



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 366**

51 Int. Cl.:

C22C 38/44 (2006.01)

C22C 38/54 (2006.01)

C21D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02721500 .3**

96 Fecha de presentación : **20.03.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1442148**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2004**

54 Título: **Acero inoxidable dúplex.**

30 Prioridad: **16.10.2001 US 981074**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.04.2011

73 Titular/es: **ATI PROPERTIES, Inc.**
1600 N.E. Old Salem Road
Albany, Oregón 97321-0580, US

72 Inventor/es: **Bergstrom, David, S.;**
Pratt, William, A.;
Grubb, John, F. y
Dunn, John, J.

74 Agente: **Urizar Anasagasti, José Antonio**

ES 2 356 366 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).

ES 2 356 366 T3

DESCRIPCIÓN

Acero inoxidable dúplex.

5 Antecedentes de la invención

Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a un acero inoxidable dúplex. En particular, la presente invención se refiere a un acero inoxidable dúplex que puede ser una alternativa económica a algunos conocidos aceros inoxidables dúplex, mientras que también proporciona una mejorada resistencia a la corrosión relativa a algunos aceros inoxidables austeníticos, tales como los aceros inoxidables austeníticos tipo AISI 304, 316 y 317. La presente invención se dirige también a un método de fabricación de acero inoxidable dúplex de la invención. El acero inoxidable dúplex de la presente invención encuentra aplicaciones en, por ejemplo, tira, barra, placa, chapa, fundición, tubería o tubo.

15 Descripción de los antecedentes de la invención

Aceros inoxidables dúplex son aleaciones que contienen una microestructura consistente de una fase mezcla de austenita y ferrita. Generalmente, muestran algunas características de ambas fases, junto con una fuerza y ductilidad relativamente mayor. Varios aceros inoxidables dúplex han sido propuestos, alguno de ellos están descritos en las Patentes US N^{os} 3,650,709, 4,340,432, 4,789,635, 4,828,630, 5,238,508, 5,298,093, 5,624,504, y 6,096,441.

La Patente US 5,672,315 describe un acero inoxidable super plástico de fase dual el cual tiene baja resistencia a la deformación y una excelente elongación.

Las primeras aleaciones dúplex tenían resistencia moderada a la corrosión general y al agrietamiento por corrosión por cloruro bajo tensión, pero sufriendo una pérdida sustancial de propiedades en la condición de soldadura. Actualmente, uno de los aceros inoxidables dúplex de segunda generación más ampliamente usados está disponible bajo la marca AL 2205 (UNS S31803 y/o S32205) de la corporación Allegheny Ludlum, Pittsburg, Pensilvania. Este acero inoxidable dúplex tiene nominalmente 22% cromo, 5.5% níquel, 3% molibdeno, y 0.16% nitrógeno aleado que proporciona resistencia a la corrosión en muchos ambientes que es superior al acero inoxidable austenítico tipo AISI 304, 316 y 317 (a menos que se note lo contrario, todo los porcentajes aquí son porcentajes en peso del peso total de aleación). AL 2205, que es acero inoxidable dúplex mejorado por nitrógeno que imparte los beneficios metalúrgicos del nitrógeno para mejorar el comportamiento ante la corrosión y las propiedades de soldadura, también muestra límite de elasticidad que es mas del doble que los aceros inoxidables austeníticos convencionales. Este acero inoxidable dúplex se usa a menudo en la forma de tubería soldada o componentes tubulares, así como una chapa conformada y soldada en ambientes donde la resistencia a la corrosión general y al agrietamiento por corrosión por cloruro bajo tensión ("SCC") es importante. El aumento de resistencia crea oportunidades para la reducción del espesor de pared del tubo y resiste a daños por manipulación.

Como acabamos de indicar, AL 2205 ha sido ampliamente aceptada por consumidores finales de tubo y tubería, particularmente como un sustituto barato del de acero inoxidable Tipo 316 cuando SCC es una preocupación. Esto se debe, en gran parte, al hecho que AL 2205 es significativamente más resistente corrosión por contacto que los aceros inoxidables austeníticos Tipo 316 y Tipo 317. Esta resistencia superior a la corrosión por contacto de iones de cloruro esta ilustrada en la tabla de abajo, la cual muestra el resultado del Procedimiento ASTM G48 usando de solución de cloruro férrico al 10%. La solución de cloruro férrico al 10% a la que se hace referencia es en peso para la sal de hexahidrato y es equivalente a un 6% aproximadamente por peso de solución de la sal de cloruro férrico anhidro.

