

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 627**

51 Int. Cl.:

C22C 38/40	(2006.01)
C22C 38/42	(2006.01)
C22C 38/44	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)
C21D 6/00	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2015 PCT/US2015/020122**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15153092**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2015 E 15712762 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3126537**

54 Título: **Acero inoxidable de doble fase**

30 Prioridad:

01.04.2014 US 201414231778

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

01.03.2021

73 Titular/es:

**ATI PROPERTIES LLC (100.0%)
1600 N.E. Old Salem Road
Albany OR 97321, US**

72 Inventor/es:

**BERRY, DAVID C. y
BAILEY, RONALD E.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 808 627 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

Acero inoxidable de doble fase

5 **Campo de la tecnología**

La presente divulgación se refiere a un acero inoxidable de doble fase que tiene una microestructura de ferrita y martensita templada. En particular, la presente divulgación se refiere a aceros inoxidables rentables que tienen una dureza mejorada para aplicaciones resistentes a la abrasión y/o al desgaste.

10

Descripción de los antecedentes de la tecnología

Los aceros inoxidables de doble fase pueden exhibir una combinación de propiedades deseables que los hacen útiles para una amplia variedad de aplicaciones industriales, tales como para la extracción de arenas petrolíferas y en la industria azucarera. Estos aceros se caracterizan generalmente por una microestructura de martensita templada dispersa en una matriz de ferrita.

15

Un ejemplo de acero inoxidable de doble fase es el acero inoxidable ATI 412™ (UNS 41003), que normalmente contiene, en peso, 11,75 % de cromo (Cr), 0,90 % de manganeso (Mn), 0,70 % de silicio (Si), 0,40 % de níquel (Ni), 0,030 % de azufre (S), 0,020 % de carbono (C), del 0 % al 0,040 % de fósforo (P), del 0 % al 0,030 % de nitrógeno (N), y el resto hierro (Fe) y otras impurezas incidentales. El acero inoxidable ATI 412™ tiene normalmente una dureza Brinell (HB) de aproximadamente 177 cuando se recuece a aproximadamente 766 °C, y una dureza Brinell de aproximadamente 258 cuando se recuece a aproximadamente 843 °C.

20

Otro acero inoxidable de doble fase es el acero Duracorr®, que contiene, en peso, del 11,0 % a 12,5 % de Cr, del 0,20 % al 0,35 % de molibdeno (Mo), del 0 % al 1,50 % de Mn, del 0 % al 1,00 % de Ni, del 0 % al 0,70 % de Si, del 0 % al 0,040 % de P, del 0 % al 0,030 % de N, del 0 % al 0,025 % de C, del 0 % a 0,015 % de S, y el resto Fe. Concretamente, El acero inoxidable Duracorr® contiene Mo como elemento de aleación, es decir, una adición de aleación intencional, y no como una impureza incidental. Sin embargo, debido al aumento de los costes de Mo, el acero inoxidable Duracorr® puede ser demasiado costoso para ciertas aplicaciones. Aunque el acero inoxidable Duracorr® tiene por lo general una dureza de aproximadamente 223 HB, se puede procesar para exhibir una dureza nominal de 300 HB, grado que está comercialmente disponible como acero inoxidable Duracorr® 300. Los aceros inoxidables Duracorr® y Duracorr® 300 tienen en gran medida la misma composición, pero la dureza del acero inoxidable Duracorr® 300 varía de 260 HB a 360 HB. Sin embargo, la a mayor dureza del acero inoxidable Duracorr® 300 se acompaña de una reducción de la tenacidad. Por ejemplo, la energía de impacto de muesca en V Charpy del acero inoxidable Duracorr® 300 a -40 °C es solo de aproximadamente 20,3 Nm (15 pies-lb) en promedio.

30

35

El documento KR20030037751A desvela un método de fabricación de acero inoxidable laminado en caliente ferrítico y martensítico 12Cr. El método incluye las etapas de laminado en caliente de una losa de acero que comprende el 0,03 % en peso o menos de C, del 11 al 13,5 % en peso de Cr, el 1,0 % en peso o menos de Ni, el 1,0 % en peso o menos de Si, el 0,2 % en peso o menos de Mo, el 1,0 % en peso o menos de Cu, el 1,0 % en peso o menos de Mn, el resto de Fe e impurezas incidentales; tratamiento térmico de la lámina de acero laminada en caliente en un intervalo de temperatura específico durante al menos 10 min, seguido de un enfriamiento.

