



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 341 162**

⑫ Número de solicitud: 200802403

⑬ Int. Cl.:
C22C 14/00 (2006.01)
C22C 1/04 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **08.08.2008**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2010**

Fecha de la concesión: **20.04.2011**

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **05.05.2011**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
05.05.2011

⑲ Titular/es: **Universidad Carlos III de Madrid
Parque Científico de Leganés Tecnológico
Avda. del Mar Mediterráneo
28911 Leganés, Madrid, ES**

⑳ Inventor/es: **Gordo Odériz, Elena;
García Esteban, Pablo;
Ruiz Navas, Elisa María y
Bolzoni, Leandro**

㉑ Agente: **Carpintero López, Mario**

㉒ Título: **Aleaciones de titanio de bajo coste y método para la preparación de las mismas.**

㉓ Resumen:

Aleaciones de titanio de bajo coste y método para la preparación de las mismas.

La invención define una aleación de titanio de bajo coste que comprende hierro y cromo como elementos aleantes mayoritarios de composición

$Ti-xFe-yCr$,

en la que $x = 1-9\%$ e $y = 0,2-3\%$, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación. Dicha aleación, que se obtiene por pulvimetalurgia a partir de mezcla de polvos de titanio con polvos de aceros inoxidables, presenta menores costes de procesado y de materiales de partida y mantiene unas propiedades mecánicas similares a las obtenidas en las aleaciones estándar de titanio. Asimismo, la invención define un método para obtener dicha aleación de titanio de bajo coste.

ES 2 341 162 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Aleaciones de titanio de bajo coste y método para la preparación de las mismas.

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere al campo de conocimiento y técnicas correspondientes a la Ciencia e Ingeniería de Materiales, con aplicación directa en productos fabricados por la industria de consumo. En particular, la invención se refiere a una aleación de titanio de bajo coste con un contenido particular de hierro y cromo que se obtiene mediante pulvimetalurgia empleando acero inoxidable como polvo aleante. Dicha aleación presenta, además de bajos costes de material y procesado, buenas propiedades de resistencia mecánica y de resistencia a la corrosión.

Antecedentes de la invención

Como es bien conocido en el estado de la técnica, las aleaciones de titanio tienen un alto coste debido fundamentalmente al coste del material base y al coste de procesado. La aleación de titanio más empleada es la Ti-6Al-4V, que tiene un 10% en peso de elementos aleantes. El vanadio es el elemento de aleación betágeno isomorfo más ligero, por lo que es una buena elección para estabilizar la fase beta del titanio mientras se mantiene baja la densidad de la aleación. Sin embargo el vanadio es un elemento caro, incluso más que el titanio, por lo que su introducción incrementa el coste final de la aleación.

En el diseño de una aleación de titanio de bajo coste debe tenerse en cuenta en primer lugar el coste de los elementos de aleación. En general, se distinguen tres grupos de materiales dependiendo de su coste: (a) los materiales de muy alto coste tal como el tantalio y el molibdeno de alta pureza, ferro-molibdeno o aleaciones de vanadio-hierro, por ejemplo; (b) los materiales de alto coste tal como níquel, cobalto, esponja de titanio o pentóxido de vanadio, por ejemplo; y (c) materiales de bajo coste tal como aluminio, manganeso, acero, silicio y hierro, por ejemplo.

El grupo de materiales base de bajo coste viene delimitado por el precio del aluminio y es el más adecuado para la selección de elementos de aleación en aleaciones de titanio de bajo coste. Aunque los elementos de aleación representan un porcentaje muy bajo del peso de la aleación, el precio de la aleación final se ve sensiblemente afectado si éstos tienen precios muy elevados. Por ejemplo una aleación Ti-6Al-4V tiene un contenido en peso del 4% de vanadio, pero este contenido contribuye a aumentar el coste de la aleación en torno a un 10%. Los elementos de bajo coste sin embargo tienen un coste menor que el titanio, por lo que su introducción contribuye a disminuir el precio de la aleación final. En términos de coste de materiales base, la sustitución de un 4% de vanadio por un 4% de hierro, por ejemplo, contribuiría a disminuir el coste de la aleación en torno a un 15%.

