(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 688 150**

(51) Int. CI.:

C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/58 (2006.01)
C21D 8/10 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)
C22C 38/42 (2006.01)
C22C 38/44 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.06.2013 PCT/JP2013/066844**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2013 WO13191208**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2013 E 13806836 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 2865776**

(54) Título: **Acero inoxidable dúplex**

(30) Prioridad:

22.06.2012 JP 2012140365

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2018

(73) Titular/es:

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8071, JP

(72) Inventor/es:

SAGARA, MASAYUKI y
TOMIO, AKIKO

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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 dúplex

Campo técnico de la invención

La invención se refiere a un acero inoxidable dúplex y, en particular, a un acero inoxidable dúplex con una excelente resistencia a la corrosión localizada frente a la corrosión por picadura y la corrosión intersticial.

Técnica relacionada

Debido a que el acero inoxidable dúplex posee una excelente resistencia a la corrosión, en particular, una excelente resistencia a la corrosión por agua de mar, el acero inoxidable dúplex se utiliza de manera generalizada como material para estructuras marítimas tales como tuberías de intercambio de calor, conductos empleados en pozos de petróleo o de gas, o tuberías de conducción.

Entre los entornos corrosivos, un entorno que contenga iones de cloruro, como, por ejemplo, un entorno marino, en el que se utilizan las estructuras marítimas descritas anteriormente, exige prestar atención a la corrosión localizada, como, por ejemplo, la corrosión por picadura o la corrosión intersticial. Existe la posibilidad de que se forme un orificio pasante a causa de la pérdida por corrosión localizada ocasionada por la corrosión por picadura o intersticial de un material y de que se propague un agrietamiento por corrosión bajo tensión a partir de la corrosión por picadura o intersticial que constituye la zona de inicio, y ambas situaciones constituyen problemas importantes.

Atendiendo a los problemas descritos anteriormente, se han obtenido diversos aceros inoxidables dúplex en los que se mejora la resistencia a la corrosión localizada. Por ejemplo, en el documento de patente 1, se describe un acero inoxidable dúplex con una excelente resistencia al agrietamiento por corrosión mediante el ajuste de una cantidad de B contenida de manera apropiada en función de una cantidad de N y una cantidad de Ni en una fase γ (austenita).

En el documento de patente 2, se describe un acero inoxidable dúplex de alta resistencia mecánica con una gran resistencia mecánica y una gran resistencia a la corrosión, una excelente resistencia a la corrosión que logra eliminar tensiones en la que el acero no se sensibiliza o se vuelve quebradizo incluso en una típica operación de soldeo o un tratamiento de eliminación de tensiones con una adición activa de W.

En el documento de patente 3, se describe un acero inoxidable dúplex con una excelente resistencia a la corrosión por picadura en la que se ajustan cantidades de Cr, Mo y N en la austenita. Además, en el documento de patente 4, se describe un acero inoxidable dúplex con una alta resistencia a la corrosión además de unas excelentes propiedades mecánicas, en el que se ajustan estructuras tanto de ferrita como de austenita y la distribución de elementos de las mismas.

Documento de la técnica anterior

Documento de patente

[Documento de patente 1] Solicitud de patente japonesa no examinada. Primera publicación n.º 2004-360035

[Documento de patente 2] Solicitud de patente japonesa no examinada. Primera publicación H5-132741

[Documento de patente 3] Solicitud de patente japonesa no examinada. Primera publicación H11-80901

[Documento de patente 4] Traducción japonesa publicada n.º 2005-501969 de la publicación internacional PCT

En el documento EP1722002, se describe una aleación de acero inoxidable dúplex con matriz ferrítica-austenítica y con una gran resistencia a la corrosión junto con una buena estabilidad estructural y maleabilidad en caliente, en particular, un acero inoxidable dúplex con un contenido de ferrita del 40 al 65 % y una composición bien equilibrada que confiere propiedades de corrosión del material.

Descripción de la invención

Problemas que debe resolver la invención

Los aceros inoxidables dúplex descritos en la técnica anterior poseen una alta resistencia a la corrosión. No obstante, en los últimos años, se ha producido un incremento en la demanda de un producto que resista entornos corrosivos más extremos y se ha requerido una resistencia a la corrosión aún más mejorada.

La presente invención se lleva a cabo teniendo en cuenta las anteriores circunstancias. Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un acero inoxidable dúplex con una excelente resistencia a la corrosión localizada frente a la corrosión por picadura y la corrosión intersticial.

