

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 013 062**

51 Int. Cl.:

C22C 19/07	(2006.01) C22C 19/05	(2006.01)
B22F 5/04	(2006.01) C22C 30/00	(2006.01)
B22F 10/25	(2011.01) B22F 7/06	(2006.01)
B23K 9/00	(2006.01) B23K 101/00	(2006.01)
B23K 9/167	(2006.01) B23K 103/18	(2006.01)
B23K 9/23	(2006.01)	
B23K 35/02	(2006.01)	
B23K 35/30	(2006.01)	
B33Y 70/00	(2010.01)	
C22C 1/04	(2013.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2023** **E 23183490 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2024** **EP 4306236**

54 Título: **Material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima**

30 Prioridad:

11.07.2022 US 202217862128

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.04.2025

73 Titular/es:

LIBURDI ENGINEERING LIMITED (100.00%)
400 Highway 6 North
Dundas, Ontario L9H 7K4, CA

72 Inventor/es:

GONCHAROV, ALEXANDER B. y
LOWDEN, PAUL

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 3 013 062 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

Material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima

Campo

La invención se relaciona con material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (γ).

5 **Antecedentes**

La mayoría de las cuchillas de turbina de alta presión y los álabes guía de tobera (NGV) de los novedosos motores aeronáuticos y de turbina de gas industrial (IGT) se fabrican a partir de superaleaciones de alta gamma-prima (γ) basadas en níquel que presentan una combinación única de propiedades de oxidación y fluencia. Sin embargo, a pesar de las notables propiedades de las superaleaciones de alta γ, los componentes de los motores requieren con frecuencia varias reparaciones de soldadura debido a la fluencia y al agrietamiento por fatiga termomecánica, a la oxidación y a los daños por corrosión en caliente que se producen durante el funcionamiento de los motores de turbina.

10 Los materiales de soldadura René 142 (R142) y René 80 (R80) basados en níquel se han utilizado para una reparación de cuchillas de turbina de alta (HPT) y baja (LPT) presión desde la década de 1980 (A. Gontcharov et al, GT2018-75862, "Advanced Welding Materials and Technologies for Repair of Turbine Engine Components manufactured of High Gamma Prime Nickel Based Superalloys", Proceedings of ASME Turbo Expo 2018: Conferencia y Exposición Técnica de Turbinas, GT2018, 11-15 de junio de 2018, Oslo, Noruega (más GT2018-75862)).

15 El material de soldadura René 142, de acuerdo con Patente de EE.UU. Núm. 4.169.742, contiene (en % en peso): 10 - 13 % Co, 3-10 % Cr, 0,5 - 2,0 % Mo, 3 - 7 % W, 0,5 - 10 % Re, 5 - 6 % Al, 5 - 7 % Ta, 0,5 - 2,0 % Hf, 0,01 - 0,15 % C, 0,005 - 0,05 % B, 0 - 0,1% Zr, con níquel para equilibrar, tiene excelentes propiedades de fluencia, pero una soldabilidad extremadamente pobre. René 80 a base de níquel con la composición química de acuerdo con Patente de EE. UU. Núm. 3.615.376, contiene Ni - 15%Cr - 9,5%Co - 5%Ti - 4%W - 4%Mo - 3%Al - 0,17%C, tiene mejor ductilidad que René 142 pero aún requiere precalentamiento de los componentes del motor de turbina para una reparación a alta temperatura, como demostró Dikran A. Barhanko et al, "Development of Blade Tip Repair for SGT-700 Turbine Blade Stage 1, With Oxidation Resistant Weld Alloy", Proceedings of ASME Turbo Expo 2018, Turbomachinery Technical Conference and Exposition, GT2018, 11-15 de junio de 2018, Oslo, Noruega, para producir soldaduras sin grietas. El precalentamiento a alta temperatura de los componentes de los motores de turbina aumenta considerablemente el coste de la reparación, reduce la productividad y complica la automatización y robotización de la tecnología y los equipos de reparación de soldaduras.

20 El material de soldadura de acuerdo con la Patente de EE.UU. Núm. 11.180.840 contiene (en % en peso): 9,0 -10,5% Cr, 20-22% Co, 1,0-1,4% Mo, 5,0-5,8% W, 2,0-6,0% Ta, 3,0-6,5% Al, 0,2-0,5% Hf, 0,01-0,016% C, 1,5-3,5% Re, 0-1,0% Ge, 0-0,2% Y, 0-1,0% Si, 0-0.015% B y níquel para equilibrar, es dúctil y puede producir soldaduras sin grietas a temperatura ambiente (sin precalentamiento) y soldaduras superpuestas en la mayoría de los materiales monocristalinos disponibles en el mercado. Sin embargo, en los experimentos se descubrió que la acumulación de soldadura, producida por medio de soldadura manual por arco de tungsteno con gas (GTAW-MA) en los materiales monocristalinos PWA1484, CMSX10, René N6 y otros materiales monocristalinos con un contenido de tántalo (Ta) superior al 6 % en peso, es propensa a agrietarse a lo largo de la interfaz, debido a la dilución y a la fusión no uniforme de los materiales monocristalinos, como se muestra en la figura 1a. La composición química de los materiales monocristalinos anteriores y de las superaleaciones a base de níquel de acuerdo con el documento US 11,180,840 (US '840) se proporciona en la Tabla 1 el documento DE 102019208246 A1 desvela superaleaciones a base de cobalto.

25 30 35 40 Tabla 1: Composición química típica del monocristal y de algunos materiales de soldadura en % en peso con níquel para equilibrar

Mat.	Cr	Co	Mo	W	Ta	Al	Hf	Re	Ti	C	Zr	B	Si	Otros	Ref
René N5	7	7,5	1,5	6	4,8	6,2	0,16	3	-	≤0,05	-	0,004	-	-	1
René N6	4,2	12,5	1,4	6	7,2	5,8	0,15	3	-	≤0,1	-	-	-	-	2
CMSX-10	2	3	4	5	8	5,7	0,1	3	-	≤0,1	-	-	-	-	2
PAW1484	5	10	1,9	5,9	8,7	5,6	0,03	3	-	≤0,1	-	-	-	-	1
PW1480	10	5	-	4	12	3,7	-	-	1,5	≤0,1	-	-	-	0.5Nb	3
R142	6,8	12	1,5	4,9	6,4	6,1	1,5	2,8	-	≤0,15	0,1	0,05	-	-	4
R80	14	9,5	4	4	-	3	-	-	5	≤0,17	-	-	-	-	2

US '840	10	21	1,2	5,4	6	5,5	1,5	3	-	≤0,16	-	0,015	≤1	≤0,2Y	
<p>[1] High-Temperature High-Strength Nickel Based Alloys, 1995 Supplement, No.393, NiDL Nickel Development Institute, 19 p.</p> <p>[2] Matthew J. Donachine y Stephen J. Donachine, Superalloys, A Technical Guide, Second Edition, ASM International, 439 p.</p> <p>[3] K. Harris, G.L. Erickson, y R.E. Schwer, Directionally Solidified and Single-Crystal Superalloys, Specialty Steels and Heat-Resistant Alloys, pp. 995-1006.</p> <p>[4] Earl W. Ross y Kevin S. O'Hara, René 142: A High Strength, Oxidation Resistant DS Turbine Airfoil Alloy, Superalloys 1992, pp. 257-265.</p>															

5 En vista de lo anterior, existen necesidades sustanciales en el desarrollo de un nuevo material de soldadura a base de níquel de alta resistencia y ductilidad que pueda producir soldaduras libres de grietas en los materiales monocristalinos (SX) a temperatura ambiente para la reparación de componentes de motores de turbina. En un aspecto, existe la necesidad en la técnica de un material de soldadura a base de níquel que pueda utilizarse para soldar un material base que contenga más de un 6 % en peso de tántalo (Ta). En otro aspecto, existe la necesidad en la técnica de un material de soldadura a base de níquel que pueda utilizarse para soldar un material base que contenga menos de un 6 % en peso de tántalo (Ta).

Sumario de la invención

10 En un aspecto, la invención se relaciona con un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') (Aleación A) que contiene (en % en peso): de 13,0 a 14,0 % Cr, R&M REF: 52803-3117 del 30,0 % al 32,0 % Co, del 0,7 % al 0,9 % Mo, del 7,0 % al 8,0 % W, del 2,0 % al 5,0 % Ta, del 3,8 % al 5,5 % Al, del 0 % al 0,12 % Ti, del 0 % al 0,02 % Zr, del 0,4 a 0,8 % Hf, de 0 a 0,02 % B, de 0,17 a 0,25 % C, de 0,005 a 0,015 % Y, de 0 a 0,01 % V, de 1,0 a 2,0 % Re, y níquel e impurezas para equilibrar. Se determinó que el material de soldadura producía soldaduras sólidas de alta resistencia en materiales monocristalinos con alto contenido en tántalo por medio de soldadura manual por arco de gas tungsteno (GTAW-MA) a temperatura ambiente.