40

El documento CN102899587A se refiere a un acero inoxidable de doble fase, que comprende los siguientes componentes químicos, en peso: menos o igual al 0,02 % de C, menos o igual al 0,02 % de N, menos o igual al 0,03 % de P, menos o igual al 0,015 % de S, menos o igual al 0,35 % de Si, del 1,0-3,0 % de Mn, del 10,5-13,5 % de Cr, del 0,5-1,5 % de Ni, 8(C+N) -0,35 % de Ti, del 0,10-0,30 % de Nb + Mo, y el resto de Fe e impurezas inevitables, en el que el factor de ferrita KFF es en 6,0-11,5.

45

El documento JP2008138270A se refiere a una lámina de acero inoxidable que contiene Cr de alta resistencia que tiene una excelente trabajabilidad. La lámina de acero inoxidable de alta resistencia que tiene una excelente trabajabilidad tiene una composición que comprende, en masa, del 0,001 al 0,03 % de C, del 0,001 al 0,03 % de N, del 0,05 al 0,5 % de Si, del 0,05 al 5 % de Mn, ≤0,05 % de P, del 0,3 al 5 % de Ni, del 0,01 al 3 % de Cu, del 10 al 18 % de Cr y del 0,005 al 0,50 % de Al, y el resto de Fe con impurezas inevitables.

50

En aplicaciones que requieren un acero inoxidable con resistencia a la abrasión y/o al desgaste, altos niveles de dureza, por ejemplo, de hasta aproximadamente 350 HB, puede ser deseable en combinación con una mayor tenacidad que la que está disponible en el acero inoxidable Duracorr® 300. Por otro lado, una templabilidad de trabajo en servicio de hasta aproximadamente 450-500 HB, por ejemplo, puede ser requerido en ciertas aplicaciones. Además, es deseable que tales aleaciones sean rentables

60

Sumario

La invención proporciona un acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de acuerdo con la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

65

De acuerdo con un aspecto no limitativo de la presente divulgación, se describe una realización de un acero inoxidable

ferrítico-martensítico de doble fase de alta dureza. El acero inoxidable comprende, en peso, del 11,5 % a. 12 % de Cr, del 0,8 % al 1,5 % de Mn, del 0,75 % al 1,5 % de Ni, del 0 % al 0,5 % de Si, del 0 % al 0,2 % de Mo, hasta 0,0025 % de B, Fe e impurezas. El acero inoxidable de acuerdo con la presente divulgación muestra una dureza Brinell (HB) de 300 HB o más y una energía de impacto de muesca en V Charpy a -40 °C (CVN) de modo que CVN (pies-lb) + (0,4xHB) es 160 o mayor.

De acuerdo con otro aspecto no limitativo de la presente divulgación, se describe una realización de un artículo de fabricación que incluye un acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de alta dureza. El acero inoxidable comprende, en peso, del 11,5 % a. 12 % de Cr, del 0,8 % al 1,5 % de Mn, del 0,75 % al 1,5 % de Ni, del 0 % al 0,5 % de Si, del 0 % al 0,2 % de Mo, hasta 0,0025 % de B, Fe e impurezas. El acero inoxidable presenta una dureza Brinell (HB) de 300 HB o más y una energía de impacto de muesca en V Charpy a -40 °C (CVN) de modo que CVN (pies-lb) + (0,4xHB) es 160 o mayor.

Breve descripción de los dibujos

Las características y ventajas de los aceros inoxidables y los artículos de fabricación descritos en el presente documento pueden entenderse mejor con referencia al dibujo adjunto en el que:

la Figura 1 es un gráfico que representa la dureza Brinell y la energía de impacto de muesca en V Charpy de realizaciones no limitantes de aceros inoxidables de acuerdo con la presente divulgación en comparación con ciertos aceros convencionales.

El lector apreciará los detalles anteriores, así como otros, al considerar la siguiente descripción detallada de ciertas realizaciones no limitantes de aceros inoxidables y artículos de fabricación de acuerdo con la presente divulgación. El lector puede comprender también ciertos detalles adicionales al hacer o usar los aceros inoxidables y los artículos de fabricación descritos en el presente documento.

Descripción detallada de ciertas realizaciones no limitantes

La invención está definida en las reivindicaciones.

