la matriz metálica 22 puede ser una matriz de una aleación de níquel/cobalto que tiene partículas de MCrAlY 24 y partículas de carburo de cromo 26 dispersas en ella.

Las enseñanzas de la invención se pueden entender mejor con referencia a los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1: Baño de electrochapado de Ni/Co a alta temperatura

Se preparó un baño de electrochapado acuoso para depositar un revestimiento de níquel/cobalto que incorpora partículas de MCrAlY con la siguiente composición:

- 12,6 g/l de cobalto (como metal), o 44 g/l de sulfato de cobalto
- 67 g/l de níquel (como metal), o 300 g/l de sulfato de níquel
- 38 g/l de ácido bórico
- 115 g/l de carburo de cromo (Cr_3C_2) en polvo, 1,6 μm de tamaño máximo de partícula
- 50 g/l de MCrAlY en polvo (Praxair CO-210-38 o equivalente), 2 $\mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$ de tamaño medio de partícula, 5 μm tamaño máx. de partícula.

Un análisis elemental de las partículas de MCrAlY mostró que las partículas tienen la siguiente composición:

Tabla 1: Análisis elemental de MCrAlY en polvo (Praxair CO-210-38)	
Elemento	Concentración
Cobalto	Resto
Níquel	32 % $\pm$ 1 %
Cromo	21 % $\pm$ 1 %
Aluminio	8 % $\pm$ 1 %
Itrio	0,5 % $\pm$ 0,15 %
Hierro	0,15 % máx.
Fósforo	0,1 % máx.
Azufre	0,1 % máx.
Nitrógeno	0,03 % máx.
Selenio	0,005 % máx.
Todos los otros	0,4 % máx.

Paneles de ensayo de acero se sometieron a deposición usando la solución anterior. Se proporcionan barras separadas de níquel y cobalto como ánodos en el sistema. El baño se calienta a una temperatura de aproximadamente 54 °C (130 °F) a aproximadamente 60 °C (140 °F) y se agita con aire. La deposición se lleva a cabo a una densidad de corriente de 25 mA/cm² (25 ASF) para formar una matriz de Ni/Co que tiene partículas de MCrAlY y partículas de carburo de cromo dispersas en la matriz. La deposición se lleva a cabo durante un período de tiempo suficiente para proporcionar un revestimiento que tiene un espesor de aproximadamente 125 µm.

Ejemplo comparativo 1: Baño de electrochapado de cobalto

Se proporciona un baño de electrochapado acuoso para la deposición de cobalto sobre un sustrato con la siguiente composición:

- 360 g/l de sulfato de cobalto (103 g/l como metal)
- 35-40 g/l de ácido bórico
- 17 g/l de cloruro de sodio
- 50-100 g/l de carburo de cromo
- pH: 2-3

El baño se calentó a aproximadamente 85 °C (185 °F) y se agita con una bomba mecánica y paneles de ensayo de acero se someten a deposición a 25 mA/cm² (25 ASF) durante un período de tiempo suficiente para proporcionar un revestimiento con un espesor de 125 µm.

Ejemplo Comparativo 2: Baño de electrochapado de níquel

Se proporciona un baño de electrochapado acuoso para la deposición de níquel sobre un sustrato que tiene la siguiente composición:

- 430 g/l de níquel sulfamato (Ni(SO₃NH₂)₂ · 4H₂O); (96 g/l de Ni como metal)
- 33 g/l de ácido bórico
- 0,25 % en volumen de agente humectante Barrett SNAP AM
- 120 g/l de carburo de cromo
- pH: 3,5-4,5

Los paneles de acero se someten a deposición como sigue: El baño se calienta a una temperatura de aproximadamente 38 (100) a aproximadamente 54 °C (130 °F) y se agita con una bomba mecánica. Los paneles de acero se sumergen en el baño y se someten a deposición a 25 mA/cm² (25 ASF) durante un período de tiempo suficiente para proporcionar un revestimiento de aproximadamente 125 µm.