Medios para resolver el problema

Los presentes inventores han realizado diversos estudios exhaustivos acerca de un procedimiento para mejorar la resistencia a la corrosión localizada de un acero inoxidable dúplex. En consecuencia, los presentes inventores han descubierto que cuando un acero inoxidable dúplex contiene Re, Ga o Ge, el potencial crítico en el cual se produce una corrosión por picadura (potencial de corrosión por picadura) aumenta y la resistencia a la corrosión por picadura y la resistencia a la corrosión intersticial mejora de manera notable. La presente invención se ha llevado a cabo basándose en dichos hallazgos, y lo esencial de la misma es un acero inoxidable dúplex que se muestra a continuación (1) y (2).

(1) Según una realización de la presente invención, se proporciona un acero inoxidable dúplex que consiste, por % de masa, en: C: 0,005 % a 0,03 %, Si: 0,05 % a 1,0 %, Mn: 0,1 % a 4,0 %, Ni: 3 % a 8 %, Cr: 20 % a 35 %, Mo: 0,01 % a 4,0 %, Al: 0,001 % a 0,30 %, N: 0,05 % a 0,60 %, uno o más elementos seleccionados de entre Re: 2,0 % o menos, Ga: 2,0 % o menos y Ge: 2,0 % o menos, opcionalmente uno o más elementos seleccionados entre los siguientes grupos primero y segundo:

Primer grupo: W: 6,0 % o menos y Cu: 4,0 % o menos

Segundo grupo: Ca 0,01 % o menos, Mg: 0,01 % o menos, y REM: 0,2 % o menos, y un equilibrio consistente en Fe e impurezas.

Efectos de la invención

El acero inoxidable dúplex de la presente invención posee una excelente resistencia a una corrosión localizada tal como la corrosión por picadura y la corrosión intersticial (resistencia a la corrosión localizada). Por lo tanto, el acero inoxidable dúplex se puede utilizar de manera adecuada como material para estructuras marítimas tales como tuberías de intercambio de calor, conductos utilizados en pozos de petróleo o de gas, o tuberías de conducción, que presentan un problema de corrosión en un entorno corrosivo extremo.

Realizaciones de la invención

A continuación, se describirá un acero inoxidable dúplex de acuerdo con una realización de la presente invención.

1. Composición química

Los motivos para limitar cada elemento son los que se señalan a continuación. En la siguiente descripción, el símbolo “%” que indica la cantidad de cada elemento representa “% de masa”.

C: 0,005 % a 0,03 %

Cuando la cantidad de C es superior a 0,03 %, se forma carburo de Cr en el borde del grano, lo que da lugar a un aumento en la susceptibilidad a la corrosión en el borde del grano. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de C se establece en el 0,03 %. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de C es preferiblemente 0,02 %. Por otra parte, para garantizar la resistencia mecánica del acero, el límite inferior de la cantidad de C es preferiblemente 0,005 %.

Si: 0,05 % a 1,0 %

El Si es un elemento eficaz como desoxidante para una aleación. Para obtener el efecto, el límite inferior de la cantidad de Si es preferiblemente 0,05 %. No obstante, cuando la cantidad de Si es superior al 1,0 %, se deteriora la maleabilidad en caliente. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Si se establece en 1,0 %. El límite superior de la cantidad de Si es preferiblemente 0,5 %.

Mn: 0,1 % a 4,0 %

El Mn, al igual que el Si, es un elemento eficaz como desoxidante para una aleación. Para obtener el efecto, el límite inferior de la cantidad de Mn es preferiblemente 0,1 % y, más preferiblemente, 0,3 %. No obstante, cuando la cantidad de Mn es superior al 4,0 %, se deteriora la maleabilidad en caliente. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Mn se establece en 4,0 %. El límite superior de la cantidad de Mn es preferiblemente 2,0 % y, más preferiblemente, 1,2 %.

Ni: 3 % a 8 %

El Ni es un elemento estabilizador de la austenita y constituye un elemento esencial para el acero inoxidable dúplex. No obstante, cuando la cantidad de Ni es inferior al 3 %, no se puede obtener el efecto suficiente. Por otra parte, cuando la cantidad de Ni es superior al 8 %, no se puede obtener un equilibrio apropiado entre ferrita y austenita. Por consiguiente, la cantidad de Ni se establece entre el 3 % y el 8 %. El límite inferior de la cantidad de Ni es preferiblemente 3,5 %.