Así, se ha propuesto la modificación de aleaciones estándar de titanio, aluminio y vanadio (Ti-Al-V) añadiendo hierro, cobre o níquel (Smugeresky, J.E. and D.B. Dawson, *New titanium alloys for blended elemental powder processing*, Powder Technology, 1981. **30**(1): p. 87-94).

Asimismo, se han propuesto aleaciones de titanio alternativas en las que parte del vanadio se ha sustituido por materiales de menor coste tales como hierro o cromo, y en ocasiones empleando materiales de alto coste, como el molibdeno, pero añadido en forma de ferroaleación, que disminuye el coste de la adición (WO 85/03190, EP 1302555 A1, US 2006/039819 A1, EP 1783235 A1).

De esta manera, se está investigando el uso exclusivo de materiales de menor coste para obtener aleaciones de titanio de bajo coste. Así, el empleo de elementos de aleación tales como el hierro y el cromo ha sido propuesto por la industria del titanio y por algunos estudios para diseñar aleaciones de titanio de bajo coste (O. M. Ivasishin, *Cost-effective manufacturing of titanium parts with powder metallurgy approach*, Materials Forum 2005, **29**: p. 1-8; Lee, D.B., et al., *Mechanical and oxidation properties of Ti-xFe-ySi alloys*, Materials Science and Engineering A, 2002, **328**(1-2): p. 161-168; Liu, Y., et al., *Design of powder metallurgy titanium alloys and composites*, Materials Science and Engineering: A, 2006. **418**(1-2): p. 25-35). Del mismo modo, son conocidas en el estado de la técnica una serie de aleaciones comerciales de titanio de bajo coste. Entre ellas, una de las más conocidas es la desarrollada actualmente por la compañía TIMET denominada LCB (low-cost beta) que emplea hierro y molibdeno en su composición, por lo que aún siendo una aleación de bajo coste, emplea un elemento de aleación que encarece su composición. Otras aleaciones comerciales de titanio de bajo coste con algún contenido de hierro o cromo se detallan a continuación (Rodney Boyer, G.W., E.W. Collings, ed. *Materials Properties Handbook: Titanium Alloys*, Second ed., ed. ASM-International, 1998):

- TIMETAL® 62S (Ti-6Al-1,7Fe-0,1Si)
- TIMETAL® LCB (Ti-1,5Al-5,5Fe-6,8Mo)
- Ti-6-22-22S (Ti-6Al-2Sn-2Zr-2Mo-2Cr-0,25Si)
- Ti-15A (Ti-5Al-1,5Fe-1,4Cr-1,2Mo)
- Ti-5Al-2,5Fe

- RMI Low-cost Alloy (Ti-6,4Al-1,2Fe)
- Ti-2Fe-2Cr-2Mo
- Beta-CEZ (Ti-5Al-2Sn-4Zr-4Mo-2Cr-1Fe)
- Ti-17 (Ti-5Al-2Sn-2Zr-4Mo-4Cr)

Recientemente, los presentes autores han estudiado diversas aleaciones de titanio de bajo coste obtenidas mediante pulvimetalurgia, realizadas mediante adiciones de hierro para introducir los elementos de aleación de bajo coste (P.G Esteban, L. Bolzoni, E.M. Ruiz-Navas, E.Gordo, *Ensayos de Tracción en aleaciones de titanio pulvimetalúrgicas de bajo coste*, Anales de mecánica de la fractura 25, Vol. 1, 2008, pp. 181-186, ISSN: 0213-3725).

Asimismo, los presentes autores han comparado las propiedades de diversas aleaciones de titanio de bajo coste obtenidas a partir de hierro, aleaciones de hierro y titanio y acero inoxidable como materiales aleantes de bajo coste (P.G. Esteban, E.M. Ruiz-Navas, L. Bolzoni, E. Gordo, *P/M development of Low-Cost Titanium Alloys by Means of Iron Additions*, Proceedings Euro PM2007 - Lightweight & Porous Materials, 2007, pp. 353-358), concluyendo que el hierro puro en forma de carbonilo de hierro es el que confiere mejores propiedades mecánicas y de densidad, si bien este material es más caro que otras posibles adiciones comerciales de hierro.