La presente divulgación, en parte, se refiere a aceros inoxidables ferríticos-martensíticos de doble fase rentables que tienen una dureza ventajosa y que son adecuados para su uso en diversas aplicaciones que requieren resistencia a la abrasión y/o resistencia al desgaste. En particular, las realizaciones de aceros inoxidables ferrítico-martensíticos de doble fase de acuerdo con la presente divulgación comprenden, en peso, del 11,5 % a. 12 % de Cr, del 0,8 % al 1,5 % de Mn, del 0,75 % al 1,5 % de Ni, del 0 % al 0,5 % de Si, del 0 % al 0,2 % de Mo, hasta 0,0025 % de B, Fe e impurezas. Los aceros inoxidables exhiben dureza Brinell (HB) de 300 HB o más y energía de impacto de muesca en V Charpy a -40 °C (CVN) de manera que se cumple lo siguiente: CVN (pies-lb) + (0,4xHB) es 160 o mayor.

Se puede proporcionar Cr en las aleaciones de la presente divulgación para impartir resistencia a la corrosión. Se puede requerir un contenido de Cr de aproximadamente el 11,5 % (en peso) o más para proporcionar una resistencia a la corrosión adecuada. Por otro lado, un exceso de Cr puede indeseablemente (1) estabilizar la fase de ferrita y/o (2) fragilizar las fases como la fase sigma. Por consiguiente, las realizaciones de los aceros inoxidables de acuerdo con la presente divulgación incluyen un contenido de Cr del 11,5 % al 12 %, en peso.

Se puede proporcionar Mn en las aleaciones de la presente divulgación para mejorar la templabilidad de trabajo. Puede ser necesario un contenido de Mn de aproximadamente 0,8 % (en peso) o más para lograr los efectos deseados de templado del trabajo. Por otro lado, un exceso de Mn excesivo puede segregarse indeseablemente durante el procesamiento de los aceros inoxidables. Por consiguiente, las realizaciones de los aceros inoxidables de acuerdo con la presente divulgación incluyen un contenido de Mn del 0,8 % al 1,5 %, en peso. En ciertas otras realizaciones, El contenido de Mn de los aceros inoxidables puede ser del 1,0 % al 1,5 %, en peso. En ciertas realizaciones de los aceros inoxidables de acuerdo con la presente divulgación, la adición de Mn en combinación con la adición de otros elementos de aleación puede afectar ventajosamente la templabilidad de trabajo de tal manera que los aceros alcancen una dureza de 450 HB o más.

Se puede proporcionar Ni en las aleaciones de la presente divulgación para ayudar a estabilizar la fase martensítica de las aleaciones de doble fase (martensítica-ferrítica). Puede ser necesario un contenido de Ni de aproximadamente el 0,75 % en peso o más para proporcionar un material que incluya niveles más altos de martensita que en el acero inoxidable Duracorr® 300. Sin pretender estar vinculado a ninguna teoría, el contenido de níquel de las aleaciones puede promover la dureza de la fase de martensita de las aleaciones al estabilizar la formación de austenita durante el tratamiento térmico, permitiendo más tiempo para la difusión de carbono. Por otro lado, debido al alto coste del Ni, puede ser deseable limitar el contenido de Ni. Por consiguiente, las realizaciones de los aceros de acuerdo con la presente divulgación incluyen un contenido de Ni del 0,75 % al 1,5 % (en peso) para proporcionar un acero inoxidable de doble fase rentable con altos niveles de dureza de hasta aproximadamente 350 HB, en combinación con una mayor tenacidad que la normal del acero inoxidable Duracorr® 300. En realizaciones adicionales, el contenido de Ni de los aceros inoxidables de acuerdo con la presente divulgación puede ser del 1,0 % al 1,5 %, en peso.

En ciertas realizaciones de los aceros inoxidable de acuerdo con la presente divulgación, el nivel de Si puede limitarse para (1) desestabilizar la fase ferrítica de los aceros inoxidable de doble fase y/o (2) evitar fases de fragilidad como la fase sigma. Por consiguiente, ciertas realizaciones de los aceros de acuerdo con la presente divulgación incluyen del 0 % a no más de aproximadamente el 0,5 % de Si, en peso.