Pruebas de oxidación

Los paneles electrochapados con los baños de los ejemplos anteriores se someten a pruebas para el rendimiento de oxidación a altas temperaturas. Los paneles se exponen a aire que tiene una temperatura de 732 °C (1350 °F) durante 72 horas. Se determina el espesor de las incrustaciones de óxido formadas en los paneles. Los resultados se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2: Pruebas de oxidación 732 °C (1350 °F) a las 72 horas en aire	
Revestimiento	espesor de la incrustación
Ejemplo 1	0,015 mm (5,8 x 10 ⁻⁴ in)
Ejemplo Comparativo 1	0,048mm (1,9 x 10 ⁻³ in)
Ejemplo Comparativo 2	0,0089mm (3,5 x 10 ⁻⁴ in)

Como se muestra en la Tabla 2, el revestimiento en el Ejemplo 1 mostraba una mejor resistencia a la oxidación a alta temperatura que el revestimiento de cobalto con partículas de carburo de cromo (Ejemplo Comparativo 1) y comparable al revestimiento de níquel con partículas de carburo de cromo (Ejemplo Comparativo 2). Sin embargo, se cree que un revestimiento de níquel/cobalto con partículas de MCrAlY y de carburo de cromo proporciona una mejor resistencia al desgaste a altas temperaturas que el revestimiento de carburo de cobalto/cromo y/o el revestimiento de carburo de níquel/cromo. A temperaturas de servicio o de prueba, de forma inesperada se comprueba que el revestimiento de níquel/cobalto con partículas de MCrAlY y partículas de carburo de cromo forma incrustaciones ricas en cobalto a lo largo de la parte exterior o la superficie del revestimiento e incrustaciones de óxido ricas en aluminio que recubren las incrustaciones ricas en cobalto. Sin estar ligado a ninguna teoría particular, se cree que las incrustaciones ricas en cobalto proporcionan lubricidad al revestimiento, lo que reduce el coeficiente de fricción entre el revestimiento y una contracara. Este revestimiento lubricado reduce el desgaste del revestimiento, lo que impide que las incrustaciones ricas en aluminio subyacentes se desgasten. Al retrasar o prevenir el desgaste de las incrustaciones ricas en aluminio, se espera una mayor resistencia a la oxidación para el

revestimiento en condiciones operativas en comparación con los revestimientos de carburo de níquel/cromo. Es decir, el rendimiento de tribo-oxidación del revestimiento de níquel/cobalto con las partículas de MCrAlY y partículas de carburo de cromo ha mejorado con respecto a depósitos solo con níquel o cobalto que no incluyen las partículas de MCrAlY.

5 Aunque la divulgación se ha mostrado y descrito con respecto a ciertas enseñanzas, otros expertos en la materia pueden producir alteraciones y modificaciones equivalentes tras la revisión de esta memoria descriptiva y dibujos. Si se ha descrito un elemento (por ejemplo, componente, montaje, sistema, dispositivo, composición, método, proceso, paso, medios, etc.) que realiza una función o funciones particulares, este elemento se corresponde con cualquiera de sus equivalentes funcionales (es decir, cualquier elemento que realice la misma función o una función equivalente), independientemente de si es estructuralmente equivalente al mismo. Y aunque se puede haber descrito una característica particular con respecto a menos de la totalidad de las enseñanzas, dicha característica se puede combinar con una o más de características adicionales de las otras enseñanzas.