Continúa existiendo en el estado de la técnica, por tanto, la necesidad de nuevas aleaciones de titanio de bajo coste con propiedades mecánicas mejoradas.

Los presentes autores proponen la adición de aceros inoxidables como método de adición de elementos de aleación de bajo coste, que permite obtener, mediante pulvimetalurgia convencional, aleaciones de titanio de bajo coste con buenas propiedades mecánicas. Más en particular, ajustando el contenido de hierro y cromo a aproximadamente un 1-9% y un 0,2-3%, respectivamente, en peso con respecto al peso total de la aleación, se obtienen aleaciones de titanio con microestructuras homogéneas, eliminando las etapas de refusión asociadas a la metalurgia convencional y en la que no se han detectado compuestos intermetálicos. De esta manera se reduce el coste de la aleación con respecto a las obtenidas por técnicas convencionales, alcanzando propiedades mecánicas que la hacen viable para su uso comercial.

Por otro lado, la adición de aceros inoxidables con dichos contenidos de hierro y cromo, y que contienen, además, otros elementos aleantes de interés tal como el níquel, por ejemplo, permite obtener una serie de aleaciones diversas de titanio alternativas que son aptas para; su uso en la industria de consumo con un menor coste final.

Por tanto, la aleación de titanio de la presente invención, que comprende aproximadamente un 1-9% de hierro y un 0,2-3% de cromo en peso con respecto al peso total de la aleación y que se obtiene por pulvimetalurgia a partir de mezcla de polvos de titanio con polvos de aceros inoxidables, presenta menores costes de procesado y de materiales de partida, y mantiene unas propiedades mecánicas similares a las obtenidas en las aleaciones estándar Ti-6Al-4V. Además, al ser obtenida mediante pulvimetalurgia, técnica que proporciona piezas con la forma cercana a la final ("near-net-shape"), permite el consiguiente ahorro de materia prima y de costes de mecanizado, el cual es especialmente difícil para el titanio.

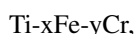
Objeto de la invención

La presente invención, por tanto, tiene por objeto proporcionar una aleación de titanio de bajo coste que comprende hierro y cromo como elementos aleantes mayoritarios de composición Ti-xFe-yCr, siendo x = 1-9% e y = 0,2-3%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación.

Otro objeto de la invención es proporcionar un método para obtener dicha aleación de titanio de bajo coste.

Descripción detallada de la invención

La presente invención proporciona una aleación de titanio de bajo coste que comprende hierro y cromo como elementos aleantes mayoritarios de composición



en la que x = 1-9% e y = 0,2-3%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación, en adelante "la aleación de la invención".

En el contexto de la invención el término "aleación de titanio de bajo coste" se refiere a una aleación de titanio como material base, en la que se emplean elementos de aleación de bajo coste, y que es apta para ser procesada por técnicas de bajo coste.

ES 2 341 162 B1

Tal y como se ha indicado, las aleaciones de titanio se han empleado hasta ahora exclusivamente en aplicaciones de alto valor añadido (aeroespaciales, médicas o militares, por ejemplo) debido al alto coste de este material. La aleación de la invención, al ser de bajo coste y presentar una buena combinación de propiedades, permite ampliar el mercado donde el titanio puede aportar ventajas no sólo sobre las aleaciones tradicionales de Ti (Ti-6Al-4V, por ejemplo), sino también sobre el acero. En particular, con respecto al acero, las aleaciones de la invención presentan notables ventajas tal como un menor peso y una mayor resistencia a la corrosión. La aleación de la invención, por tanto, es de especial interés en la industria del consumo, tal como la industria del motor y del transporte.