5 En ciertas realizaciones de los aceros inoxidable de acuerdo con la presente divulgación, el nivel de Mo puede limitarse para (1) desestabilizar la fase ferrítica de los aceros inoxidable de doble fase y/o (2) evitar fases de fragilidad como la fase sigma. Por consiguiente, las realizaciones de los aceros de acuerdo con la presente divulgación incluyen del 0 % a no más del 0,2 % Mo, en peso. En ciertas otras realizaciones de los aceros de acuerdo con la presente divulgación, la concentración de Mo es del 0 % a no más del 0,1 %, en peso.

B puede proporcionarse en los aceros inoxidable de doble fase de la presente divulgación para mejorar la dureza de martensita. Los aceros de la presente divulgación pueden incluir hasta el 0,0025 % de B, en peso. En ciertas realizaciones de los aceros, el contenido de B es del 0,002 % al 0,0025 %, en peso.

15 Los elementos e impurezas incidentales en las aleaciones desveladas pueden incluir, por ejemplo, uno o más de C, N, P y S. En cierta realización de los aceros inoxidable de acuerdo con la presente divulgación, el contenido total de estos elementos no es más del 0,1 %, en peso. En ciertas realizaciones, C puede estar presente en los aceros desvelados en el presente documento en una cantidad no superior al 0,025 %, en peso. En ciertas realizaciones, S puede estar presente en los aceros desvelados en el presente documento en una cantidad no superior al 0,01 %, en peso. En ciertas realizaciones, N puede estar presente en los aceros desvelados en el presente documento en una cantidad no superior al 0,03 %, en peso. Los niveles incidentales de varios elementos metálicos pueden también estar presentes en realizaciones de aleaciones de acuerdo con la presente divulgación. Por ejemplo, ciertas realizaciones no limitativas de aleaciones de acuerdo con la presente divulgación pueden incluir hasta el 0,25 % de cobre (Cu), en peso.

De acuerdo con ciertas realizaciones no limitantes, Los aceros inoxidable ferrítico-martensíticos de doble fase de acuerdo con la presente divulgación comprenden en peso: del 11,5 % al 12 % de Cr; del 1,0 % al 1,5 % de Mn; del 1,0 % al 1,5 % de Ni; del 0 % al 0,5 % de Si; del 0 % al 0,1 % de Mo; hasta el 0,0025 % de B; del 0 % al 0,025 % de C; del 0 % al 0,01 % de S; del 0 % al 0,03 % de N, Fe e impurezas. En ciertas realizaciones, los aceros inoxidable comprenden además P. En ciertas realizaciones, la concentración total de C, N, P y S no es superior al 0,1 %, en peso. En ciertas realizaciones, la concentración de B en los aceros es del 0,002 % al 0,0025 %, en peso. Los aceros incluyen no más del 0,25 % de Cu, en peso.

35 De acuerdo con ciertas realizaciones no limitantes, los aceros inoxidable ferrítico-martensíticos de doble fase de acuerdo con la presente divulgación consisten esencialmente en, en peso: del 11,5 % a 12 % de cromo; del 0,8 % al 1,5 % de manganeso; del 0,75 % al 1,5 % de níquel; del 0 % al 0,5 % de silicio; del 0 % al 0,2 % de molibdeno; hasta el 0,0025 % de boro; del 0 % al 0,025 % de carbono; del 0 % al 0,01 % de azufre; del 0 % al 0,03 % de nitrógeno; opcionalmente al menos uno de cobre y fósforo; hierro; e impurezas.

40 De acuerdo con ciertas realizaciones no limitantes, los aceros inoxidable ferrítico-martensíticos de doble fase de acuerdo con la presente divulgación consisten esencialmente en, en peso: del 11,5 % a 12 % de cromo; del 1,0 % al 1,5 % de manganeso; del 1,0 % al 1,5 % de níquel; del 0 % al 0,5 % de silicio; del 0 % al 0,1 % de molibdeno; hasta el 0,0025 % de boro; del 0 % al 0,025 % de carbono; del 0 % al 0,01 % de azufre; del 0 % al 0,03 % de nitrógeno; opcionalmente al menos uno de cobre y fósforo; hierro; e impurezas.