15

REIVINDICACIONES

1. Un baño de electrochapado para la electrochapado de un revestimiento sobre una superficie de un sustrato, el baño de electrochapado que comprende:
 - una fase acuosa que comprende iones metálicos, los iones metálicos que comprenden iones de cobalto e iones de níquel;
 - partículas de MCrAlY suspendidas en la fase acuosa, las partículas de MCrAlY que son una aleación que comprende (i) cromo, (ii) aluminio, (iii) itrio y (iv) un metal M, en el que M se selecciona entre níquel, cobalto, hierro o una combinación de dos o más de los mismos; y
 - partículas de carburo de cromo (Cr_3C_2) suspendidas en la fase acuosa, las partículas de carburo de cromo (Cr_3C_2) que tienen un tamaño de partícula de 1,6 μm o inferior.
2. El baño de la reivindicación 1, en el que la fase acuosa comprende además iones de metales seleccionados entre iones de estaño, iones de cinc, iones de cobre, iones de hierro, iones de wolframio, o una combinación de dos o más de los mismos.
3. El baño de cualquier reivindicación anterior, que comprende de 45 a 90 g/l de níquel (como metal) y de 5 a 35 g/l de cobalto (como metal).
4. El baño de cualquier reivindicación anterior, en el que el baño comprende de 30 a 70 g/l de partículas de MCrAlY.
5. El baño de la reivindicación 1, que comprende de aproximadamente 50 a 140 g/l de partículas de carburo de cromo.
6. El baño de cualquier reivindicación anterior, en el que el baño tiene un pH de 1,5 a 5.
7. Un artículo (10) que comprende un revestimiento electrochapado (20) sobre una de sus superficies (12), comprendiendo el revestimiento electrochapado:
 - una fase de matriz (22) que comprende un metal o una aleación metálica, el metal o aleación metálica que comprende cobalto y níquel;
 - partículas de MCrAlY (24) dispersas en la matriz, en la que M se selecciona entre níquel, cobalto, hierro o una combinación de dos o más de los mismos; y
 - partículas de carburo de cromo (Cr_3C_2) (26) dispersas en la fase de matriz (22), teniendo las partículas de carburo de cromo (Cr_3C_2) (26) un tamaño de partícula de 1,6 μm o inferior.
8. El artículo de la reivindicación 7, en el que la fase de matriz (22) comprende, además, estaño, zinc, cobre, hierro, wolframio o una combinación de dos o más de los mismos.
9. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el que el revestimiento electrochapado (20) comprende del 60 al 80 % en volumen de una matriz metálica de níquel/cobalto (22), del 10 al 20 % en volumen de partículas de MCrAlY, y del 10 al 20 % en volumen de partículas de carburo de cromo (24), la matriz de níquel/cobalto (22) que comprende del 20 % al 80 % de níquel y del 20 % al 80 % de cobalto.
10. El artículo de cualquiera de las reivindicaciones 7-9, en el que el revestimiento electrochapado (20) tiene un espesor de 25 μm a 130 μm .
11. Un método para la electrochapado de un revestimiento metálico o de aleación metálica sobre un sustrato, el método que comprende:
 - la inmersión de al menos una porción de un sustrato en el baño de cualquiera de las reivindicaciones 1-6; y
 - la electrochapado del revestimiento sobre una superficie del sustrato.

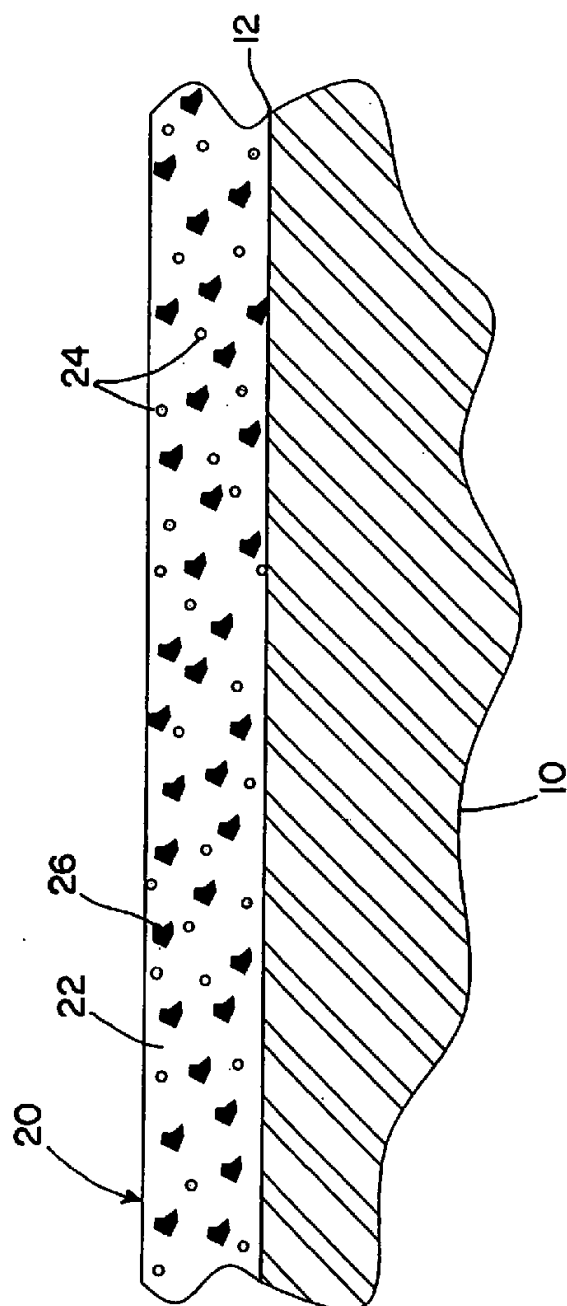


FIG. 1