Datos de Corrosión por contacto en Cloruro Férrico al 10%	
Aleación	Temperatura de inicio de la grieta de corrosión
Tipo 316	27° F (-3°C)
Tipo 317	35° F (2°C)
AL 2205	68° F (20°C)

Sin embargo, la extraordinaria resistencia a la corrosión (y otras propiedades) de AL 2205 puede ser mayor que lo que es requerido en algunas aplicaciones. En algunas aplicaciones SCC, mientras AL 2205 debería proporcionar una

ES 2 356 366 T3

aceptable solución técnica, podría no ser un reemplazo económico de aleación para el acero inoxidable Tipo 304, 316 o 317. El costo mayor de AL 2205 es debido principalmente a las cantidades de elementos de aleación níquel (nominal 5.5%) y molibdeno (nominal 3%).

- 5 Así, es deseable proporcionar un acero inoxidable dúplex soldable, configurable que tenga mayor resistencia a la corrosión que el acero inoxidable austenítico Tipo 304, 3416 y 317, y tenga un menor costo de producción que el comúnmente usado acero inoxidable dúplex AL 2205.

Resumen de la invención

- 10 La presente invención proporciona un acero inoxidable dúplex en conformidad con la reivindicación 1 de las reivindicaciones anexas.

- 15 La presente invención se refiere a un acero inoxidable dúplex que comprende, en porcentaje de peso, hasta 0.06 por ciento de carbono; de 15 a 22.5 por ciento de cromo; más de 3 a menos de 4 por ciento de níquel; hasta 3.75 por ciento de manganeso; 0.14 hasta 0.2 por ciento de nitrógeno; hasta un 2 por ciento de silicio; de más de 1.5 a menos de 2.0 por ciento de molibdeno; de hasta menos de 0.5 por ciento de cobre; de hasta menos de 0.2 por ciento de cobalto; hasta 0.05 por ciento de fósforo; hasta 0.005 por ciento de azufre; 0.001 hasta 0.0035 por ciento de boro; y hierro e impurezas accidentales. Este acero inoxidable dúplex es un acero soldable, configurable que puede exhibir una mayor
20 resistencia a la corrosión que los aceros inoxidables austeníticos Tipo 304, 316 y 317.

- De acuerdo a una realización particular de la presente invención, el acero inoxidable dúplex puede comprender, en porcentaje de peso, hasta 0.03 por ciento de carbono; 19.5 hasta 22.5 por ciento de cromo; más que 3 hasta 4 por ciento de níquel; hasta un 2 por ciento de manganeso; 0.14 hasta 0.20 por ciento nitrógeno; hasta 1 por ciento de silicio; 1.5
25 hasta 2.0 por ciento de molibdeno; hasta 0.4 por ciento de cobre; hasta 0.3 por ciento de fósforo; 0.001 por ciento de azufre; y 0.0015 hasta 0.0030 por ciento de boro; hierro e impurezas accidentales.

- También, el acero inoxidable dúplex de la presente invención puede consistir esencialmente de, en porcentaje de peso, hasta 0.03 por ciento de carbono; 19.5 hasta 22.5 por ciento de cromo; más que 3 hasta 4 por ciento de níquel; hasta 2 por ciento manganeso; 0.14 hasta 0.20 por ciento de nitrógeno; hasta 1 por ciento de silicio; 1.5 hasta 2.0
30 por ciento de molibdeno; hasta 0.4 por ciento de cobre; hasta 0.3 por ciento de fósforo; 0.001 por ciento de azufre; y 0.0015 hasta 0.0030 por ciento de boro; hierro y impurezas accidentales.

- La presente invención también se refiere a artículos de fabricación tales como, por ejemplo, tiras, barras, placas, chapas, fundición, tubos o tuberías fabricadas con o incluyendo el acero inoxidable dúplex de la presente invención. Los artículos formados de los aceros inoxidables dúplex de la presente invención pueden ser particularmente ventajosos cuando se destinan a servicios en ambientes que contengan cloruro.

- Además, la presente invención proporciona un método para fabricar acero inoxidable dúplex en conformidad con la reivindicación 15 de las reivindicaciones anexas. Según el método de la presente invención, se provee un acero inoxidable dúplex, el acero es recocido en solución y enfriado. El acero podrá ser procesado posteriormente a un artículo de fabricación o a cualquier otra forma deseada.