50 De acuerdo con ciertas realizaciones no limitantes, los aceros inoxidable ferrítico-martensíticos de doble fase de acuerdo con la presente divulgación consisten en, en peso: del 11,5 % a 12 % de cromo; del 0,8 % al 1,5 % de manganeso; del 0,75 % al 1,5 % de níquel; del 0 % al 0,5 % de silicio; del 0 % al 0,2 % de molibdeno; hasta el 0,0025 % de boro; del 0 % al 0,025 % de carbono; del 0 % al 0,01 % de azufre; del 0 % al 0,03 % de nitrógeno; opcionalmente al menos uno de cobre y fósforo; hierro; e impurezas.

55 De acuerdo con ciertas realizaciones no limitantes, los aceros inoxidable ferrítico-martensíticos de doble fase de acuerdo con la presente divulgación consisten en, en peso: del 11,5 % a 12 % de cromo; del 1,0 % al 1,5 % de manganeso; del 1,0 % al 1,5 % de níquel; del 0 % al 0,5 % de silicio; del 0 % al 0,1 % de molibdeno; hasta el 0,0025 % de boro; del 0 % al 0,025 % de carbono; del 0 % al 0,01 % de azufre; del 0 % al 0,03 % de nitrógeno; opcionalmente al menos uno de cobre y fósforo; hierro; e impurezas.

60 Para un acero dado, la dureza generalmente está inversamente relacionada con la tenacidad. En la presente divulgación, la dureza Brinell (HB) es la medida principal de dureza, y la energía de impacto de muesca en V Charpy a -40 °C (CVN) es la medida principal de dureza. Con referencia a la Figura 1, para ciertas realizaciones de los aceros de acuerdo con la presente divulgación, CVN (pies-lb) + (0,4xHB) de los aceros es aproximadamente 160 o mayor. En ciertas realizaciones de los aceros de acuerdo con la presente divulgación, la dureza es de aproximadamente 300 HB o más, y CVN es aproximadamente 67,8 Nm (50 pies-lb) o más. En ciertas realizaciones, los aceros de acuerdo con la presente divulgación tienen una templabilidad de trabajo en servicio de hasta una dureza de aproximadamente 450 HB o mayor.

Ejemplos

La Tabla 1 incluye las composiciones y ciertas propiedades de una realización de los aceros inoxidable ferrítico-martensíticos de doble fase de acuerdo con la presente divulgación y del acero inoxidable ATI 412™ convencional y del acero inoxidable Duracorr® 300 convencional. Al calentar las tres aleaciones enumeradas en la Tabla 1 se fundieron en losas que pesaban aproximadamente 6818 kg (15.000 lb) y se laminaron a una temperatura de aproximadamente 1066 °C (1950 °F) para producir material de aproximadamente 6 mm de espesor. Siguiendo el proceso de laminación, los aceros fueron recocidos a 766 °C u 843 °C, durante 15 minutos y se enfriaron por aire.

Las propiedades mecánicas de la realización de acero experimental enumerada en la Tabla 1 se midieron y compararon con las de los dos aceros convencionales enumerados. La dureza Brinell y CVN a -40 °C (pies-lb) se muestran en la Tabla 1 para las tres aleaciones. Las pruebas de tracción se realizaron de acuerdo con el estándar A370 de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) a temperatura ambiente, utilizando un penetrador de bola de carburo de tungsteno, en muestras que median aproximadamente 5 cm de longitud de calibre y aproximadamente 0,5 cm de espesor. Las pruebas de Charpy se realizaron de acuerdo con la norma ASTM A370 y E23 a aproximadamente -40 °C en muestras transversales que median aproximadamente 10 mm x 2,5 mm. Debido a que estas muestras se consideran subdimensionadas de acuerdo con la norma ASTM-A370, la energía de impacto medida se llevó a valores de muestra de tamaño estándar en la Tabla 1.

Como se muestra por los resultados experimentales en la Tabla 1, la muestra de acero experimental de la presente divulgación mostró una dureza y tenacidad muy favorables (energía de impacto CVN) en relación con las aleaciones convencionales. Esto fue particularmente inesperado y sorprendente. Las aleaciones comercialmente disponibles que proporcionan dureza y tenacidad comparables son normalmente aceros al carbono, que no soportarían ambientes corrosivos.

En ciertas posibles realizaciones no limitantes, los aceros inoxidables de doble fase de acuerdo con la presente divulgación se preparan usando prácticas convencionales de producción de acero inoxidable que incluyen, por ejemplo, fusión de materias primas en un horno eléctrico, descarburación a través de AOD y fundición a un lingote. Se pueden fundir lingotes, por ejemplo, por fundición continua o vertido de lingotes. En ciertas realizaciones, el material de fundición puede ser tratado térmicamente (austenizado) o vendido en bruto.