15 En otro aspecto, la invención se relaciona con un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') (Aleación B), que tiene un bajo contenido de carbono, el material de soldadura que contiene (en % en peso): de 13,0 a 14,0 % Cr, de 30,0 a 32,0 % Co, de 0,7 a 0,9 % Mo, de 7,0 a 8,0 % W, de 0,5 a 1,9 % Ta, de 3,8 a 5,5 % Al, de 0 a 0,12 % Ti, de 0,005 a 0,02 % Zr, de 0,4 a 0,8 % Hf, de 0 a 0,02 % B, de 0,05 a 0,16 % C, de 0 a 0,015 % Y, de 0 a 0,01 % V, de 1,0 a 2,0 % Re, y níquel e impurezas para equilibrar. Se determinó que el material de soldadura producía soldaduras sólidas de alta resistencia en varias superaleaciones sin tantalio (o que contenían poca cantidad de Ta) y materiales monocristalinos. Además, la aleación B produce materiales sólidos de fabricación aditiva (AM) en 3D y, como tales, pueden utilizarse para la fabricación de varios artículos, en los que, debido a las condiciones de servicio específicas, los materiales deben demostrar una alta ductilidad a temperatura ambiente y alta temperatura.

20 En otro aspecto, la invención se relaciona con un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') (Aleación F) que contiene (en % en peso): de 13,0 a 14,0 % Cr, de 30,0 a 32,0 % Co, de 0,7 a 0,9 % Mo, de 7,0 a 8,0 % W, de 3,0 a 6,0 % Ta, de 3,8 a 4,5 % Al, de 0 a 0,12 % Ti, de 0 a 0,02 % Zr, de 0,4 a 0,8 % Hf, de 0 a 0,02 % B, de 0,2 a 0,3 % C, de 0 a 0,015 % Y, de 0 a 0,01 % V, de 1,0 a 2,0 % Re, y níquel e impurezas para equilibrar. Se determinó que el material de soldadura producía soldaduras sólidas de alta resistencia y alta dureza en varias superaleaciones, lo que hacía que este material fuera el más adecuado para una reparación de componentes de motores de turbina que presentan una combinación de desgaste, altas tensiones y oxidación a alta temperatura en condiciones de servicio.

Breve descripción de los dibujos

35 Se hará referencia ahora, a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos que muestran realizaciones de ejemplo de la presente solicitud, y en los que:

40 La figura 1 muestra una microestructura típica de la formación de la soldadura adyacente al material base monocristalino PWA1484 por medio de la GTAW-MA a temperatura ambiente mediante el uso de (a) un material de soldadura a base de níquel disponible en el mercado (varillas), donde: 100 - Material base, 200 - Soldadura, 3 - Área diluida ; (b) varillas de soldadura fabricadas a partir del material de soldadura Aleación A (según se desvela en la presente memoria descriptiva);

45 La figura 2 muestra una micrografía del metal de soldadura producido por el GTAW-MA a temperatura ambiente que representa la microestructura y la diferente cantidad de eutéctico interdendrítico en las soldaduras producidas de acuerdo con lo divulgado en la presente memoria descriptiva usando: (a) aleación A con alto contenido en carbono; (b) aleación B con bajo contenido en carbono;

La figura 3 muestra una imagen del carburo basado en tántalo en un metal de soldadura de Aleación B producida (a) mediante el uso de la Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM) de alta resolución, y (b) Espectroscopía de Energía Dispersiva de Rayos X (EDS) de la misma partícula que muestra el enriquecimiento de carburos con tántalo;

- 5 La Figura 4 muestra micrografías del metal de soldadura producido mediante el uso de varillas de soldadura fabricadas a partir de la Aleación A que representan (a) la fase primaria gamma prima (γ') formada durante el envejecimiento a 1079°C (1975°F) durante 4 horas, y (b) la fase secundaria gamma prima (γ') formada durante el envejecimiento a 704°C (1300°F) durante 24 horas;

- 10 La figura 5 muestra las superficies de fractura de la muestra de tracción fabricada a partir de una soldadura de aleación A (tal como se describe en la presente memoria descriptiva) producida mediante el uso de un microscopio electrónico de barrido SEM que muestra (a) la fractura de hoyuelo dúctil de las muestras con precipitados cuboidales, y (b) la misma que (a) producida mediante el uso de la técnica de retrodispersión para resaltar la naturaleza no metálica de los precipitados;

La figura 6 muestra la acumulación de soldadura producida mediante el uso de GTAW-MA y material de soldadura fabricado a partir de la aleación F: (a) René 80, y (b) Superaleación solidificada direccionalmente Mar M002.

- 15 Pueden haberse utilizado números de referencia similares en diferentes figuras para denotar componentes similares.

Acrónimos estándar y descripciones comunes de términos

ASTM-Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (normas)

HPT-Turbina de alta presión

LPT-Turbina de baja presión

- 20 END - Ensayos no destructivos

NGV-Álabe guía de tobera

UTS - Resistencia máxima a la tracción

LBW-Soldadura por haz láser

Soldadura por microplasma MPW

- 25 GTAW-Soldadura por arco de gas tungsteno

EBW-Soldadura por haz de electrones

PAW-Soldadura por arco de plasma

SX-Material de cristal único

BM-Material de base

- 30 3D AM-Fabricación aditiva tridimensional

SEM-Microscopio electrónico de barrido

EDS-Espectroscopia de rayos X de dispersión de energía

- 35 Superaleaciones a base de níquel-son materiales metálicos que se utilizan para la fabricación de componentes de motores de turbina y otros artículos que presentan una excelente resistencia mecánica y resistencia a la fluencia (tendencia de los materiales sólidos a moverse o deformarse lentamente bajo tensión) a altas temperaturas, hasta 0,9 de temperatura de fusión; buena estabilidad superficial y resistencia a la oxidación y a la corrosión. Las superaleaciones reforzadas por precipitación suelen tener una matriz con una red cristalina austenítica cúbica centrada en la cara con precipitación de fase γ' basada en níquel-aluminio o titanio-aluminio. Las superaleaciones se utilizan sobre todo para fabricar componentes de motores de turbina.

- 40 Soldabilidad-capacidad de un material para ser soldado bajo condiciones impuestas en una estructura específica y adecuada y para funcionar satisfactoriamente para su uso previsto.

Componentes estructurales del motor de turbina: varias carcasas, bastidores, anillos de paletas guía de toberas y otras piezas del estator que garantizan la integridad del motor en condiciones de servicio.

Material base-es el material de los componentes del motor y de las muestras de prueba.

Espectroscopia de rayos X de energía dispersiva (EDS)-es una técnica analítica utilizada para el análisis elemental o la caracterización química de una muestra.

Descripción de las realizaciones de ejemplo

5 En un aspecto, la invención se relaciona con un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') (Aleación A), que comprende en % en peso:

- Cromo del 13,0 al 14,0 %,
- Cobalto del 30,0 al 32,0 %,
- Molibdeno del 0,7 al 0,9 %,
- Tungsteno de 7,0 a 8,0 %,
- 10 • Tántalo del 2,0 al 5,0 %,
- Aluminio del 3,8 al 5,5%,
- Titanio de 0 a 0,12 %,
- Circonio de 0 a 0,02 %,
- Hafnio de 0,4 a 0,8 %,
- 15 • Boro de 0 a 0,02 %,
- Carbono de 0,17 a 0,25 %,
- Itrio de 0,005 a 0,015 %,
- Vanadio de 0 a 0,01 %,
- Renio de 1,0 a 2,0 %, y
- 20 • Níquel e impurezas para equilibrar.

En otro aspecto, la invención se relaciona con un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') (Aleación B), que comprende en peso %:

- Cromo del 13,0 al 14,0 %,
- Cobalto del 30,0 al 32,0 %,
- 25 • Molibdeno del 0,7 al 0,9 %,
- Tungsteno de 7,0 a 8,0 %,
- Tántalo del 0,5 al 1,9 %,
- Aluminio del 3,8 al 5,5%,
- Titanio de 0 a 0,12 %,
- 30 • Circonio de 0,005 a 0,02 %,
- Hafnio de 0,4 a 0,8 %,
- Boro de 0 a 0,02 %,
- Carbono de 0,05 a 0,16 %,
- Itrio de 0 a 0,015 %,
- 35 • Vanadio de 0 a 0,01 %,

ES 3 013 062 T3

- Renio de 1,0 a 2,0 %, y
- Níquel e impurezas para equilibrar.

En un tercer aspecto, la invención se relaciona con un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') (Aleación F), que comprende en peso %:

- 5
- Cromo del 13,0 al 14,0 %,
 - Cobalto del 30,0 al 32,0 %,
 - Molibdeno del 0,7 al 0,9 %,
 - Tungsteno de 7,0 a 8,0 %,
 - Tántalo del 3,0 al 6,0 %,

- 10
- Aluminio del 3,8 al 4,5%,
 - Titanio de 0 a 0,12 %,
 - Circonio de 0 a 0,02 %,
 - Hafnio de 0,4 a 0,8 %,
 - Boro de 0 a 0,02 %,

- 15
- Carbono del 0,2 al 0,3%,
 - Itrio de 0 a 0,015 %,
 - Vanadio de 0 a 0,01 %,
 - Renio de 1,0 a 2,0 %, y
 - Níquel para equilibrar.