Descripción detallada de la invención

- 45 La presente invención se refiere a un acero inoxidable dúplex que comprende, en porcentaje de peso, hasta 0.06 por ciento de carbono; 15 hasta 22.5 por ciento de cromo; más que 3 hasta menos que 4 por ciento de níquel; hasta 3.75 por ciento de manganeso; 0.14 hasta 0.2 por ciento de nitrógeno; hasta 2 por ciento de silicio; más que 1.5 hasta menos que 2.0 por ciento de molibdeno; hasta menos que 0.5 por ciento de cobre; hasta menos que 0.2 por ciento de cobalto; hasta 0.05 por ciento de fósforo; hasta 0.005 por ciento de azufre; 0.001 hasta 0.0035 por ciento de boro; hierro e impurezas accidentales. El anterior acero inoxidable dúplex de la presente invención preferiblemente contiene cada una de las fases austenita y ferrita, en el rango de entre 20% y 80% por volumen en la condición recocida. El acero inoxidable dúplex de la invención es un material soldable, configurable que puede mostrar mayor resistencia a la corrosión que el acero inoxidable austenítico Tipo 304, 316 y 317.

- 55 De acuerdo a algunas realizaciones de la presente invención, el acero inoxidable puede comprender, en porcentaje de peso, hasta 0.03 por ciento de carbono; 19.5 hasta 22.5 por ciento de cromo; mas que 3 hasta menos que 4 por ciento de níquel; hasta 2 por ciento de manganeso; 0.14 hasta 0.20 por ciento de nitrógeno; hasta 1 por ciento de silicio; 1.5 hasta 2.0 por ciento de molibdeno; hasta 0.4 por ciento de cobre; hasta 0.3 por ciento de fósforo; 0.001 por ciento de azufre, y 0.0030 por ciento de boro; hierro e impurezas accidentales. Estos rangos pueden ser particularmente adecuados para usos de tubos que requieren ambas conformabilidad y resistencia, manteniendo los niveles necesarios de resistencia a la corrosión. El acero inoxidable dúplex de la presente invención puede incluir varias adiciones de aleación y aditivos de los conocidos en la técnica. Así, fabricaciones del acero inoxidable dúplex de la presente invención puede ser menos costosas de producir que el acero inoxidable dúplex AL 2205 comúnmente usado por el
60 bajo contenido de adiciones de aleación, particularmente níquel y molibdeno. No obstante, el acero inoxidable dúplex de la presente invención sigue proporcionando una fase austenítica estable (con respecto a la martensita inducida por deformación) y el nivel deseado de resistencia a la corrosión. Abajo, el contenido de níquel y molibdeno de ciertas fabricaciones de la presente invención son comparadas a AL 2205.

ES 2 356 366 T3

Cantidades de Elementos Ni y Mo (En Porcentaje de Peso)		
Aleación	Realizaciones de la aleación duplex de la presente invención	AL 2205
Ni	Mas que 3.0 a 4.0	5.5% nominal
Mo	1.5 a 2.0	3% nominal

A pesar del reducido nivel de níquel y molibdeno comparado a AL 2205, las realizaciones evaluadas de la presente invención muestran una resistencia a la corrosión por contacto que es significativamente mayor que los aceros inoxidables austeníticos Tipo 304, 316 y 317. Como es conocido en la técnica, los aceros inoxidables Tipo 316 y 317 son mas resistentes a la corrosión por contacto que el acero inoxidable Tipo 304.

Como ejemplo de la presente invención, los presentes inventores produjeron un calentamiento de un acero inoxidable dúplex conteniendo, en porcentaje de peso, 0.0018% de carbono, 0.46% de manganeso, 0.022% de fósforo, 0.0034% de azufre, 0.45% de silicio, 20.18% de cromo, 3.24% de níquel, 1.84% de molibdeno, 0.21% de cobre, 0.166% de nitrógeno, y 0.0016% de boro (en lo sucesivo "Ejemplo 1"). Como se ilustra abajo, esta realización de acero inoxidable dúplex de la presente invención muestra significativamente mayor resistencia a la corrosión por contacto que los aceros inoxidables austeníticos Tipo 316 y 317, mientras, debido al reducido contenido de níquel y molibdeno, mantienen un bajo coste de producción comparado a AL 2205.