Tabla 1

% en peso	Realización del Acero Actual		Aceros Convencionales		
			Aleación ATI 412™		Aleación Duracorr®
C	0,022		0,01-0,025		0-0,025
Mn	0,89		0,8-1		0-1,5
P	0,027		0-0,04		0-0,04
S	0,0014		0-0,004		0-0,015
Si	0,44		0,45-0,75		0-0,7
Cr	11,92		11,5-12		11-12,5
Ni	0,97		0,3-0,75		0-1
N	0,023		0-0,03		0-0,03
Mo	0,091		0-0,2		0,2-0,35
Cu	0,17		0,25		0
B	0,0003		0		0
Temperatura de recocido	En bruto	843 °C	766 °C	843 °C	-
Dureza Brinell	340	322	177	258	260-360
CVN a -40 °C (pies-lb)	26-34	56-62	65-90	7-49	15
CVN (pies-lb) + (0,4xHB)	162-170	185-191	136-161	111-152	119-159

Los usos potenciales de las aleaciones de acuerdo con la presente divulgación son numerosos. Como se ha descrito y se evidenciado anteriormente, los aceros inoxidables de doble fase descritos en el presente documento pueden usarse en muchas aplicaciones en las que la resistencia a la abrasión y/o al desgaste es importante. Los artículos de fabricación para los que los aceros de acuerdo con la presente divulgación serían particularmente ventajosos incluyen, por ejemplo, partes y equipos utilizados en la extracción de arenas petrolíferas y partes y equipos utilizados en el procesamiento de azúcar. Otras aplicaciones para los aceros inoxidables de acuerdo con la presente divulgación serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia. Aquellos que tienen habilidades ordinarias pueden fabricar fácilmente estos y otros artículos de fabricación a partir de los aceros inoxidables de acuerdo con la presente divulgación usando técnicas de fabricación convencionales.

Aunque la descripción anterior ha presentado necesariamente solo un número limitado de realizaciones, aquellos con

habilidades ordinarias en la técnica relevante apreciarán que se pueden realizar varios cambios en las aleaciones y el artículo y otros detalles de los ejemplos que se han descrito e ilustrado en el presente documento, y todas esas modificaciones permanecerán dentro del principio y alcance de la presente divulgación tal como se expresa en el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase que consiste, en peso, en:
 - 5 del 11,5 % a 12 % de cromo;
 - del 0,8 % al 1,5 % de manganeso;
 - del 0,75 % al 1,5 % de níquel;
 - ≤ 0,5 % de silicio;
 - ≤ 0,2 % de molibdeno;
 - 10 ≤ 0,0025 % de boro;
 - ≤ 0,25 % de cobre;
 - ≤ 0,025 % de carbono;
 - ≤ 0,01 % de azufre;
 - ≤ 0,03 % de nitrógeno;
 - 15 en donde la concentración total de carbono + nitrógeno + azufre + fósforo ≤ 0,1 %; el resto de hierro e impurezas incidentales;
 - en donde el acero tiene una dureza Brinell (HB) de 300 HB o más y una energía de impacto de muesca en V Charpy a -40 °C (CVN) de modo que CVN (pies-lb) + (0,4 x HB) es de aproximadamente 160 o mayor.
- 20 2. El acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de la reivindicación 1, en el que el contenido de boro es del 0,002 % al 0,0025 %.
3. El acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en el que el contenido de molibdeno es ≤ 0,1 %.
- 25 4. El acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contenido de níquel es del 1,0 % al 1,5 %.
5. El acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contenido de manganeso es del 1,0 % al 1,5 %.
- 30 6. El acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la CVN del acero es de 67,8 Nm (50 pies-lb) o mayor.
- 35 7. El acero inoxidable ferrítico-martensítico de doble fase de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el acero tiene una templabilidad de trabajo hasta una dureza de 450 HB o mayor.
8. Un artículo de fabricación que incluye un acero inoxidable de doble fase de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 40 9. El artículo de fabricación de la reivindicación 8, en el que el artículo de fabricación se selecciona de piezas y equipos utilizados en la extracción de arenas petrolíferas y piezas y equipos utilizados en el procesamiento de azúcar.