En una realización particular de la aleación de la invención, la relación en peso entre el hierro y el cromo varía entre 1,5 y 8,5.

En una realización preferida de la aleación de la invención, el contenido en hierro es del 6,4-7% y el contenido de cromo es del 1-2%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación. En esta realización preferida, la relación en peso entre el hierro y el cromo de la aleación de la invención varía también entre 1,5 y 8,5.

Como se ha indicado previamente, para obtener la aleación de la invención se pueden emplear aceros inoxidables comerciales ajustando las proporciones usadas de modo que se obtenga al final los porcentajes óptimos de hierro y cromo indicados anteriormente en la relación señalada. El uso de aceros inoxidables, debido a su pureza, permite obtener aleaciones de bajo coste de titanio de elevada pureza. Los aceros inoxidables, además, contienen otros elementos aleantes en menor proporción tal como el níquel, el manganeso, el silicio o el molibdeno que podrían ser de interés para obtener una serie de aleaciones de titanio de bajo coste con distintas propiedades y, por tanto, con aplicaciones diversas. Igualmente el uso de aceros inoxidables permite reducir el coste de la aleación final ya que son materiales habitualmente empleados en pulvimetalurgia y, por tanto, a pesar de tener un gran contenido en cromo, su coste es relativamente bajo. Así, para realizar la invención pueden emplearse aceros inoxidables comerciales tales como el acero inoxidable 316 y el acero inoxidable 430.

En una realización más preferida de la aleación de la invención, el contenido en hierro es del 6,7% y el contenido de cromo es del 1,6%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación (Ejemplo 1).

En otra realización más preferida de la aleación de la invención, esta comprende los siguientes elementos aleantes en los siguientes porcentajes en peso respecto al peso total de aleación:

Fe	6,46%
Cr	1,36%
Mn + Si	0,18%

En otra realización particular, la aleación de la invención comprende, además, níquel como elemento aleante mayoritario en una proporción del 0,15%-2% en peso respecto al peso total de aleación. En una realización preferida, la relación en peso entre el hierro y el níquel de la aleación de la invención varía entre 1 y 20.

En otra realización preferida, la aleación de la invención comprende los siguientes aleantes en los siguientes porcentajes en peso respecto al peso total de aleación:

Fe	6,53%
Cr	1,70%
Ni	1,20%
Mn + Si	0,56%

La aleación de la invención se obtiene mediante el método de pulvimetalurgia o metalurgia de polvos que es un proceso de fabricación en el que, partiendo de polvos finos del metal o mezcla de metales y tras su compactación para darles una forma determinada, se calientan en atmósfera controlada (sinterización) para obtener la pieza metálica.

En otro aspecto, por tanto, la invención proporciona un método para la preparación de la aleación de titanio de bajo coste previamente descrita mediante pulvimetalurgia y que comprende la etapa de mezclar polvo de titanio con polvo de acero inoxidable en una proporción tal que, en la aleación final, el contenido de hierro sea del 1-9% y el contenido de cromo sea del 0,2-3%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación, en adelante "método de la invención".

ES 2 341 162 B1

En una realización preferida, el método de la invención comprende la etapa de mezclar polvo de titanio con polvo de acero inoxidable en una proporción tal que, en la aleación final, el contenido de hierro sea del 6,4-7% y el contenido de cromo sea del 1-2%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación.

5 En otra realización particular, el método de la invención comprende la etapa de mezclar polvo de titanio con polvo de acero inoxidable en una proporción tal que, en la aleación final, además de los contenidos de hierro y cromo previamente indicados, el contenido de níquel sea del 0,15%-2% en peso respecto al peso total de aleación.

10 Esta etapa de mezclado puede realizarse en una mezcladora convencional, tal como, por ejemplo, una túbula para cantidades de laboratorio, o bien una mezcladora industrial en V.

En otra realización particular, el método de la invención, tras la etapa de mezclado del polvo de titanio y del polvo de acero inoxidable, comprende las etapas de:

- 15 (a) compactación de la mezcla de polvo de titanio y polvo de acero inoxidable a una presión de 250-750 MPa; y
(b) sinterización de la mezcla compactada a una temperatura de 1100-1300°C.