Cr: 20 % a 35 %

El Cr es un elemento necesario para obtener una estructura ferrítica del acero inoxidable dúplex y, además, es un elemento esencial para mejorar la resistencia a la corrosión por picadura del acero inoxidable dúplex. Para obtener una adecuada resistencia a la corrosión por picadura, es necesario establecer el límite inferior del Cr en el 20 %. Por otra parte, cuando la cantidad de Cr es superior al 35 %, la maleabilidad en caliente se deteriora. Por consiguiente, la cantidad de Cr se establece entre el 20 % y el 35 %. La cantidad de Cr es preferiblemente del 21 % al 28 %.

Mo: 0,01 a 4,0 %

El Mo, al igual que el Cr, es un elemento que posee el efecto de mejorar la resistencia a la corrosión por picadura y es necesario establecer el límite inferior de la cantidad de Mo en el 0,01 %. Por otra parte, cuando la cantidad de Mo es superior al 4,0 %, la maleabilidad del material durante la producción se deteriora. Por consiguiente, la cantidad de Mo se establece entre el 0,01 % y el 4,0 %. La cantidad de Mo es preferiblemente del 1,0 % al 3,5 %.

Al: 0,001 % a 0,30 %

El Al es un elemento eficaz como desoxidante. Además, el Al posee el efecto de evitar que el Si o el Mn formen óxidos, que resultan perjudiciales para la maleabilidad en caliente, mediante la fijación del oxígeno. Para obtener el efecto descrito, el límite inferior de la cantidad de Al es preferiblemente 0,001 % y, más preferiblemente, 0,01 %. Por consiguiente, cuando la cantidad de Al es superior al 0,30 %, se deteriora la maleabilidad en caliente. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Al se establece en 0,30 %. El límite superior de la cantidad de Al es preferiblemente 0,20 % y, más preferiblemente, 0,10 %.

N: 0,05 % a 0,60 %

El N es un elemento que mejora la estabilidad de la austenita y además mejora la resistencia a la corrosión por picadura y la resistencia a la corrosión intersticial del acero inoxidable dúplex. Además, el N, al igual que el C, posee el efecto de estabilizar la austenita y mejorar la resistencia mecánica. No obstante, cuando la cantidad de N es inferior al 0,05 %, no se puede obtener el efecto suficiente. Por otra parte, cuando la cantidad de N es superior al 0,60 %, la tenacidad y la maleabilidad en caliente se deterioran. Por consiguiente, la cantidad de N se establece entre el 0,05 % y el 0,60 %. Para obtener una mayor resistencia, el límite inferior de la cantidad de N es preferiblemente superior a 0,17 % y, más preferiblemente, es 0,20 %. Además, el límite superior de la cantidad de N es preferiblemente 0,35 % y, más preferiblemente, 0,30 %.

Uno o más elementos seleccionados entre Re: 2,0 % o menos, Ga: 2,0 % o menos, y Ge: 2,0 % o menos.

Re, Ga y Ge son elementos que mejoran notablemente la resistencia a la corrosión por picadura y la resistencia a la corrosión intersticial. No obstante, cuando la cantidad de cada elemento es superior al 2,0 %, el efecto de mejora de la resistencia a la corrosión se satura. Además, cuando la cantidad de cada elemento es superior al 2,0 %, la maleabilidad en caliente se deteriora. Por consiguiente, las cantidades de Re, Ga y Ge se establecen en el 2,0 % o menos.

La cantidad de cada elemento es preferiblemente el 1,0 % o menos. Para obtener el efecto de mejora de la resistencia a la corrosión, las cantidades de Re, Ga y Ge son 0,01 % o más, más preferiblemente 0,03 % o más y, aún más preferiblemente, 0,05 % o más. Puede incluirse en el contenido solo uno cualquiera de entre Re, Ga y Ge o pueden incluirse dos o más de estos elementos en combinación. Cuando en el contenido se incluyen estos elementos en combinación, la cantidad total de estos elementos es preferiblemente del 4 % o menos.

Cuando el acero inoxidable dúplex contiene Re, Ga y Ge, se mejora la resistencia a la corrosión por picadura del acero inoxidable dúplex. La razón, según se supone, es que el Re, el Ga y el Ge mejoran la película pasiva formada en un entorno corrosivo y, por tanto, se suprime la propagación de la picadura en el proceso que va desde el inicio de la picadura hasta el desarrollo de la misma y se fomenta la pasivación. Cuando se utiliza cualquier elemento entre Re, Ga y Ge, se puede obtener el mismo efecto. No obstante, el Re posee un efecto particularmente notable.