Resistencia a al Corrosión por Picadura	
Aleación	Temperatura Critica de Picadura ("TCP")
Acero Inoxidable Tipo 316	59° F (15.0° C)
Acero inoxidable Tipo 317	66° F (18.9° C)
Ejemplo 1	88.3 F (31.3° C)

La "TCP" del Tipo 316 y 317 de aceros inoxidables austeníticos esta basada en el procedimiento ASTM G-48A. De acuerdo con este procedimiento, una muestra del material es sumergido en una cubeta conteniendo una solución al 6% de cloruro férrico durante 72 horas a la temperatura deseada y luego se buscaron signos de picadura. Repitiendo la prueba a temperaturas crecientes, la temperatura en el cual la picadura se inicia puede ser determinada. La "TCP" del ejemplo 1 fue medida por el procedimiento ASTM G150. De acuerdo a este procedimiento, el mismo valor, TCP, determinado por el procedimiento ASTM G-48As se determinó colocando una muestra del material en una cuba electroquímica conteniendo una solución de cloruro de sodio 1 molar (aproximadamente el 5.8% en peso) y polarizada a un potencial de +700 mV vs. SCE. La temperatura de la solución es incrementada al valor de 1°C por minuto, y se controla la corriente de corrosión. A cierta temperatura la corriente se incrementa rápidamente y excede un umbral de 100 microamperios por centímetro cuadrado. Esta temperatura es registrada como el TCP. La picadura en la muestra es luego confirmado visualmente.

En adición, los presentes inventores también desarrollaron otro acero inoxidable dúplex dentro de la presente invención, conteniendo, en porcentaje de peso, 0.021% de carbono, 0.50% de manganeso, 0.022% de fósforo, 0.0014% de azufre, 0.44% de silicio, 20.25% de cromo, 3.27% de níquel, 1.80% de molibdeno, 0.21% de cobre, 0.167% de nitrógeno, y 0.0016% de boro (en lo sucesivo "Ejemplo 2") fue producido y se evaluaron varias propiedades mecánicas del acero. Los resultados están ilustrados abajo. Como se esperaba, las propiedades mecánicas del ejemplo 2 exceden

ES 2 356 366 T3

los requerimientos mínimos de la especificación ASTM A240 para AL 2205. Además, aunque el límite elástico y la resistencia a la tracción para el ejemplo 2 fueran mas bajo que AL 2205, son comparables. Importante, sin embargo, estos valores fueron sustancialmente mayores que la resistencia mínima requerida de la especificación ASTM A240 para aceros inoxidables austeníticos Tipo 304, 316 y 317.

5

10

15

20

25

30

35

40

Propiedades Mecánicas			
Estándar o Aleación	0.2% Resistencia a la Fluencia	Resistencia a la Tracción	Elongación
ASTM A 240 mínimo acero inoxidable 304	(30,000 psi) 206.8 MPa	(75,000 psi) 517.1 MPa	40.0
ASTM A 240 mínimo acero inoxidable 316	(30,000 psi) 206.8 MPa	(75,000 psi) 517.1 MPa	40.0
ASTM A 240 mínimo acero inoxidable 317	(30,000psi) 206.8 MPa	(75,000 psi) 51701 MPa	35.0
ASTM A 240 mínimo acero inoxidable duplex AL 2205	(65,000 psi) 449 MPa	(90.000 psi) 620.5 MPa	25
Acero inoxidable AL 2205	(85,000 psi) 586 MPa	(125,000 psi) 861.8 MPa	30
Ejemplo 2	(83,500 psi) 572.2 MPa	(114,000 psi) 786 MPa	37

45

En consecuencia el acero inoxidable dúplex de la presente invención puede proporcionar una alternativa de bajo coste a AL 2205. Como se ilustra en los ejemplos 1 y 2 de la presente invención, realizaciones del acero inoxidable dúplex de la presente invención exhiben propiedades mecánicas comparables a AL 2205 junto con resistencia a la corrosión por picadura/grieta que es significativamente mayor que los aceros inoxidables Tipo 316 y 317.

50

55

La presente invención también se refiere a artículos de fabricación tales como, por ejemplo, tiras, barras, chapas, piezas de fundición, tubos, tuberías compuestas de o incluyendo acero inoxidable dúplex de la presente invención. De acuerdo con estas realizaciones de la presente invención el artículo de fabricación esta compuesto de o incluye un acero inoxidable dúplex comprendiendo; en porcentaje de peso; hasta 0.06 por ciento de carbono; 15 hasta 22.5 por ciento de cromo; mas que 3 hasta menos que 4 por ciento de níquel; hasta 3.75 por ciento de manganeso; 0.14 hasta 0.2 por ciento de nitrógeno; hasta 2 por ciento de silicio; mas que 1.5 hasta menos que 2.0 por ciento de molibdeno; hasta menos que 0.5 por ciento de cobre, hasta menos que 0.2 por ciento de cobalto; hasta 0.05 por ciento de fósforo; hasta 0.005 por ciento de azufre; y 0.001 hasta 0.0035 por ciento de boro; hierro e impurezas accidentales. Los artículos formado de acero inoxidable dúplex de la presente invención pueden ser particularmente favorables para servicios en ambientes que contengan cloruro.

60

65

En adición, la presente invención se refiere a un método de fabricación de acero inoxidable dúplex. De acuerdo al método de la presente invención, se provee un acero inoxidable dúplex comprendiendo, en porcentaje de peso, hasta 0.06 por ciento de carbono; 15 hasta 22.5 por ciento de cromo; mas que 3 hasta menos que 4 por ciento de níquel; hasta 3.75 por ciento de manganeso; 0.14 hasta 0.2 por ciento de nitrógeno; hasta 2 por ciento de silicio; mas que 1.5 hasta menos que 2.0 por ciento de molibdeno; hasta menos que 0.5 por ciento de cobre; hasta menos que 0.2 por ciento de cobalto; hasta 0.05 por ciento de fósforo; hasta 0.005 por ciento de azufre; y 0.001 hasta 0.0035 por ciento de boro; hierro e impurezas accidentales. De acuerdo con el método, el acero es posteriormente recocido en solución y luego enfriado. El acero podrá ser procesado posteriormente usando técnicas conocidas por los expertos en la materia para hacer un artículo de fabricación, tales como los mencionados arriba, o de alguna forma deseada.

5 Debe entenderse que la presente descripción ilustra aspectos de la presente invención relevantes para un claro entendimiento de la invención. Algunos aspectos de la invención que pueden ser aparentes para los expertos en la técnica y que, por tanto, no facilitarían un mejor entendimiento de la invención no se han presentado en orden a simplificar la presente descripción. Aunque la presente invención ha sido descrita en conexión con solo algunas realizaciones, los expertos en la técnica podrán, al considerar la descripción anterior, reconocer que pueden ser hechas muchas realizaciones, modificaciones, y variaciones de la invención. Todas esas variaciones y modificaciones de la invención están cubiertas por la descripción anterior y las siguientes reivindicaciones.

10 Referencias citadas en la descripción

Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.

15 Documentos de patentes citados en la descripción

- | | |
|-------------------|----------------|
| • US 3650709 A | • US 5298093 A |
| 20 • US 4340432 A | • US 5624504 A |
| • US 4798635 A | • US 6096441 A |
| • US 4828630 A | • US 5672315 A |
| 25 • US 5238508 A | |

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 356 366 T3

REIVINDICACIONES

1. Un acero inoxidable dúplex comprendiendo, en porcentaje de peso:

hasta 0.06 por ciento de carbono; 15 hasta 22.5 por ciento de cromo; mas que 3 hasta menos que 4 por ciento de níquel; hasta 3.75 por ciento de manganeso; 0.14 hasta 0.2 por ciento de nitrógeno; hasta 2 por ciento de silicio; mas que 1.5 hasta menos que 2.0 por ciento de molibdeno; hasta menos que 0.5 por ciento de cobre; hasta menos que 0.2 por ciento de cobalto; hasta 0.05 por ciento de fósforo; hasta 0.005 por ciento de azufre; 0.001 hasta 0.0035 por ciento de boro; equilibrio de hierro y impurezas accidentales.

2. El acero inoxidable dúplex de la reivindicación 1 comprendiendo hasta 0.03 por ciento de carbono.

3. El acero inoxidable dúplex de la reivindicación 1 o 2 comprendiendo 15 hasta 20.25 por ciento en peso de cromo.

4. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones comprendiendo más que 3.0 hasta 3.27 por ciento de níquel.

5. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones comprendiendo hasta 2 por ciento de manganeso.

6. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones comprendiendo hasta 1 por ciento de silicio.

7. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones comprendiendo hasta 0.4 por ciento de cobre.

8. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones comprendiendo hasta 0.03 por ciento de fósforo.

9. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones comprendiendo hasta 0.001 por ciento de azufre.

10. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones comprendiendo 0.0015 hasta 0.003 por ciento de boro.

11. El acero inoxidable dúplex de cualquiera de las anteriores reivindicaciones donde el acero es soldable y conformable.

12. Un artículo de fabricación incluyendo un acero inoxidable dúplex de acuerdo con cualquiera de las anteriores reivindicaciones.

13. El artículo de la reivindicación 12 donde dicho acero esta en la forma de un artículo seleccionado del grupo consistente de tiras, barras, placa, lámina, fundición, tubos y cañerías.

14. Un método para hacer un acero inoxidable dúplex, el proceso comprende:

Proporcionar un acero inoxidable dúplex de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11; recocido de la solución de acero, y el enfriamiento del acero.