20 En una realización preferida del método de la invención, tras la etapa de mezclado del polvo de titanio y del polvo de acero inoxidable, la compactación de la mezcla de polvo de titanio y polvo de acero inoxidable se efectúa a una presión de 500 MPa; y la sinterización de la mezcla compactada a una temperatura de 1200°C.

25 La compactación o prensado se puede realizar en prensas uniaxiales de simple o doble efecto, o bien en prensas isostáticas, por ejemplo, y a temperatura ambiente o en caliente. Asimismo, la sinterización puede efectuarse, por ejemplo, en un horno de alto vacío.

30 Tras la sinterización se obtienen piezas de la aleación de la invención con una forma próxima a la final ("near-net-shape"), lo cual permite ahorrar materia prima y, además, reducir los costes, tiempos y desperdicios del mecanizado, el cual es especialmente difícil para el caso del titanio.

Las aleaciones de la invención, por su composición particular y por el procesado pulvimetalúrgico de las mismas, por tanto, presentan las siguientes ventajas:

- 35 - Disminución del coste del material base por el empleo de aceros inoxidables (en lugar de vanadio y molibdeno).
40 - Optimización del coste del proceso de fabricación.
- Simplicidad para alcanzar la composición final de las aleaciones.
- Eliminación de etapas de procesado del material, especialmente los refundidos habituales en la industria convencional del titanio para homogeneizar la composición de las aleaciones.
45 - Ahorro energético por la disminución de etapas de refundido.
- Pureza de las aleaciones finales debido a la pureza de las adiciones en forma de acero inoxidable.
50 - Obtención de altas resistencias mecánicas.
- Eliminación de la segregación de elementos de aleación.
55 - Eliminación/minimización de la interacción de los materiales con los soportes de fabricación (normalmente moldes de colada).
- Eliminación/minimización de etapas de mecanizado, especialmente difíciles para el titanio.

60 El siguiente ejemplo ilustra la invención y no debe ser considerado como limitativo del alcance de la misma.

Ejemplo 1

Preparación de una aleación de composición Ti-6,7Fe-1,6Cr por vía pulvimetalúrgica

65 Se mezclaron en una túbula 92 g de polvo de Ti HDH, y 8 g de polvo de acero inoxidable 430 durante 1 hora para alcanzar una mezcla homogénea con aproximadamente un 7% en peso de Fe respecto al total del peso de la aleación. Los detalles de las adiciones realizadas se muestran en la Tabla 1.

ES 2 341 162 B1

TABLA 1

Detalles del polvo base y los polvos aleantes

	Tipo	Polvo	Fabricante	Tamaño medio de partícula [μm]	d ₉₀ [μm]	Cantidad en la mezcla [g]
Polvo base de Titanio	Ti metálico	Ti (HDH) (99,7%)	GfE	48	77	92
Adición de acero	Inoxidable ferrítico	430LHC	Höganäs	85	149	8

Posteriormente, la mezcla se prensó en una prensa uniaxial a 500 MPa, lubricando las paredes de la matriz con estearato de zinc. Las muestras se extrajeron “en verde” y se sinterizaron a temperaturas entre 1100°C y 1300°C durante 1 h en un horno de alto vacío. Las velocidades de calentamiento y enfriamiento empleadas fueron de 5°C/min.

Una vez extraídas las muestras sinterizadas (piezas de la aleación de la invención), se procedió a caracterizarlas mecánicamente.

La porosidad de la aleación obtenida se calculó como la diferencia de densidad de la misma con respecto a la densidad teórica que tendría dicha aleación completamente densa, todo ello expresado porcentualmente. La densidad se determinó mediante el método de Arquímedes, para lo cual se sellaron las piezas con laca de densidad conocida, y se pesaron en agua. A partir de los pesos de la pieza sin sumergir, del peso de la laca aportada, y del peso de la pieza sumergida con laca, se calculó la densidad del material correspondiente.