20 En una realización, el cromo (Cr) está presente en cualquiera de las Aleaciones A, B o F en un intervalo de 13,0 a 14,0 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') puede contener cromo en 13,0 % en peso, 13,1 % en peso, 13,2 % en peso, 13,4 % en peso, 13,5 % en peso, 13,6 % en peso, 13,7 % en peso, 13,8 % en peso, 13,9 % en peso o 14,0 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

25 En una realización, el cobalto (Co) está presente en la aleación A, B o F en un intervalo de 30,0 a 32,0 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la aleación A o F puede contener cobalto en 30,0 % en peso, 30,1 % en peso, 30,2 % en peso, 30,3 % en peso, 30,4 % en peso, 30,5 % en peso, 30,6 % en peso, 30,7 % en peso, 30,8 % en peso, 30,9 % en peso, 31,0 % en peso, 31,1 % en peso, 31,2 % en peso, 31,3 % en peso, 31,4 % en peso, 31,5 % en peso, 31,6 % en peso, 31,7 % en peso, 31,8 % en peso, 31,9 % en peso o 32,0 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

30 En una realización, el molibdeno (Mo) está presente en cualquiera de las Aleaciones A, B o F en un intervalo de 0,7 a 0,9 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de cualquiera de las Aleaciones A, B o F puede contener molibdeno en 0,7 % en peso, 0,75 % en peso, 0,80 % en peso, 0,85 % en peso o 0,9 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

35 En una realización, el wolframio (W) está presente en cualquiera de las Aleaciones A, B o F en un intervalo de 7,0 a 8,0 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de cualquiera de las Aleaciones A, B o F puede contener wolframio en 7,0 % en peso, 7,1 % en peso, 7,2 % en peso, 7,3 % en peso, 7,4 % en peso, 7,5 % en peso, 7,6 % en peso, 7,7 % en peso y 7,7 % en peso, 7,8 % en peso, 7,9 % en peso u 8,0 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

ES 3 013 062 T3

5 En una realización, el hafnio (Hf) está presente en cualquiera de las Aleaciones A, B o F en un intervalo de 0,4 a 0,8 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de cualquiera de las Aleaciones A, B o F puede contener hafnio en 0,4 % en peso, 0,45 % en peso, 0,50 % en peso, 0,55 % en peso, 0,60 % en peso, 0,65 % en peso, 0,70 % en peso, 0,75 % en peso, 0,80 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

10 En una realización, el boro (B) está presente en cualquiera de las Aleaciones A, B o F en un intervalo de 0 a 0,02 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de cualquiera de las Aleaciones A, B o F puede contener boro en 0 % en peso, 0,005 % en peso, 0,010 % en peso, 0,015 % en peso o 0,02 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

15 En una realización, el carbono (C) está presente en la Aleación A en un intervalo de 0,17 a 0,25 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la aleación A puede contener carbono en 0,17 % en peso, 0,18 % en peso, 0,19 % en peso, 0,20 % en peso, 0,21 % en peso, 0,22 % en peso, 0,23 % en peso, 0,24 % en peso o 0,25 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basados en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

20 En una realización, el carbono (C) está presente en la aleación B en un intervalo de 0,05 a 0,16 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la aleación A puede contener carbono en 0,05 % en peso, 0,06 % en peso, 0,07 % en peso, 0,08 % en peso, 0,09 % en peso, 0,10 % en peso, 0,11 % en peso, 0,12 % en peso, 0,13 % en peso, 0,14 % en peso, 0,09 % en peso, 0,10 % en peso, 0,11 % en peso, 0,12 % en peso, 0,13 % en peso, 0,14 % en peso, 0,15 % en peso o 0,16 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

25 En una realización, el carbono (C) está presente en la aleación F en un intervalo de 0,2 a 0,3 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la aleación A puede contener carbono en 0,2 % en peso, 0,21 % en peso, 0,22 % en peso, 0,23 % en peso, 0,24 % en peso, 0,25 % en peso, 0,26 % en peso, 0,27 % en peso, 0,28 % en peso, 0,29 % en peso, 0,23 % en peso, 0,24 % en peso, 0,25 % en peso, 0,26 % en peso, 0,27 % en peso, 0,28 % en peso, 0,29 % en peso o 0,3 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

30 En una realización, el itrio (Y) está presente en la Aleación A en un intervalo de 0,005 a 0,015 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la Aleación A puede contener itrio en 0,005 % en peso, 0,010 % en peso, o 0,015 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

35 En una realización, el itrio (Y) está presente en las Aleaciones B o F en un intervalo de 0 a 0,015 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la aleación B o F puede contener itrio en 0 % en peso, 0,005 % en peso, 0,010 % en peso o 0,015 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

40 En una realización, el vanadio (V) está presente en cualquiera de las Aleaciones A, B o F en un intervalo de 0 a 0,01 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de cualquiera de las Aleaciones A, B o F puede contener boro en 0 % en peso, 0,005 % en peso o 0,01 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

45 En una realización, el renio (Re) está presente en cualquiera de las Aleaciones A, B o F en un intervalo de 1,0 a 2,0 % en peso, y todos los valores intermedios. En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de cualquiera de las Aleaciones A, B o F puede contener renio en 1,0 % en peso, 1,1 % en peso, 1,2 % en peso, 1,3 % en peso, 1,4 % en peso, 1,5 % en peso, 1,6 % en peso, 1,7 % en peso y 1,8 % en peso, 1,9 % en peso o 2,0 % en peso, y todos los valores intermedios y/o todas las combinaciones de intervalos basadas en los valores indicados en la presente memoria descriptiva.

50 Además de los elementos aquí señalados, las Aleaciones A, B o F contienen níquel (Ni) e impurezas para equilibrar. Las una o más impurezas presentes en cualquiera de las aleaciones A, B o F no están particularmente limitadas, y pueden incluir impurezas que estén presentes en cantidades pequeñas o minúsculas que no alteren las propiedades de las aleaciones A, B o F, ni afecten a la utilidad de las aleaciones A, B o F (en particular, la utilidad de las aleaciones A, B o F como material de soldadura). En una realización particular, por ejemplo y sin limitación, las impurezas están

presentes por debajo o en el límite de detección de un detector. En otra realización, por ejemplo y sin limitación, las aleaciones A, B o F contienen los elementos mencionados anteriormente y níquel para equilibrar.

5 En una realización, por ejemplo y sin limitación, el material de soldadura basado en níquel de alta gamma prima (γ') de la Aleación A puede utilizarse para soldar un material base que contenga $>6\%$ en peso o $\geq 6\%$ en peso de Ta. En una realización, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (γ') de la aleación B puede utilizarse para soldar un material base que contenga $<6\%$ en peso o $\leq 6\%$ en peso de Ta. En una realización, el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (γ') de la aleación F puede utilizarse para aplicaciones de recargue duro de superaleaciones que contengan 0-10 % en peso de Ta.

10 En vista de lo anterior, la invención se relaciona con material de soldadura basado en níquel de alta gamma prima (γ') (material de soldadura), y se basa en el desarrollo ulterior de la superaleación divulgada en Patente de EE.UU. Núm. 11.180.840. El material de soldadura desvelado en la presente memoria descriptiva puede utilizarse para la reparación de componentes de motores de turbina fabricados a partir de monocristal de cojinete de tántalo y otros materiales por medio de soldadura manual por arco de tungsteno con gas (GTAW-MA), así como para soldadura automática por haz láser (LBW), plasma (PAW), microplasma (MPW), haz de electrones (EBW) y fabricación aditiva 3D (AM).

15 El GTAW-MA se ha utilizado durante décadas para la reparación de grietas en varios componentes de motores de turbina. Desgraciadamente, el agrietamiento a lo largo de la línea de fusión, como se muestra en la Figura 1a, debido a una penetración y dilución de la soldadura mal controladas durante la soldadura manual, ha sido uno de los principales inconvenientes del proceso GTAW-MA. Por lo tanto, se necesitaron materiales de soldadura de alta gamma prima mejorados para resolver el problema del agrietamiento, ya que ni la composición química de los componentes del motor de turbina ni la dilución de las soldaduras GTAW-MA pueden ser alternadas y controladas adecuadamente por los soldadores. Además, el desarrollo de superaleaciones de alta gamma prima con buena soldabilidad puede ser valioso para la implementación de nuevos procesos de AM 3D para la fabricación de componentes de motores de turbina.

25 En el curso del desarrollo de los materiales de soldadura desvelados en la presente memoria descriptiva, se descubrió que en lugar de reducir el contenido de carbono destinado a mitigar el agrietamiento siguiendo tendencias bien conocidas, se aumentó el contenido de carbono en el material de soldadura a base de níquel desvelado en la presente memoria descriptiva, lo que, en combinación con la optimización de otros elementos de aleación, mejoró la formación de carburos discretos refractarios basados en Ta (como se muestra en la figura 2a), reduciendo la cantidad de eutécticos de baja temperatura interdendríticos basados en Ta-Ni y Ta-Hf-Ni, como se muestra en la figura 2b. La microscopía electrónica de transmisión (TEM) de alta resolución y la espectroscopía de rayos X de energía dispersiva (EDS) confirmaron la formación de carburos basados en Ta, como se muestra en la figura 3.

30 Para la caracterización de los materiales de soldadura desvelados en la presente memoria descriptiva, las Aleaciones A de alto contenido en carbono, la Aleación B así como las Aleaciones F de bajo contenido en carbono se fabricaron por colada seguida de la fabricación de varillas de soldadura mediante el uso de equipos y procesos comercialmente disponibles. Las composiciones químicas de los materiales de soldadura desvelados en la presente memoria descriptiva se indican en la Tabla 2.

Tabla 2: Composición química de los materiales de soldadura (aleación A y B) en % en peso

Mat.	Cr	Co	Mo	W	Ta	Al	Ti	Zr	Hf	Re	C	B	Y	V	Ni
Aleación	13,0	30,0	0,7	7,0	2,0	3,8	0	0	0,4	1,0	0,17	0	0,005	0	Bal
A	14,0	32,0	0,9	8,0	5,0	5,5	0,12	0,02	0,8	2,0	0,25	0,02	0,015	0,01	
Aleación	13,0	30,0	0,7	7,0	0,5	3,8	0	0,005	0,4	1,0	0,05	0	0	0	Bal
B	14,0	32,0	0,9	8,0	1,9	5,5	0,12	0,02	0,8	2,0	0,16	0,02	0,015	0,01	
Aleación	13,0	30,0	0,7	7,0	3,0	3,8	0	0	0,4	1,0	0,2	0	0	0	Bal
F	14,0	32,0	0,9	8,0	6,0	4,5	0,12	0,02	0,8	2,0	0,3	0,02	0,015	0,01	

Los valores indicados en la tabla anterior reflejan los límites inferior y superior de cada elemento.

40 La estructura de los materiales de soldadura desvelados en la presente memoria descriptiva y las uniones soldadas disímiles se estudiaron en las condiciones de tratamiento térmico mediante el uso de microscopía electrónica de luz y barrido (SEM) disponible comercialmente, microscopía electrónica de transmisión de alta resolución (TEM) y espectroscopía de rayos X de energía dispersiva (EDS). En las figuras 4 a 5 se muestra una microestructura típica de los materiales de soldadura aquí descritos.

45 Las muestras fabricadas con los materiales de soldadura y las uniones soldadas disímiles que comprenden el material base monocristalino y la acumulación de soldadura multicapa producida por GTAW-MA se ensayaron a temperatura

ambiente (21°C; 70°F) de acuerdo con la norma E-8 de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM). A temperaturas de 927°C (1700°F), 982°C (1800°F) y 1038°C (1900°F) las muestras se sometieron a ensayos de tracción de acuerdo con ASTM E-21 en aire. Además de lo anterior, las muestras "All Weld Metal" (AWM) fabricadas a partir de las aleaciones A y B se sometieron a ensayos de tracción para la caracterización de los materiales de AM 3D. El ensayo de dureza Vickers de las soldaduras de recargue duro producidas mediante el uso de la aleación F con base de cobalto estándar PWA694 y discutida aquí se realizó a temperatura ambiente de acuerdo con ASTM-E92 con una carga de 300 gramos.

El estudio de la microestructura reveló que los materiales de soldadura desvelados en la presente memoria descriptiva contenían la matriz gamma basada en Ni-Co-Cr-W-Re, fases primarias y secundarias gamma primarias cuboidales, así como carburos discretos, en su mayoría cuboidales, basados en Ta. La fracción de volumen (vol.%) y el tamaño de la fase gamma prima dependían de la composición química de los materiales de soldadura y de los parámetros de tratamiento térmico. Por ejemplo, el tratamiento térmico de envejecimiento primario de la Aleación A a 1079°C (1975°F) durante 4 horas seguido del envejecimiento secundario a 704°C (1300°F) durante 24 horas dio lugar a una precipitación del 66,5 vol.% de la fase primaria gamma y del 2,25 vol.% de la fase secundaria gamma con un tamaño de 602 ± 120 nm y 28 ± 6 nm, como se muestra en las figuras 3a y 3b respectivamente. De este modo, la cantidad total de fase gamma prima fue del 68,5 % vol.

Se encontró que las Aleaciones A y B demostraron propiedades suficientes para la reparación y AM 3D de componentes de motores de turbina (ver Tabla 3). La selección del material de soldadura adecuado debe realizarse en función de las condiciones de servicio y la composición química de los componentes del motor de turbina. La aleación A resultó ser la más adecuada para la reparación de componentes de motores de turbina fabricados a partir de materiales monocristalinos con un contenido de Ta superior al 6 % en peso expuestos a temperaturas máximas de 982°C (1800°F). La aleación B de bajo contenido en carbono resultó ser la más adecuada para la reparación de componentes de motores de turbina fabricados a partir de materiales monocristalinos con un contenido en Ta inferior al 6 % en peso por medio de GTAW-MA y componentes 3D AM que, debido a las condiciones de servicio, deben fabricarse a partir de materiales con alta ductilidad a temperatura ambiente y alta temperatura. Sin embargo, debido al alto contenido de Co, que reduce el límite elástico del 0,2% a alta temperatura, parece que la temperatura de servicio de estos componentes no debe superar los 982°C (1800°F).

El análisis de la fractura de las muestras de tracción reveló que las superficies de fractura presentaban, como es típico en materiales dúctiles, fractura en hoyuelos con carburos discretos de alta resistencia incrustados en la matriz dúctil, como se muestra en la Figura 5. Por lo tanto, la combinación única de alta resistencia y ductilidad se atribuyó en efecto a la precipitación de la fase cuboidal Ni-Al basada en gamma prima y carburos basados en Ta en la matriz dúctil basada en Ni-Co-Cr-Re-Mo-W. La buena soldabilidad de los materiales desvelados en la presente memoria descriptiva se atribuyó a la elevada ductilidad de las aleaciones A, B y F, que permitió la acomodación de las tensiones térmicas por deformación plástica y la optimización de la cantidad de eutécticos que se formaron durante la solidificación de un baño de soldadura por medio de la optimización de la cantidad de carbono en conjunción con otros elementos de aleación y la dilución de las soldaduras debido a la interacción metalúrgica con los materiales de los componentes de los motores de turbina.

Tabla 3: Propiedades mecánicas de los materiales fundidos tras el tratamiento térmico de envejecimiento

Material	Prueba Temp. °C (°F)	UTS, MPa (KSI)	0,2% Límite elástico, MPa (KSI)	Elong. %
Aleación A	21 (70)	1067 (154,8)	849 (123,1)	8,7
	927 (1700)	483 (70,1)	372 (53,9)	28,2
	1038 (1900)	159 (23,0)	108 (15,7)	51,0
Aleación B	21 (70)	1025 (148,6)	814 (118,1)	24,4
	927 (1700)	435 (63,1)	341 (49,4)	29,3
	1038 (1900)	167 (24,2)	103 (14,9)	52,8

40 Ejemplo 1

Para demostrar la reparación de soldaduras de punta de cuchillas de turbina de alta presión (HPT) fabricadas a partir del material de base PWA1484 monocristalino, que comprende 8,7 % en peso de Ta, las muestras de soldadura disimilares se produjeron por medio de deposición de soldadura multipaso GTAW-MA mediante el uso de material de soldadura de aleación A (varillas) de acuerdo con la reivindicación 1 sobre el material de sustrato PWA1484 con un espesor de 8,9 mm (0,35 pulgadas) a temperatura ambiente. La soldadura de las muestras y la reparación de la pala HPT se realizaron mediante el uso del soldador Miller Power Supplier disponible en el mercado para GTAW en argón. La corriente de soldadura, la velocidad de soldadura y la velocidad de avance de la varilla de soldadura se

establecieron por medio de experimentos siguiendo las prácticas estándar basadas en el espesor del material base y el diámetro de las varillas de soldadura, consulte 'Guidelines For Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)', 215994F de 2018-01, de Miller, que se puede encontrar en el sitio web de Miller siguiendo el enlace (<https://www.millerwelds.com/-/media/inriver/guidelines-for-gas-tungsten-arc-welding-gtaw.pdf>). La tensión del arco era variable y dependía de la capacidad del soldador para mantener la distancia entre el electrodo de wolframio y el baño de soldadura, lo que, combinado con la velocidad de soldadura y la velocidad de avance del alambón inconsistentes, daba como resultado la penetración irregular y la dilución variable que se muestran en la Figura 1b. Tras la soldadura, las muestras de ensayo se sometieron al tratamiento térmico de envejecimiento primario a 1079°C (1975°F) durante 4 horas, seguido del tratamiento térmico de envejecimiento secundario a 704°C (1300°F) durante 24 horas, como para el material base PWA1484. Las muestras de tracción disimilares (DWJ) que comprenden las partes iguales en tamaño y geometrías del material base PWA1484 y los depósitos de soldadura multicapa de Aleación A con la línea de unión situada en el centro de la zona de calibre. Sólo se utilizaron el UTS y la reducción de área (RA) para una caracterización de la unión soldada de las muestras de tracción disímiles debido a las diferencias significativas en la resistencia y ductilidad de los materiales monocristalinos de alta resistencia y el metal de soldadura policristalino. No obstante, el límite de elasticidad del 0,2% sigue figurando como referencia.

El examen metalográfico y los ensayos no destructivos (END) de las muestras de DWJ mediante el uso de un examen radiográfico estándar no revelaron grietas y otras discontinuidades de soldadura a pesar de la inconsistencia en la penetración de la soldadura y la dilución significativa del metal de soldadura a lo largo de la interfaz como se muestra en la Figura 1b.

Las uniones soldadas disimilares demostraron un UTS ligeramente superior al de la Aleación A debido al fortalecimiento del metal de soldadura por el metal PWA1484 durante la dilución como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Propiedades de tracción de las muestras de soldadura PWA1484-LW4272W

Prueba Temp. °C (°F)	UTS, MPa (KSI)	0,2% Límite elástico, MPa (KSI)	Reducción de la superficie
21 (70)	1118 (162,1)	380(55,1)	7,5
927 (1700)	512 (74,3)	371 (53,8)	42,2

El material de soldadura de aleación A con alto contenido de cobalto y carbono resultó ser el más adecuado para una reparación de grieta radial adyacente a la zona de la punta de baja tensión de cuchillas de turbina fabricadas a partir de materiales monocristalinos con alto contenido de tántalo tales como PWA1484, PWA1480, CMSX-10. Gracias a su alto contenido en carbono y cobalto, la aleación A pudo alojar más tántalo y hafnio sin agrietarse. Sin embargo, el cobalto redujo la resistencia de la Aleación A a 1038°C (1900°F) como se muestra en la Tabla 3. Por lo tanto, la aleación A se recomendó principalmente para la reparación de componentes de motores de turbina expuestos a temperaturas inferiores a 982°C (1800°F).

Ejemplo 2

Para demostrar la reparación de componentes de motores de turbina fabricados a partir del material monocristalino René N5, que contiene 4,8 % en peso de Ta, las muestras de soldadura disimilares se produjeron por medio de deposición de soldadura multipaso GTAW-MA mediante el uso de varillas de soldadura fabricadas a partir de la aleación B de acuerdo con la reivindicación 2 sobre el sustrato René N5 a temperatura ambiente. La soldadura de las muestras se realizó mediante el uso del equipo de soldadura, los parámetros y las técnicas descritas en el Ejemplo 1. Después de la soldadura, las muestras de ensayo se sometieron al tratamiento térmico de envejecimiento primario a 1079°C (1975°F) durante 4 horas, seguido del tratamiento térmico de envejecimiento secundario a 899°C (1650°F) durante 4 horas, como para el material base René N5. Las muestras DWJ que comprenden las partes iguales en tamaño y geometrías del material base René N5 y la acumulación de soldadura multicapa Aleación B con la línea de unión situada en el centro de la zona de calibre se fabricaron de acuerdo con la norma ASTM E-8. Sólo se utilizaron el UTS y la reducción de área (RA) para una caracterización de las uniones soldadas disímiles debido a las diferencias significativas en la resistencia y ductilidad de alta resistencia del material monocristalino René N5 y el metal de soldadura policristalino. El límite elástico del 0,2% se proporciona sólo como referencia. Como se desprende de la Tabla 5, las uniones soldadas disimilares demostraron propiedades mecánicas similares a las propiedades de la Aleación B en estado envejecido.

Tabla 5: Propiedades de tracción de uniones soldadas René N5 - Aleación B/Aleación C

Material soldadura	de	Prueba Temp. °C (°F)	UTS, MPa (KSI)	0,2% Límite elástico, MPa (KSI)	Área de reducción, %.
Aleación B		21 (70)	1018 (147,7)	796 (115,4)	22,5

ES 3 013 062 T3

	982 (1800)	345 (50,1)	225 (32,7)	19,8
--	------------	------------	------------	------

Ejemplo 3

5 A pesar del alto contenido en carbono, la Aleación A así como la Aleación B de bajo contenido en carbono fueron encontradas por los experimentos adecuadas para la AM 3D. Como se desprende de la Tabla 6, las propiedades de tracción de las muestras de "todo el metal de soldadura" producidas mediante el uso de la aleación A de alto contenido en carbono y la aleación B de bajo contenido en carbono demostraron una buena resistencia a la tracción a 21°C (70°F) y 927°C (1700°F). La selección de los materiales de soldadura para la AM 3D debe realizarse en función de las condiciones de servicio, mientras que la selección de los materiales de soldadura para una reparación de componentes de motores de turbina debe realizarse en función de las condiciones de servicio y la composición química de los materiales base de los componentes de motores de turbina, tal y como se ha comentado anteriormente.

Tabla 6: Propiedades de tracción de las muestras de ensayo "All Weld Metal" (AWM)

Material	Prueba Temp. °C (°F)	UTS, MPa (KSI)	0,2% Límite elástico, MPa (KSI)	Alargamiento, %.
AWM Aleación A	21 (70)	1231 (178,6)	1044 (151,4)	8,3
	927 (1700)	465 (67,5)	422 (61,2)	22,5
	1038 (1900)	177 (25,6)	125 (18,2)	54,3
AWM Aleación B	21 (70)	1036 (150,2)	852 (123,5)	18,1
	927 (1700)	452 (65,5)	352 (51,1)	27,5
	1038 (1900)	152 (22,1)	114 (16,6)	52,8

Ejemplo 4

15 Debido al alto contenido de cobalto y carbono, los materiales de soldadura desvelados en la presente memoria descriptiva pueden utilizarse también para una reparación de componentes de motores de turbina fabricados a partir de René 80 libre de tantalio equiaxado y solidificado direccionalmente, Inconel 713, René 77, así como Inconel 738 de bajo contenido en tantalio disponible en el mercado, Mar M002 y otras superaleaciones que presentan una combinación de desgaste severo y altas tensiones en condiciones de servicio, en lugar del material de revestimiento duro PWA694 a base de cobalto disponible en el mercado.

20 PAW694 tiene buena resistencia al desgaste pero bajas propiedades de tracción a alta temperatura como se muestra en la Tabla 7. Se determinó por medio de experimentos, que las varillas de soldadura fabricadas a partir de la aleación F producían soldaduras sanas en el material René 80 y Mar M002 solidificado direccionalmente. La resistencia última a la tracción (UTS) de las soldaduras producidas con la aleación F a 982 °C (1800 °F) fue de 326 MPa (47,3 KSI), mientras que las soldaduras con PWA694 demostraron una UTS de sólo 205 MPa (29,8 KSI). La microdureza de las soldaduras de Aleación F de 461 Hv a temperatura ambiente fue superior a la microdureza de las soldaduras de PWA694 de 349,5 Hv, como se muestra en la Tabla 7. Por lo tanto, la aleación F puede utilizarse para la restauración de obenques de cuchillas de turbina de baja y alta presión, puntas de cuchillas de turbina que presentan una combinación de rozamiento, erosión y oxidación a alta temperatura, así como diversos álabes guía de tobera (NGV).

Tabla 7: Propiedades de tracción de las muestras de ensayo "All Weld Metal" (AWM) a 982°C (1800°F)

Metal soldado	UTS, MPa (KSI)	0,2% Límite elástico, MPa (KSI)	Alargamiento, %.
Aleación F	326 (47,3)	245 (35,5)	33,1
PWA694	205 (29,8)	138 (20,0)	32,1

30 Debería ser obvio que los ejemplos proporcionados no limitan las aplicaciones de los materiales inventados así como la fabricación de otras realizaciones para la reparación de componentes de motores de turbina y AM 3D con la gama reivindicada de elementos de aleación.

REIVINDICACIONES

1. Un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y'), que comprende en peso %:

- Cromo del 13,0 al 14,0 %,
- Cobalto del 30,0 al 32,0 %,

5 - Molibdeno del 0,7 al 0,9 %,

- Tungsteno de 7,0 a 8,0 %,

- Tántalo del 2,0 al 5,0 %,

- Aluminio del 3,8 al 5,5%,

- Titanio de 0 a 0,12 %,

10 - Circonio de 0 a 0,02 %,

- Hafnio de 0,4 a 0,8 %,

- Boro de 0 a 0,02 %,

- Carbono de 0,17 a 0,25 %,

- Itrio de 0,005 a 0,015 %,

15 - Vanadio de 0 a 0,01 %,

- Renio de 1,0 a 2,0 %, y

- Níquel e impurezas para equilibrar.

2. Un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y'), que comprende en peso %:

- Cromo del 13,0 al 14,0 %,

20 - Cobalto del 30,0 al 32,0 %,

- Molibdeno del 0,7 al 0,9 %,

- Tungsteno de 7,0 a 8,0 %,

- Tántalo del 0,5 al 1,9 %,

- Aluminio del 3,8 al 5,5%,

25 - Titanio de 0 a 0,12 %,

- Circonio de 0,005 a 0,02 %,

- Hafnio de 0,4 a 0,8 %,

- Boro de 0 a 0,02 %,

- Carbono de 0,05 a 0,16 %,

30 - Itrio de 0 a 0,015 %,

- Vanadio de 0 a 0,01 %,

- Renio de 1,0 a 2,0 %, y

- Níquel e impurezas para equilibrar.

3. Un material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y'), que comprende en peso %:

35 - Cromo del 13,0 al 14,0 %,

- Cobalto del 30,0 al 32,0 %,

- Molibdeno del 0,7 al 0,9 %,

ES 3 013 062 T3

- Tungsteno de 7,0 a 8,0 %,
 - Tántalo del 3,0 al 6,0 %,
 - Aluminio del 3,8 al 4,5%,
 - Titanio de 0 a 0,12 %,
 - 5 - Circonio de 0 a 0,02 %,
 - Hafnio de 0,4 a 0,8 %,
 - Boro de 0 a 0,02 %,
 - Carbono del 0,2 al 0,3%,
 - Itrio de 0 a 0,015 %,
 - 10 - Vanadio de 0 a 0,01 %,
 - Renio de 1,0 a 2,0 %, y
 - Níquel e impurezas para equilibrar.
4. Uso del material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') definido en las reivindicaciones 1, 2 o 3, como material para un alambre de soldadura, una varilla de soldadura, un polvo de soldadura o un componente de motor de turbina.
 - 15 5. Uso del material a base de níquel de alta gamma prima (y') definido en la reivindicación 2, como material de fabricación aditiva (AM) 3D.
 6. Uso del material a base de níquel de alta gamma prima (y') definido en la reivindicación 3, como material de fabricación aditiva (AM) 3D, o en una aplicación de revestimiento duro sobre un componente de motor de turbina fabricado a partir de una superaleación que contiene 0-10 % en peso de Ta.
 - 20 7. Componente de motor de turbina que comprende el material a base de níquel de alta gamma prima (y') definido en la reivindicación 3.
 8. Componente de motor de turbina fabricado por medio de fabricación aditiva 3D mediante el uso del material a base de níquel de alta gamma prima (y') definido en las reivindicaciones 1, 2 o 3.
 - 25 9. Un procedimiento de fabricación de un componente de motor de turbina, que comprende la etapa de soldar un material base con el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la reivindicación 1.
 10. El procedimiento de la reivindicación 9, en el que la soldadura se lleva a cabo por medio de soldadura manual por arco de tungsteno con gas (GTAW-MA) a temperatura ambiente.
 - 30 11. El procedimiento de la reivindicación 9 o 10, en el que el material base comprende > 6 % en peso de Ta, o ≥ 6 % en peso de Ta.
 12. Un procedimiento de fabricación de un componente de motor de turbina, que comprende la etapa de soldar un material base con el material de soldadura a base de níquel de alta gamma prima (y') de la reivindicación 2.
 13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el material base comprende < 6 % en peso de Ta, o ≤ 6 % en peso de Ta.
 - 35 14. Un procedimiento de fabricación de un componente de motor de turbina, que comprende la etapa de soldar un material base o fabricación aditiva 3D del material base con el material de soldadura basado en níquel de alta gamma prima (y') de la reivindicación 3.
 15. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, en el que el material de soldadura es un alambre de soldadura, una varilla de soldadura o un polvo de soldadura.

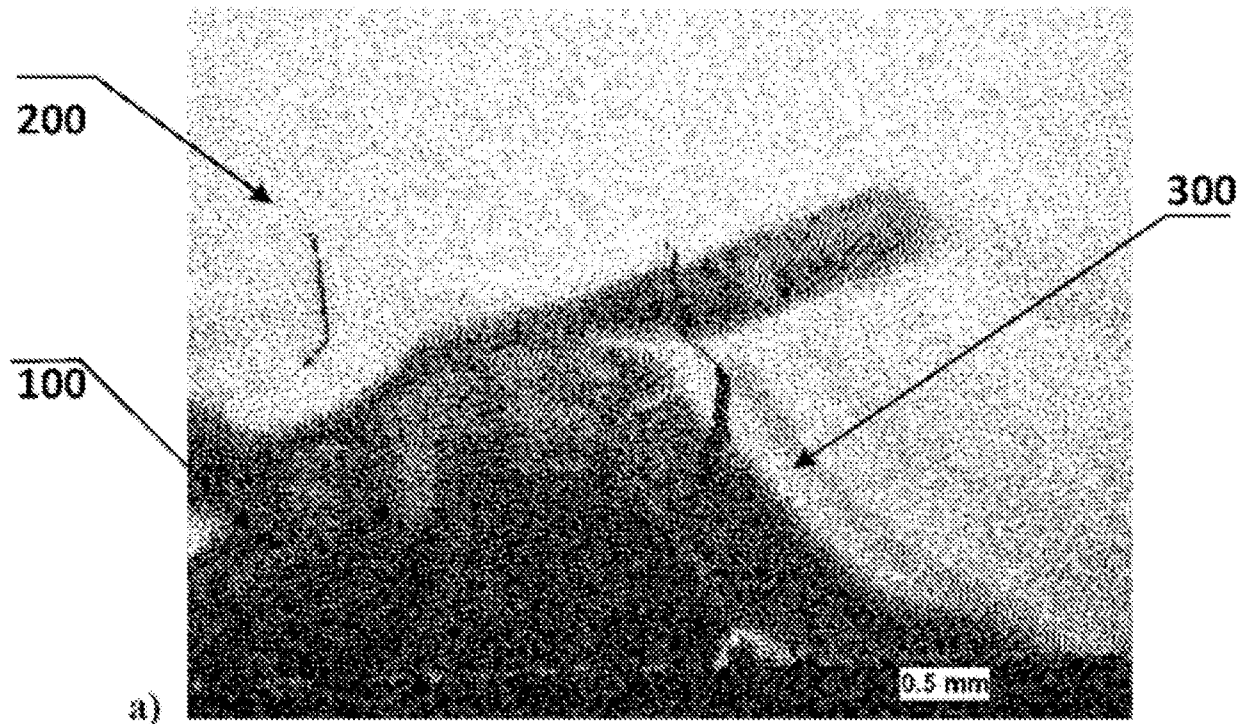


FIGURA 1

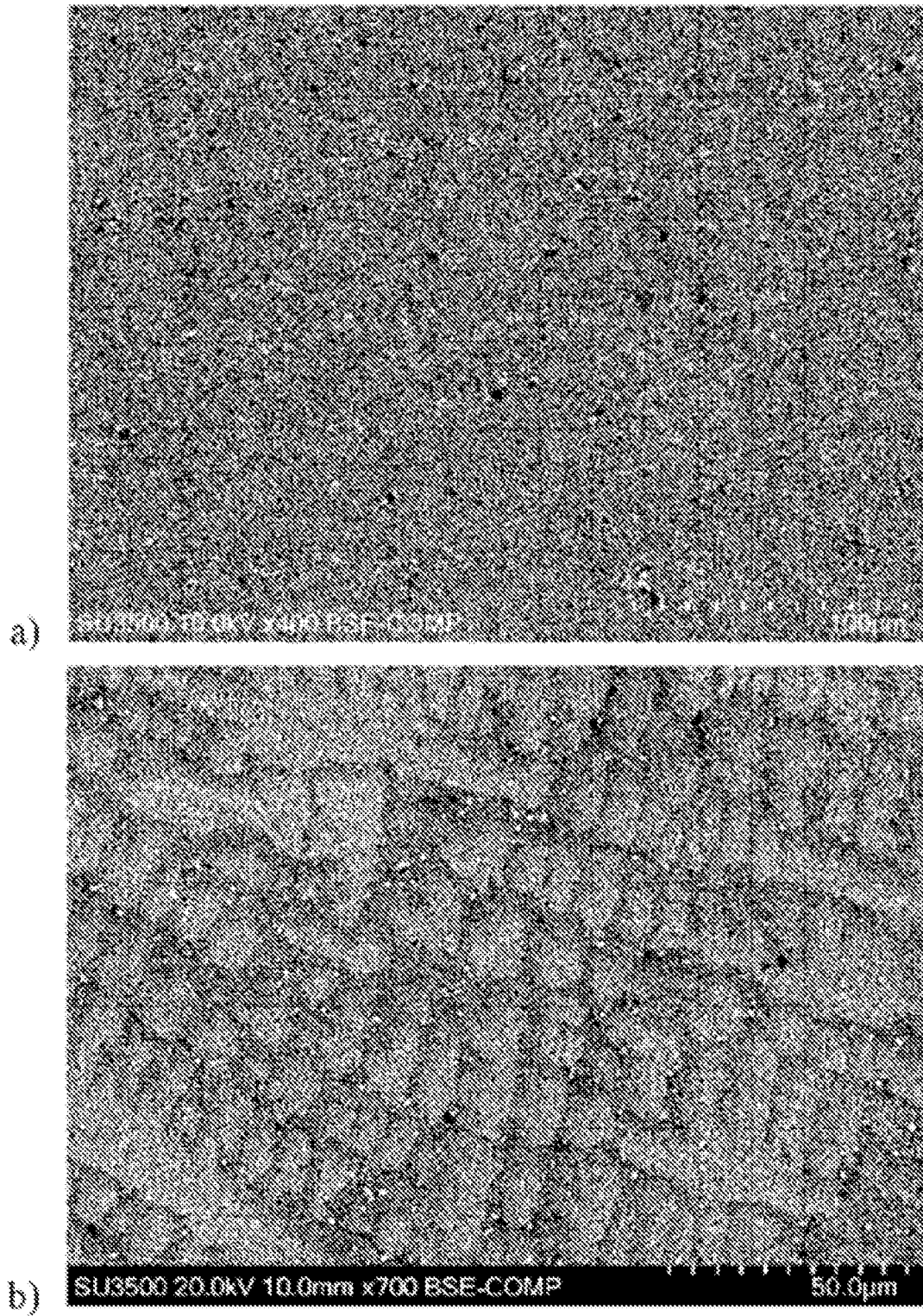


FIGURA 2

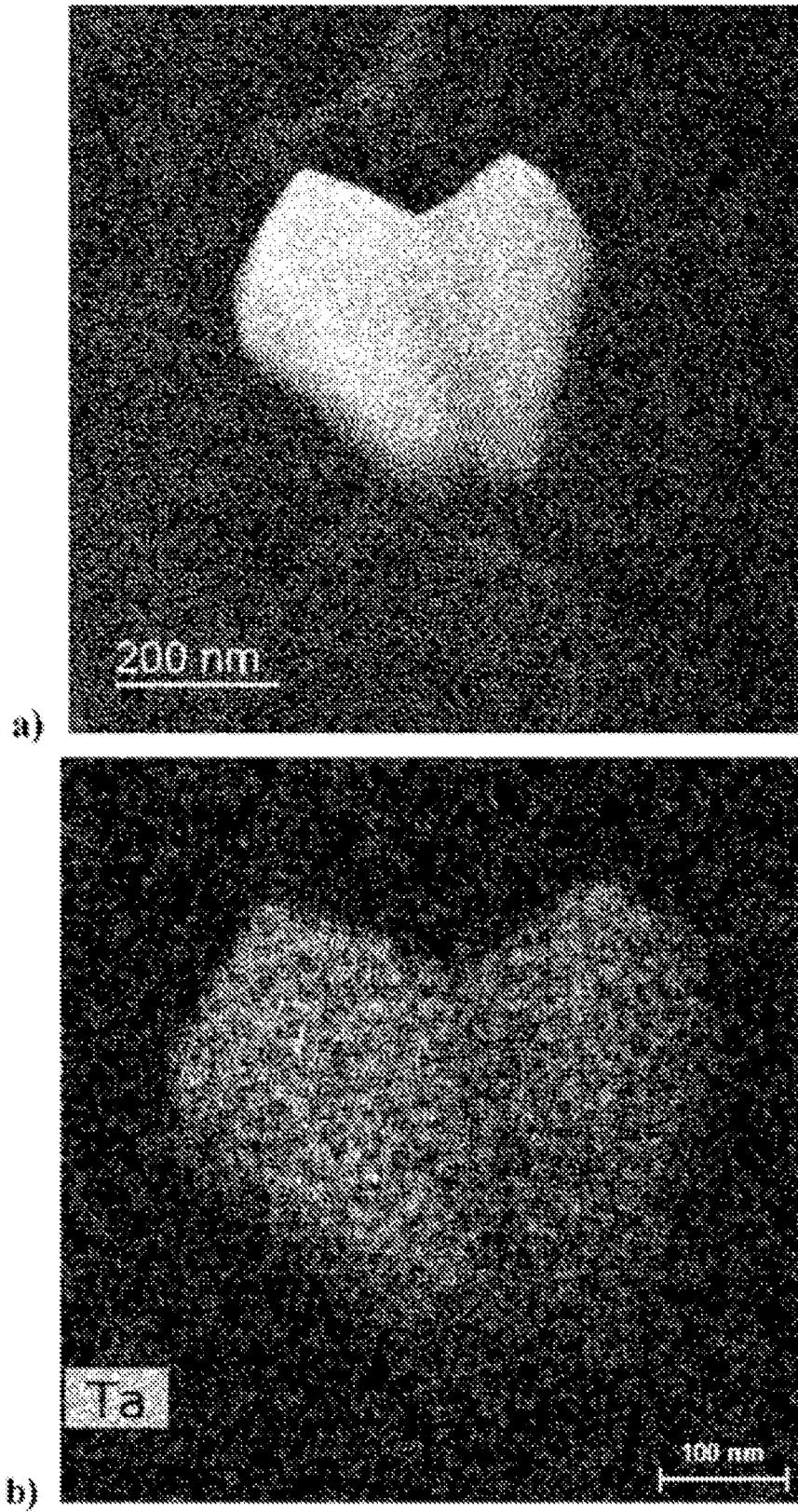


FIGURA 3

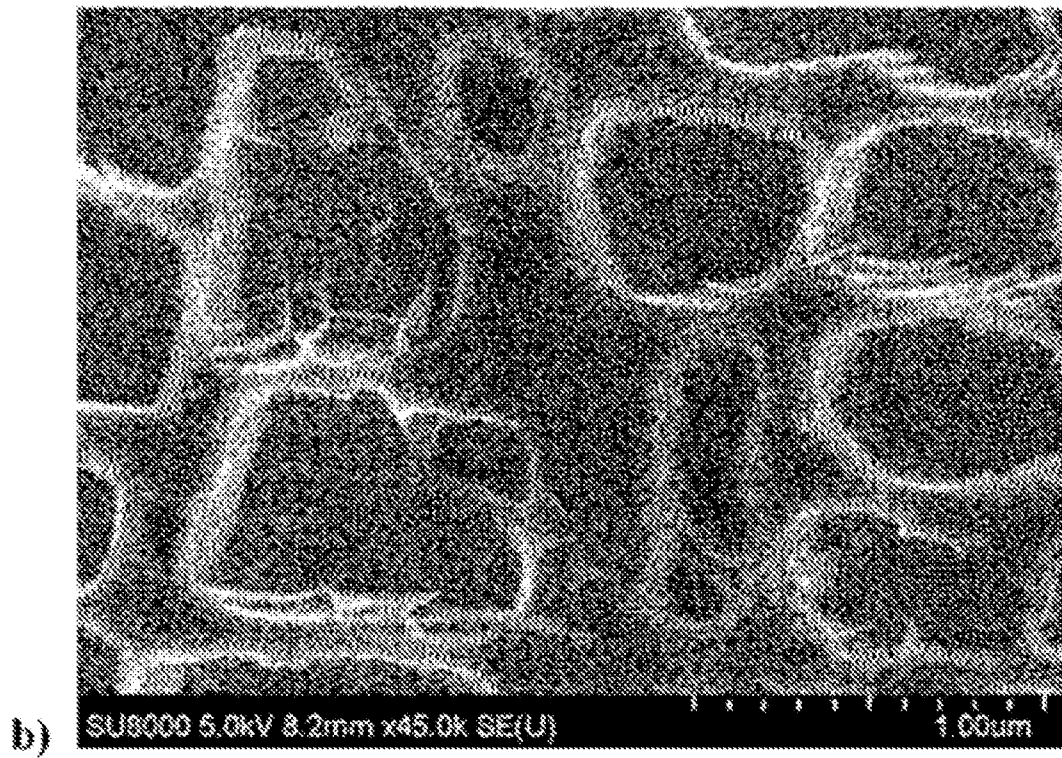
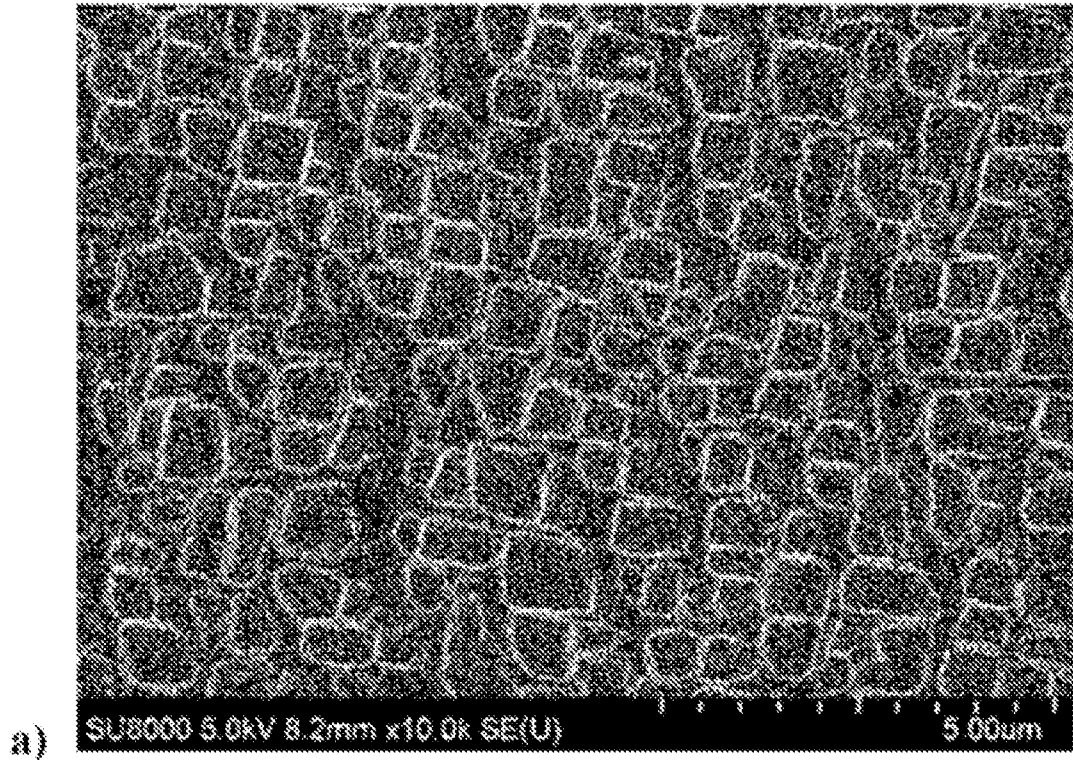


FIGURA 4

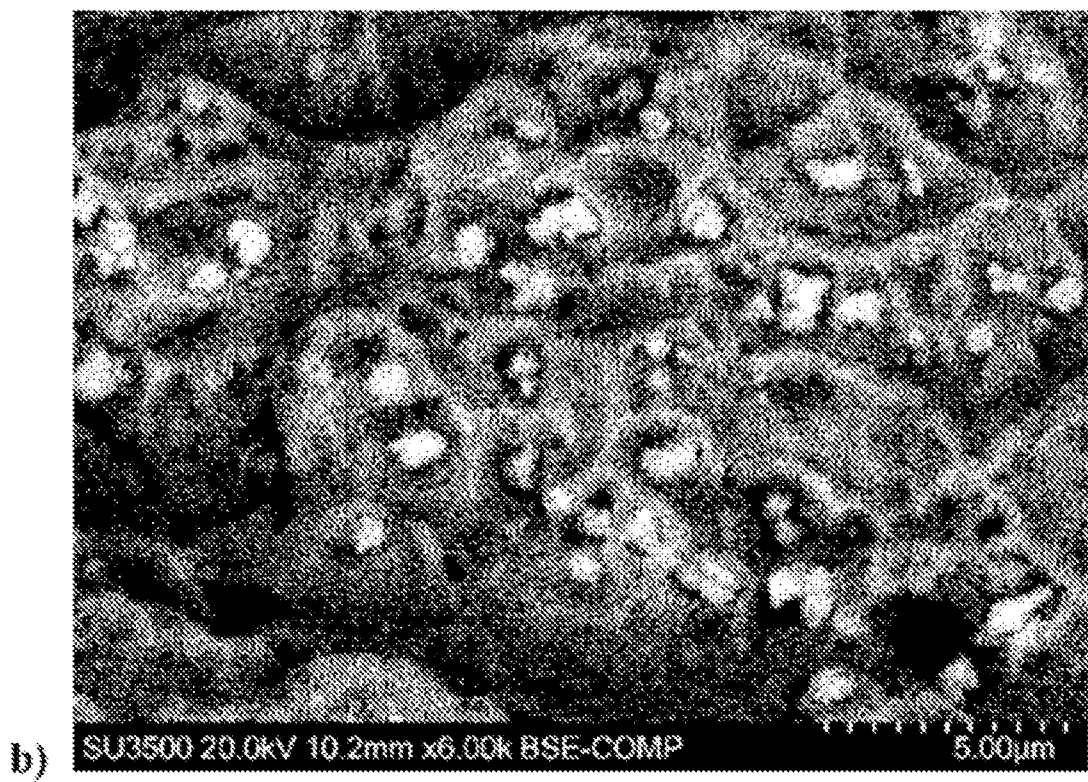
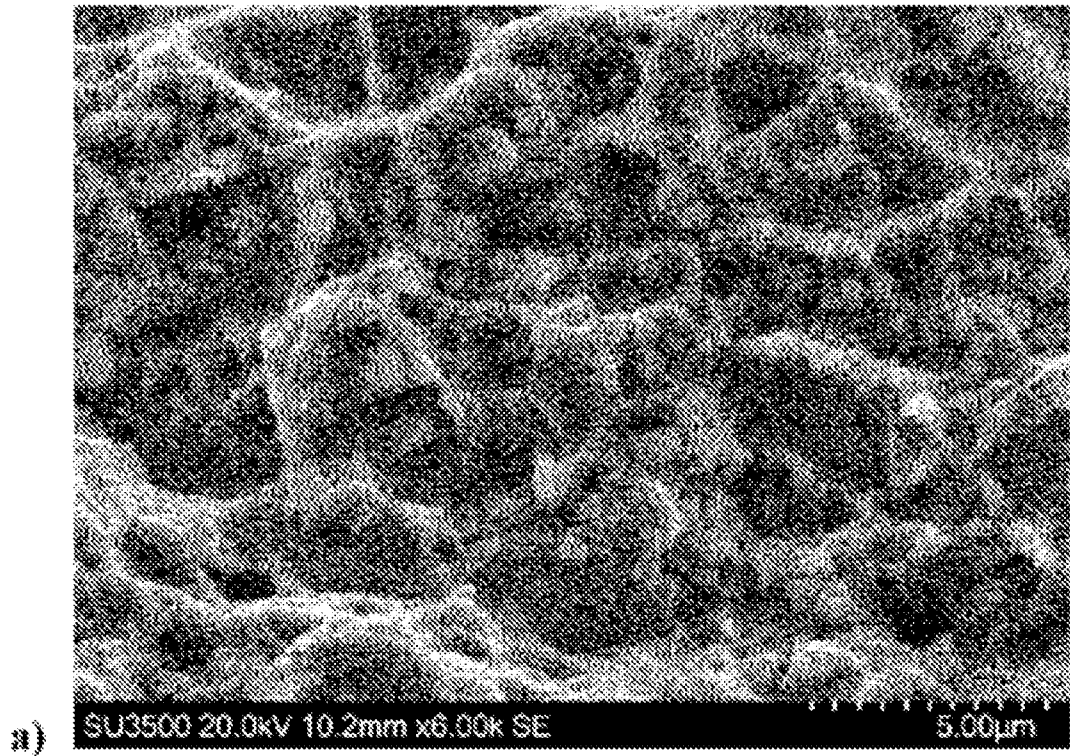


FIGURA 5

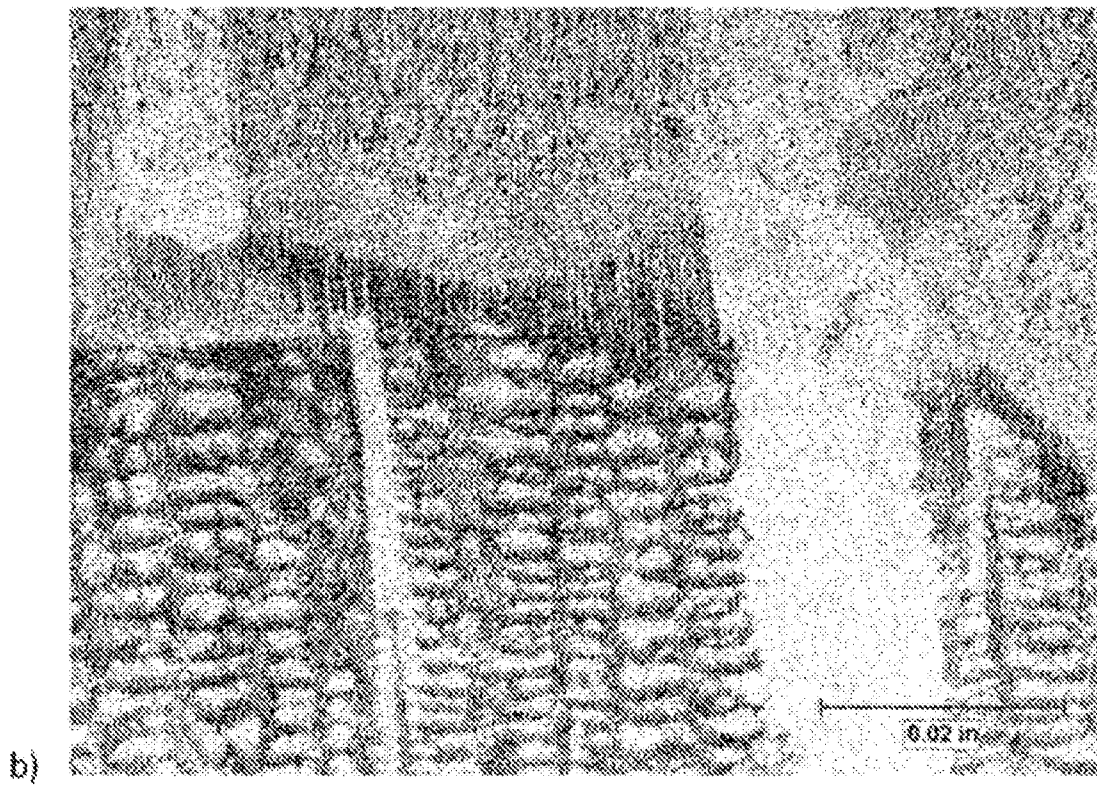
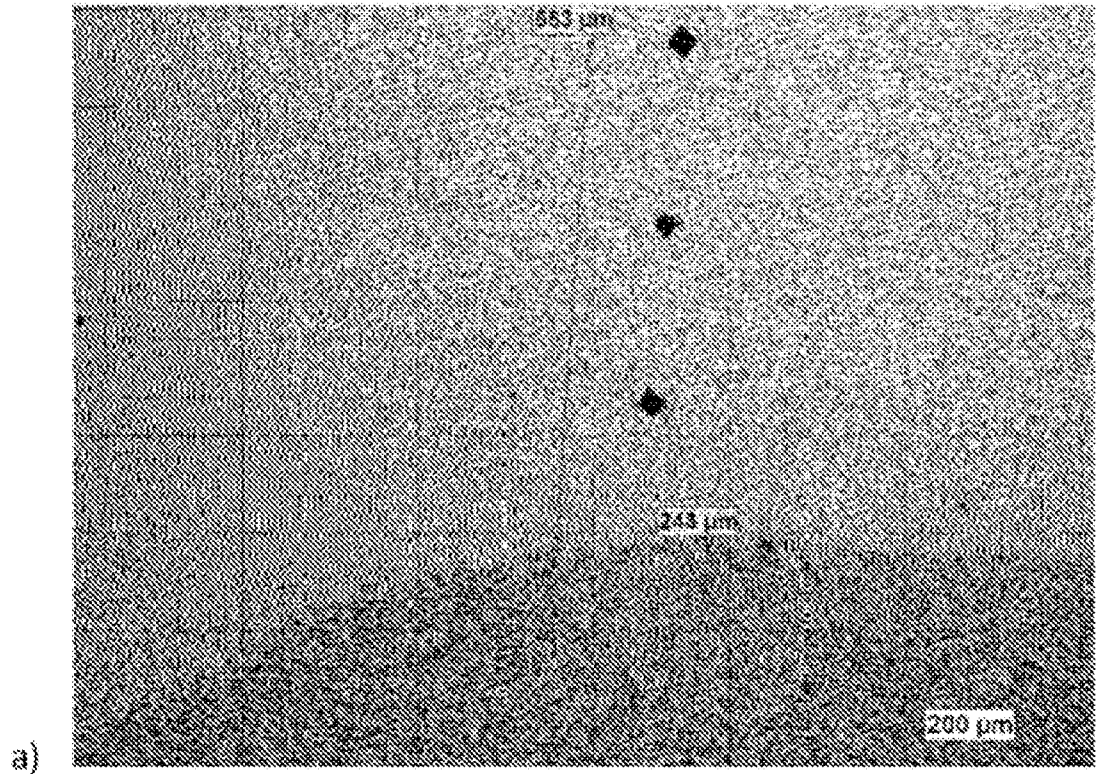


FIGURA 6