El acero inoxidable dúplex según la realización contiene los respectivos elementos descritos anteriormente y un equilibrio consistente en Fe e impurezas. Aquí, el término “impurezas” representa elementos que se mezclan a partir del mineral de hierro y la chatarra utilizadas como materia prima o el entorno de producción cuando el acero inoxidable se produce de manera industrial. Los elementos que constituyen las impurezas no están particularmente limitados. No obstante, es preferible limitar las cantidades de P y S a la siguiente cantidad o menos. Las razones para limitar las cantidades de P y S se describirán a continuación.

P: 0,040 % o menos

El P es una impureza que se mezcla de manera inevitable con el acero. Cuanto menor sea la cantidad de P, más preferible será. Cuando la cantidad de P es superior al 0,040 %, la resistencia a la corrosión y la tenacidad se pueden deteriorar notablemente. Por consiguiente, la cantidad de P es preferiblemente del 0,040 % o menos.

S: 0,020 % o menos

El S, al igual que el P, es una impureza que se mezcla de manera inevitable con el acero. Cuanto menor sea la cantidad de S, más preferible será. Cuando la cantidad de S es superior al 0,020 %, la maleabilidad en caliente se puede deteriorar de manera notable. Por consiguiente, la cantidad de S es preferiblemente del 0,020 % o menos.

Para mejorar aún más la resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión y la maleabilidad en caliente, el acero inoxidable dúplex según la realización puede contener además uno o más elementos seleccionados de entre los siguientes grupos primero y segundo, en lugar de parte de Fe.

Primer grupo: W: 6,0 % o menos y Cu: 4,0 % o menos.

Segundo grupo: Ca: 0,01 % o menos, Mg: 0,01 % o menos y REM: 0,2 % o menos.

W: 6,0 % o menos

El W, al igual que el Mo, es un elemento que mejora la resistencia a la corrosión por picadura y la resistencia a la corrosión intersticial. Además, W es un elemento que mejora la resistencia mecánica mediante el reforzamiento del soluto. Por lo tanto, para obtener el efecto, se puede incluir W en el contenido en la medida que sea necesaria. Para obtener el efecto descrito, el límite inferior de la cantidad de W es preferiblemente 0,5 %. Para obtener un acero inoxidable dúplex con una mayor resistencia mecánica, el límite inferior de la cantidad de W es, más preferiblemente, 1,5 %. Por otra parte, cuando se incluye en el contenido una cantidad excesiva de W, precipita fácilmente una fase σ y la tenacidad se puede deteriorar. Por lo tanto, cuando se incluye W, el límite superior de la cantidad de W se establece en el 6,0 %.

Cu: 4,0 % o menos

El Cu es un elemento que mejora la resistencia a la corrosión y la resistencia a la corrosión del borde del grano. Por lo tanto, se puede incluir Cu en el contenido en la medida que sea necesaria. Para obtener el efecto descrito, el límite inferior de la cantidad de Cu es preferiblemente 0,1 % y, más preferiblemente, 0,3 %. No obstante, cuando la cantidad de Cu es superior al 4,0 %, el efecto se puede saturar y la maleabilidad en caliente y la tenacidad se pueden deteriorar. Por lo tanto, cuando se incluye Cu en el contenido, el límite superior de la cantidad de Cu se establece en el 4,0 %. El límite superior de Cu es más preferiblemente 3,0 % y, aún más preferiblemente, 2,0 %.

Ca: 0,01 % o menos

El Ca es un elemento eficaz para mejorar la maleabilidad en caliente. Para obtener el efecto, se puede incluir Ca en el contenido en la medida que sea necesaria. Para obtener el efecto descrito, el límite inferior del Ca es preferiblemente 0,0005 %. No obstante, cuando la cantidad de Ca es superior al 0,01 %, se forman óxidos gruesos y la maleabilidad en caliente se puede deteriorar. Por lo tanto, cuando se incluye Ca en el contenido, el límite superior de la cantidad de Ca se establece en el 0,01 %.

Mg: 0,01 % o menos

El Mg, al igual que el Ca, es un elemento eficaz para mejorar la maleabilidad en caliente y se puede incluir en el contenido en la medida que sea necesaria. Para obtener el efecto descrito, el límite inferior del Mg es preferiblemente 0,0005 %. No obstante, cuando la cantidad de Mg es superior al 0,01 %, se forman óxidos gruesos y la maleabilidad en caliente se puede deteriorar. Por lo tanto, cuando se incluye Mg en el contenido, el límite superior de la cantidad de Mg se establece en el 0,01 %.

REM: 0,2 % o menos

El REM, al igual que el Ca y el Mg, es un elemento eficaz para mejorar la maleabilidad en caliente y se puede incluir en el contenido en la medida que sea necesaria. Para obtener el efecto descrito, el límite inferior del REM es preferiblemente 0,001 %. No obstante, cuando la cantidad de REM es superior al 0,2 %, se forman óxidos gruesos y la maleabilidad en caliente se puede deteriorar. Por lo tanto, cuando se incluye REM en el contenido, el límite superior de la cantidad de REM se establece en el 0,2 %. Aquí, REM constituye un término general que representa a 17 elementos que incluyen 15 elementos lantánidos, e Y y Sc.

El acero inoxidable dúplex que posee las composiciones descritas anteriormente se puede conformar para obtener una tubería de acero mediante un procedimiento conocido.

A continuación, la presente invención se describirá de manera más detallada haciendo referencia a ejemplos. No obstante, la presente invención no está limitada por los ejemplos y se pueden realizar diversas modificaciones en el diseño dentro de un margen sin alejarse en lo esencial de la presente invención.

Ejemplos

Cada uno de los aceros n.º 1 a 25, con las composiciones químicas que se muestran en la tabla 1, se fundieron mediante el empleo de un horno de fusión al vacío de 50 kg. El lingote obtenido se calentó a 1200 ºC, se forjó, se laminó en caliente y conformó para obtener un material con un grosor de 5 mm.

TABLA 1

Acero n.º	Composición química (% de masa, equilibrio consistente en Fe e impurezas)															Vc'100 (mV frente a SCE)	Comentarios
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	W	Al	N	Re	Ga	Ge	Otros	
1	0,017	0,46	1,00	0,016	0,001	0,50	7,0	24,7	2,0	2,0	0,004	0,31	-	-	-	-	-31	Ejemplos comparativos
2	0,017	0,48	1,00	0,017	0,001	0,52	7,1	21,0	3,0	2,0	0,005	0,30	-	-	-	-	-50	
3	0,017	0,46	1,02	0,016	0,001	0,48	7,2	25,1	1,5	2,0	0,027	0,30	-	-	-	-	-51	
4	0,017	0,46	1,05	0,015	0,001	0,50	7,2	24,8	3,1	0,5	0,029	0,31	-	-	-	-	-5	
5	0,017	0,48	1,02	0,013	0,001	0,47	7,2	23,1	2,5	2,0	0,029	0,25	-	-	-	-	-62	
6	0,032	0,46	1,06	0,016	0,001	0,98	7,7	24,8	1,9	1,6	0,008	0,24	-	0,30	-	-	-24	
7	0,019	0,49	1,02	0,019	0,001	0,76	8,5	23,2	2,5	1,4	0,015	0,31	0,25	-	-	-	-35	
8	0,016	0,47	1,04	0,020	0,001	0,48	6,9	18,8	3,2	0,7	0,027	0,22	-	-	0,19	-	-90	
9	0,017	0,52	0,99	0,015	0,001	0,71	7,2	24,1	-	2,3	0,013	0,29	0,17	-	-	-	-102	
10	0,016	0,50	1,01	0,021	0,001	1,54	7,4	25,5	1,8	0,9	0,004	0,03	-	0,83	-	-	-70	
11	0,016	0,47	1,01	0,016	0,001	0,51	7,2	25,1	3,1	2,1	0,002	0,30	0,67	-	-	-	>800	Ejemplos
12	0,016	0,49	1,03	0,017	0,001	0,49	7,1	25,1	3,0	2,0	0,015	0,31	0,29	-	-	Ca:0,0010	258	
13	0,017	0,50	1,03	0,016	0,001	0,50	7,0	25,0	3,0	2,0	0,032	0,32	0,10	-	-	-	179	
14	0,016	0,55	0,98	0,019	0,001	1,70	7,2	24,0	3,1	-	0,005	0,34	0,03	0,02	-	-	121	
15	0,016	0,48	1,01	0,017	0,001	0,50	7,1	25,0	3,0	2,1	0,002	0,30	0,02	-	-	Mg:0,0020	63	
16	0,016	0,48	1,01	0,017	0,001	0,50	7,1	25,0	3,0	2,1	0,002	0,30	-	0,08	-	-	40	
17	0,017	0,51	0,97	0,019	0,001	1,60	6,2	23,5	3,5	1,8	0,007	0,28	0,22	0,15	0,34	Y:0,0020	328	
18	0,016	0,48	1,01	0,017	0,001	0,50	7,1	25,0	3,0	2,1	0,002	0,30	-	-	0,07	-	70	
19	0,019	0,50	1,05	0,018	0,001	0,30	4,7	20,8	3,7	2,3	0,016	0,35	-	0,27	-	-	209	
20	0,017	0,49	1,03	0,021	0,001	1,80	7,3	26,8	0,4	4,5	0,024	0,25	-	0,21	0,40	-	114	
21	0,015	0,53	1,00	0,017	0,001	0,78	3,8	25,9	2,8	2,5	0,009	0,37	0,15	-	0,21	-	384	
22	0,015	0,47	1,01	0,016	0,001	0,50	7,1	25,1	3,1	2,1	0,007	0,29	-	1,67	-	-	244	
23	0,017	0,48	1,03	0,016	0,001	-	5,9	24,5	2,9	1,9	0,007	0,30	-	-	1,87	-	125	
24	0,016	0,51	0,99	0,002	0,001	-	6,5	25,7	3,2	-	0,008	0,37	0,13	-	-	-	187	
25	0,015	0,47	1,03	0,015	0,001	-	6,8	25,4	2,9	-	0,006	0,39	0,08	-	-	REM:0,009	89	

A continuación, con el material obtenido se llevó a cabo un recocido de solubilización a 1 070 ºC durante 5 minutos y, después, se preparó una muestra para ensayo (con un diámetro de 15 mm y un grosor de 2 mm) mediante mecanizado para la evaluación de la resistencia a la corrosión.

La muestra para ensayo obtenida se utilizó para medir el potencial de corrosión por picadura en una solución de NaCl al 20 % a 90 ºC. La medición se llevó a cabo bajo las condiciones y procedimientos experimentales de acuerdo con JIS G0577 (2005), a excepción de la temperatura del ensayo y la concentración de NaCl.

En la tabla 1, los resultados de la medición del potencial de corrosión por picadura Vc'100 de cada acero se muestran juntos. Como se observa en la tabla 1, los aceros n.º 11 a 25, que constituyen ejemplos de la presente invención, poseen un mayor potencial de corrosión por picadura Vc'100 y una resistencia a la corrosión por picadura aún más excelente en comparación con los aceros n.º 1 a 5, que constituyen ejemplos comparativos que no contienen ninguno de los elementos Re, Ga y Ge, y los aceros n.º 6 a 10 en los que la cantidad de cualquier elemento de entre C, Ni, Cr, Mo y N se encuentra fuera del intervalo de la presente invención. Cuando el potencial de corrosión Vc'100 es elevado, la resistencia a la corrosión intersticial también es excelente.

En la tabla, el símbolo "-" indica que el contenido es igual al límite de la medición o menos.

Aplicación industrial

El acero inoxidable dúplex de la presente invención posee una excelente resistencia a una corrosión localizada tal como la corrosión por picadura y la corrosión intersticial. Por lo tanto, el acero inoxidable dúplex se puede utilizar de manera adecuada como material para estructuras marítimas como tuberías de intercambio de calor, conductos empleados en pozos de petróleo o de gas, o tuberías de conducción, que presentan un problema de corrosión en un entorno corrosivo severo.

REIVINDICACIONES

1. Un acero inoxidable dúplex que consiste, en % de masa, en:

C: 0,005 % a 0,03 %;

Si: 0,05 % a 1,0 %;

Mn: 0,1 % a 4,0 %;

Ni: 3 % a 8 %;

Cr: 20 % a 35 %;

Mo: 0,01 % a 4,0 %;

Al: 0,001 % a 0,30 %;

N: 0,05 % a 0,60 %;

Uno o más elementos seleccionados de entre Re: 0,01 % a 0,2 %, Ga: 0,01 % a 2,0 % y Ge: 0,01 % a 2,0 %; opcionalmente uno o más elementos seleccionados de entre los siguientes grupos primero y segundo;

y

un equilibrio consistente en Fe e impurezas, en donde

Primer grupo: W: 6,0 % o menos y Cu: 4,0 % o menos;

Segundo grupo: Ca: 0,01 % o menos, Mg: 0,01 % o menos, y REM: 0,2 % o menos.