La resistencia y deformación de la aleación obtenida se realizó mediante un ensayo de tracción simple convencional. La resistencia reportada es la máxima resistencia alcanzada en el ensayo de tracción que, generalmente, se observó que coincide con la tensión de rotura. La deformación de la aleación obtenida se midió con un extensómetro sujeto a la pieza durante el ensayo de tracción. Se consideró la deformación máxima del material, medida en el momento de la rotura del mismo.

La dureza de la aleación obtenida se midió con un durómetro Vickers, con pirámide de diamante y empleando una carga de 300N en las medidas, resultando las medidas en una escala HV30.

Los valores mínimos de porosidad y las mejores propiedades mecánicas obtenidas de la aleación *Ti-6,7Fe-1,6Cr* obtenida tras el proceso de sinterización, y sin ningún tratamiento térmico posterior a la sinterización, se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2

Porosidad y propiedades mecánicas de la aleación Ti-6,7Fe-1,6Cr

	Porosidad	Resistencia (UTS) [MPa]	Deformación máxima (%)	Dureza HV30
Ti-6,7Fe-1,6Cr	11%	789	1,85	309

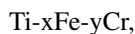
ES 2 341 162 B1

Los valores de porosidad obtenidos son muy elevados, lo que, en principio, limita notablemente las propiedades mecánicas del material. Sin embargo, los valores de resistencia y dureza obtenidos son elevados para el nivel de porosidad obtenido, por lo que una reducción en la porosidad del material contribuirá al aumento de la resistencia y dureza de los materiales, alcanzando valores comparables con los de la aleación Ti-6Al-4V procesada convencionalmente (990 MPa). La deformación obtenida en la aleación es baja, característica propia de los materiales pulvimetalúrgicos procesados convencionalmente.

La disminución de la porosidad se puede conseguir fácilmente mediante adiciones de polvo de acero inoxidable con un menor tamaño de partícula. La reducción de tamaño de partícula puede obtenerse mediante cribado en tamices, o mediante conminución en un molino de bolas del mismo polvo de acero inoxidable 430 de la Tabla 1. También se puede optar por el uso de otro polvo comercial de acero inoxidable 430 con un menor tamaño de partícula. La disminución del tamaño de partícula del polvo aleante conllevará una menor porosidad residual en los materiales sinterizados y con ello la optimización de las propiedades mecánicas del material final.

REIVINDICACIONES

1. Aleación de titanio de bajo coste que comprende hierro y cromo como elementos aleantes mayoritarios de composición



caracterizada porque $x = 1\text{-}9\%$ e $y = 0,2\text{-}3\%$, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación.

2. Aleación según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la relación en peso Fe/Cr = 1,5-8,5.

3. Aleación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada** porque $x = 6,4\text{-}7\%$ e $y = 1\text{-}2\%$, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación.

4. Aleación según la reivindicación 3, **caracterizada** porque comprende los siguientes elementos aleantes en los siguientes porcentajes en peso respecto al peso total de aleación:

Fe	6,46%
Cr	1,36%
Mn + Si	0,18%

5. Aleación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque comprende níquel como elemento aleante en una proporción del 0,15%-2% en peso respecto al peso total de aleación.

6. Aleación según la reivindicación 5, **caracterizada** porque la relación en peso Fe/Ni = 1-20.

7. Aleación según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, **caracterizada** porque comprende los siguientes aleantes en los siguientes porcentajes en peso respecto al peso total de aleación:

Fe	6,53%
Cr	1,70%
Ni	1,20%
Mn + Si	0,56%

8. Método para la preparación de una aleación de titanio de bajo coste según las reivindicaciones 1-7 mediante pulvimetalurgia, **caracterizado** porque comprende la etapa de mezclar polvo de titanio con polvo de acero inoxidable en una proporción tal que, en la aleación final, el contenido de hierro sea del 1-9% y el contenido de cromo sea del 0,2-3%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación.

9. Método según la reivindicación 8, **caracterizado** porque comprende la etapa de mezclar polvo de titanio con polvo de acero inoxidable en una proporción tal que, en la aleación final, el contenido de hierro sea del 6,4-7% y el contenido de cromo sea del 1-2%, porcentajes expresados en peso respecto al peso total de aleación.

10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 8-9, **caracterizado** porque comprende la etapa de mezclar polvo de titanio con polvo de acero inoxidable en una proporción tal que, en la aleación final, el contenido de níquel sea del 0,15%-2% en peso respecto al peso total de aleación.

11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, **caracterizado** porque tras la etapa de mezclado del polvo de titanio y del polvo de acero inoxidable comprende las etapas de:

- (c) compactación de la mezcla de polvo de titanio y polvo de acero inoxidable a una presión de 250-750 MPa; y
- (d) sinterización de la mezcla compactada a una temperatura de 1100-1300°C.

ES 2 341 162 B1

12. Método según la reivindicación 11, **caracterizada** porque tras la etapa de mezclado del polvo de titanio y del polvo de acero inoxidable comprende las etapas de:

- (a) compactación de la mezcla de polvo de titanio y polvo de acero inoxidable a una presión de 500 MPa; y
- (b) sinterización de la mezcla compactada a una temperatura de 1200°C.



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 341 162

⑫ Nº de solicitud: 200802403

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 08.08.2008

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: C22C 14/00 (2006.01)
C22C 1/04 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	ESTEBAN, P.G. ET AL. "Low-cost titanium alloys?Iron may hold the answers" Metal Powder Report 01.04.2008, Vol.63 Páginas 24-27, páginas 24 y 25, tablas I y II.	1-12
X	CN 1962913 A (YONGKANG MINTIA TITANIUM INDUS) 16.05.2007, resumen [en línea] recuperado de [WPI/Thompson].	1-7
A	LIU, Y. ET AL. "Design of powder metallurgy titanium alloys and composites" Materials Science and Engineering A 31.10.2005, Vol.418 Páginas 25-35, apartados 1, 3 y 4.	1-12
A	US 2718465 A (HERRES et al.) 20.09.1955, columna 1, tablas I- VI.	1-7

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
21.05.2010

Examinador
A. Urrecha Espluga

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C22C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.05.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	2-7,9-10	SÍ
	Reivindicaciones	1,8,11-12	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones		SÍ
	Reivindicaciones	1-12	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	Metal Powder Report Vol.63 Páginas 24-27	01-04-2008
D02	CN 1962913 A	16-05-2007

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es una aleación de titanio de bajo coste que comprende hierro y cromo como elementos aleantes mayoritarios de composición $Ti-xFe-yCr$ ($x=1-9\%$, $y=0,2-3\%$) y un método para su preparación mediante pluvimeturgia.

El documento D01 divulga un procedimiento para la obtención de una aleación de titanio de bajo coste que comprende hierro y cromo, mediante pluvimeturgia, caracterizado porque comprende las etapas de mezclar polvo de titanio con polvo de acero inoxidable, compactar la mezcla a una presión de 500MPa, y sinterizar la mezcla compactada a una temperatura de 900-1400°C (páginas 24 y 25, tablas I y II).

El documento D02 divulga una aleación de titanio de bajo coste que comprende hierro (0,3-5%), cromo (0,1-2%) y níquel (<0,5%) como elementos aleantes (ver resumen).

Por tanto, las reivindicaciones 1, 8 y 11-12 carecen de novedad a la luz de lo divulgado en D01 y D02 (Art. 6 de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes).

El objeto de las reivindicaciones 2-7, y 9-10 consiste en la selección de un determinado porcentaje o relación para los elementos aleantes. Dicha selección solo puede considerarse que posee actividad inventiva si presenta efectos o propiedades inesperadas. Sin embargo, no se han indicado ventajas técnicas asociadas a dichos porcentajes en la descripción, por lo que se considera una selección arbitraria para un experto en la materia y, por tanto, carente de actividad inventiva (Art. 8 de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes).