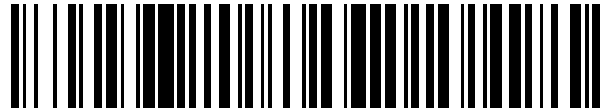


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 429**

51 Int. Cl.:

**C22C 19/05** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2010 E 10835974 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.02.2015 EP 2511389**

54 Título: **Aleaciones austeníticas resistentes al calor**

30 Prioridad:

**10.12.2009 JP 2009279982**

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

**10.04.2015**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HIRATA, HIROYUKI;  
OKADA, HIROKAZU;  
SEMBA, HIROYUKI;  
OGAWA, KAZUHIRO;  
ISEDA, ATSURO y  
YOSHIZAWA, MITSURU**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 533 429 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

Aleaciones austeníticas resistentes al calor

5 Sector técnico

La presente invención, se refiere a una aleación austenítica resistente al calor. De una forma más particular, la invención, se refiere a una aleación austenítica resistente al calor, la cual es excelente en ambas, la resistencia a la fisuración de las soldaduras y la tenacidad de la zona afectada por el calor (HAZ – [del inglés heat affected zone] –  
 10 después de un uso a largo plazo, y que adicionalmente, además, tiene unas excelentes características en cuanto lo referente a la resistencia a la fluencia a las altas temperaturas, y la cual se utiliza en equipos de alta temperatura, tales como los consistentes en las calderas de generación de potencia y en las plantas de la industria química.

15 Antecedentes y trasfondo de la invención

En años recientes, se han venido instalando, en el mundo entero, las calderas ultra – super – críticas, de última generación, en las cuales se utilizan unos valores de temperatura y de presión de vapor incrementados, con objeto de mejorar la eficiencia de la caldera. De una forma específica, se planifica así mismo, también, hehecho de que, la temperatura del vapor, la cual había sido, hasta ahora, la correspondiente a un valor de 600 °C, deba ascenderse a un valor de 650 °C, o mayor, o incluso a un valor de 700 °C, ó mayor. Esto se basa en el hecho de que, el ahorro de energía, el uso efectivo de los recursos y la reducción de las emisiones de gas CO<sub>2</sub>, con objeto de preservar el entorno medioambiental, son cuestiones la cuales deben resueltas, así como así mismo, también, la adopción de una importante política industrial. Esto se basa en el hecho de que, para una caldera de generación de potencia energética, así como para un reactor para la industria química, y por el estilo, en los cuales se procede a la combustión de un combustible fósil, son ventajosos una caldera ultra – super – crítica, y un reactor, los cuales ofrezcan una alta eficiencia.

La alta temperatura y la alta presión del vapor, alcanza la temperatura efectiva de operación de un equipo de alta temperatura, consistente en placas gruesas forjados, los cuales se utilizan como tubos de supercalentamiento de la caldera, y tubos de reactor, para la industria química, y partes presurizadas, resistentes al calor, a un temperatura correspondiente a un valor de 700 °C o más alta. Así, por lo tanto, se requiere el hecho de que, el material el cual se utiliza, en tales tipos de entornos medioambientales tan severos u hostiles, durante un prolongado transcurso de tiempo, no únicamente tenga una excelente resistencia a las altas temperaturas y una alta resistencia a la corrosión a las altas temperaturas, sino que, adicionalmente, además, también una excelente estabilidad a largo plazo de la micro - estructura del y de la características de fluencia.

De una forma correspondientemente en concordancia, los documentos de patente 1 a 3, dan a conocer aleaciones de resistencia al calor, las cuales contienen un cantidad incrementada de Cr y de Ni, y la cuales contienen también, de una forma adicional, una o más clases de Mo y de W, con objeto de mejorar la resistencia a la rotura por fluencia, la cual es una de las clases de resistencia a las altas temperaturas.

De una forma adicional, para cumplir con los estrictos requerimientos incrementantes para las características de resistencia a alta temperatura, de una forma especial, en cuanto a lo referente a los requerimientos para la resistencia a la rotura por fluencia, los documentos de patente 4 a 7, dan a conocer aleaciones resistentes al calor, la cuales contienen, en porcentaje en peso, de un 28 % a un 38 % de Cr, y de un 35 % a un 60 % de Níquel, y utilizan la precipitación de una estructura cúbica centrada en el cuerpo de fase  $\alpha$ -Cr, con objeto de mejorar, de una forma adicional, la resistencia a la rotura por fluencia.

Por otro lado, los documentos de patente 8 a 11, dan a conocer aleaciones a base de Ni, las cuales contienen Mo y / ó W, con objeto de lograr una consolidación de solución sólida, y la cuales contienen así mismo, también, Al y Ti, y las cuales utilizan la consolidación de la precipitación de una fase  $\gamma'$ , la cual es un compuesto intermetálico, de una forma específica, Ni<sub>3</sub> / Al, Ti), con objeto de poder utilizarse en el severo y hostil entorno medioambiental de altas temperaturas, anteriormente descrito, arriba.

Así mismo, también, el documento de patente 12, da a conocer una aleación austenítica, con un alto contenido de Ni, resistente al calor, en la cual, se controlan los márgenes de adición del Al y del Ti, y se precipita una fase  $\gamma'$ , con objeto de mejorar la resistencia a la fluencia.

De una forma adicional, los documentos de patente 13 a 16, dan a conocer aleaciones a base de Ni, las cuales contienen Co, adicionalmente al Cr y al Mo, con objeto de incrementar adicionalmente la resistencia.

Lista de los documentos pertenecientes al arte anterior de la técnica especializada

Literatura de patentes

65

[Documento de Patente 1] JP 60 – 100 640 A

[Documento de Patente 2] JP 64 – 55 352 A [Documento de Patente 3] JP – 2 – 200 756 A (miembro de la familia de la patente europea EP 0 381 121)

[Documento de Patente 4] JP 7 – 216 511 A [Documento de Patente 5] JP 7 – 331 390 A

5 [Documento de Patente 6] JP 8 – 127 848 A [Documento de Patente 7] JP 8 – 218 140 A

[Documento de Patente 8] JP 51 – 84 726 A [Documento de Patente 9] JP 51 – 84727 A

[Documento de Patente 10] JP 7-1 50 277 A [Documento de Patente 11] JP 2002 – 518 599 A [Documento de Patente 12] JP 9-157 779 A

10 [Documento de Patente 13] JP 60-110 856 A [Documento de Patente 14] JP 2 – 107 736 A [Documento de Patente 15] JP 63 – 76 840 A

(miembro de la familia de la patente europea EP 0 260 600)

[Documento de Patente 16] JP 2001 – 107 196 A

15 Se dan a conocer aleaciones adicionales, en la patente estadounidense U S 2006 /0 051 234 A1, en la patente europea EP 1 777 313 A1 y en la patente europea EP 1 065 290 A1.

Literatura no perteneciente a patentes

20 [Documento no perteneciente a patentes, 1] Editado por parte de la entidad Japain Welding Society: Welding/Joining Handbook, (sociedad Japonesa de la soldadura: Manual de soldadura / unión), 2ª Edición (2003, Maruzen), páginas 948 – 950.

Revelación de la invención

25 Problemas a resolver mediante la invención

30 En los documentos de patentes 1 a 14, si bien han dado a conocer las aleaciones austeníticas resistentes al calor, en las cuales se encuentra incrementada la resistencia a la rotura por fluencia, los estudios, no se han llevado a cabo a partir de un punto de vista consistente en la “capacidad de soldadura” o “soldabilidad”, en el momento en el cual las aleaciones se montan o ensamblan como un miembro estructural.

35 La aleación austenítica resistente al calor, se ensambla en varios miembros estructurales, mediante la soldadura, y se utiliza a altas temperaturas. Así por ejemplo, en el documento 1, no perteneciente a las patentes (Editado por parte de la entidad Japain Welding Society: Welding/Joining Handbook, (sociedad Japonesa de la soldadura: Manual de soldadura / unión), 2ª Edición (2003, Maruzen), páginas 948 – 950), se ha reportado el hecho de que, si se incrementa la cantidad del elemento de la aleación, durante el trabajo de soldadura, aparece entonces un problema consistente en que aparece una fisura en la zona afectada por el calor de la soldadura (a la cual, se le hará referencia, en la parte que sigue de este documento, como una HAZ [del inglés heat affected zone], de una forma especial, en una HAZ contigua a la línea limítrofe o fronteriza de la fusión.

40 En cuanto a lo referente a causa por la cual acontece una fisuración en la HAZ (zona afectada por el calor), contigua a la línea limítrofe o fronteriza de la fusión, se han propuesto varias opiniones, tales como las consistentes en el hecho de que, la fisuración, se crea mediante un fase precipitada en la línea fronteriza o contornos de los granos; sin embargo, no obstante, no se podido clarificar de una forma completa, hasta ahora, el mecanismo por el cual ésta acontece.

45 Así, de este modo, en la aleación austenítica de alta resistencia al calor, si bien la fisuración en la HAZ, en el momento de la soldadura, se ha reconocido como siendo un problema, para un largo período de tiempo, no se han establecido no obstante todavía unas medidas para contrarrestar este problema, de una forma especial, las medidas en términos de material, debido al hecho de que, el mecanismo por el cual ésta acontece, no se ha clarificado de una forma completa.

50 De una forma particular, en las aleaciones austeníticas resistentes al calor, las cuales se han propuesto de una forma mayoritaria, con el incremento de la resistencia, se han venido incluyendo en éstas varios tipos de elementos de aleación y, de una forma adicional, en las calderas de alta eficiencia recientemente planificados, se ha estudiado el hecho de que, la aleación austenítica resistente al calor, se utiliza en una localización rigurosa, en término de la dinámica, tal como la consistente en una pared gruesa, la cual se encuentra representada mediante una tubería de vapor principal, y un miembro intrínsecamente conformado, el cual se encuentra representado por un tubo de cascada de agua, de tal forma que exista una tendencia para que el problema de fisuración en la zona afectada por el calor (HAZ), emerja de una forma adicional.

55 De una forma adicional, en el caso en donde, se considera una aplicación de tal tipo de miembro de pared gruesa y de gran diámetro, todavía se requiere el hecho de que, la zona afectada por el calor (HAZ), tenga una tenacidad (dureza) suficiente, a bajas temperaturas, en el momento de parar la máquina. La tenacidad (dureza) de la zona afectada por el calor (HAZ), disminuye así mismo, también, con el incremento de la cantidad del elemento de

aleación y, de una forma particular, para el material, en el cual se le ha añadido Al, Ti y Nb, L, la tenacidad de la zona afectada por el calor (HAZ), disminuye de una forma remarcable, después de un largo período de tiempo de utilización.

5 Por otro lado, si bien en el Documento de Patente 15, anteriormente mencionado, arriba, se ha indicado el hecho de una fisuración en la zona de afectada por el calor "HAZ", la aplicación a una localización rigurosa, en términos de la dinámica, ha permanecido como siendo incómoda, tal y como se ha descrito anteriormente, arriba. De una forma adicional, si bien se ha mencionado la tenacidad de metal de soldadura, no se ha considerado, no obstante, la tenacidad de la zona afectada por el calor "HAZ". Así, por lo tanto, permanece un problema en cuanto a lo referente a las prestaciones o rendimiento de la zona afectada por el calor (HAZ), especialmente, en el momento en el que se procede a aplicar la aleación al miembro de pared gruesa, tal como el consistente en una tubería principal de vapor.

10 Así mismo, también, si bien en el Documento de patente 16, se ha mencionado la fisuración por recalentamiento que acontece en el metal de soldadura, y la tenacidad del metal de soldadura, no se ha hecho no obstante ninguna referencia en absoluto, en cuanto a lo referente al rendimiento o prestaciones de la zona afectada por el calor "HAZ".

15 La presente invención, se ha realizado en vistas a considerar la situación anteriormente mencionada, arriba, y de una forma correspondientemente en concordancia, un objetivo de ésta, es la consistente en proporcionar una aleación austenítica, resistente al calor, la cual sea excelente, en ambos, la resistencia a la fisuración de la soldadura, y la tenacidad de la zona afectada por el calor "HAZ", y que sea adicionalmente excelente, en tanto lo referente a la resistencia a la fluencia a altas temperaturas, y la cual se utilice para equipos utilizados para altas temperaturas.

20 "Excelente, en cuanto a lo referente a la resistencia a la fisuración de la soldadura", significa, de una forma específica, el hecho de que, la aleación, es excelente en cuanto a lo referente a la resistencia a la fisuración por licuefacción en la zona afectada por el calor "HAZ".

Medios para resolver los problemas

25 Con objeto de resolver el problema anteriormente descrito, arriba, los presentes inventores, procedieron a llevar a cabo un examen detallado de las causas para la fisuración y la disminución de la tenacidad que acontecía en la zona afectada por el calor "HAZ".

30 Como resultado de ello, se encontró el hecho de que, de una forma especial, en una aleación que contenía B, como un elemento esencial para asegurar la resistencia a la fisuración, tal y como sucede en la presente invención, con objeto de prevenir la fisuración de la zona afectada por el calor "HAZ", en el momento de la soldadura, y con objeto de reducir la disminución de la tenacidad de la zona afectada por el calor "HAZ", después de un prolongado tiempo de uso, es efectivo,

35 (1) El controlar los contenidos de P y de B, dentro de un rango predeterminado, en concordancia con el contenido de Cr, y  
(2) Que exista un contenido de Nd, el cual sea efectivo en la eliminación del daño de P,

40 De una forma adicional, los presentes inventores, llevaron a cabo un examen detallado de la porción fisurada, producida en la zona afectada por el calor "HAZ", durante el proceso de soldadura. Como resultado de ello, se confirmaron los siguientes puntos [ 1 ] a [ 3 ].

45 [ 1 ] La fisuración, acontecía en los confines o contornos de las partículas o granos de cristal de la zona afectada por el calor "HAZ", cercana a la zona limítrofe de la fusión.

50 [ 2 ] Se observó un trazo de fusión, en la superficie de una fractura por fisura producida en la zona afectada por el calor "HAZ", y se observó la concentración de P y de B, de una forma especial, la remarcable concentración de B, en la superficie de la fractura. Debido al hecho anteriormente descrito, arriba, a la fisuración de la zona afectada por el calor "HAZ", la cual acontece durante el proceso de soldadura, se le hará referencia, algunas veces, en la parte que sigue de este documento de solicitud de patente, como " - fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ" - ".

55 [ 3 ] El grado de influencia de B, en la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ", se afectó mediante la cantidad de Cr contenida en la aleación y, a medida que el contenido de Cr, se incrementaba, la negativa influencia de B, se convertía en más remarcable.

60 Por otro lado, los presentes inventores, llevaron a cabo un examen detallado de la tenacidad de la porción de la zona afectada por el calor "HAZ", después de un prolongado tiempo de envejecimiento. Como resultado de ello, se confirmaron los siguientes puntos [ 4 ] a [ 7 ].

65

[ 4 ] La reducción de la tenacidad, era remarcable en una zona afectada por el calor "HAZ", cercana a las demarcaciones o zonas limítrofes de la fusión.

5 [ 5 ] Sobre la superficie de la fractura, después del test de ensayo de impacto, se observaron muchas porciones fracturadas, en las demarcaciones o zonas limítrofes de los granos o partículas.

[ 6 ] Sobre la superficie de la fractura en las demarcaciones o zonas limítrofes de los granos o partículas, se observó la concentración de P y de B. En una zona afectada por el calor "HAZ", en la cual era remarcable la disminución de la tenacidad, era así mismo, también, remarcable, la concentración de P. Como contraste de ello, en una HAZ, en la cual, la reducción de la tenacidad, se encontraba aminorada, la concentración de B, era remarcable.

15 [ 7 ] En el caso en donde, los contenidos de P y de B, eran aproximadamente iguales, si bien el grado de disminución de la tenacidad, después de un prolongado transcurso de tiempo de calentamiento, era leve, a medida que disminuía el contenido de Cr, el grado de disminución de la tenacidad, tendía a incrementarse.

A raíz de los puntos [ 1 ] a [ 7 ], anteriormente descritos, arriba, se reveló el hecho de que, la fisuración que acontecía en la zona afectada por el calor "HAZ", durante el proceso de soldadura, y la disminución de la tenacidad, después de un prolongado transcurso de tiempo de uso, se encuentran íntimamente conectadas con los elementos consistentes en el P y el B existentes en las zonas limítrofes o demarcaciones de los granos o partículas. De una forma adicional, se sugirió el hecho de que, el Cr, ejerce una influencia indirecta en la fisuración y en la disminución de la tenacidad.

25 Los presentes inventores, parten de la hipótesis consistente en que, el fenómeno anteriormente descrito, arriba, acontece por mediación del siguiente mecanismo.

El P y el B, se segregan, en las zonas limítrofes o demarcaciones de las partículas o granos, de la zona afectada por el calor "HAZ", en las cercanías de la zona limítrofe de la fusión, mediante el ciclo de calor, durante el proceso de soldadura. Ambos elementos, el P y el B, se segregan en las zonas limítrofes de las partículas o granos, son elementos los cuales hacen disminuir el punto de fusión de la zona limítrofe o demarcaciones del grano o partícula. Así, por lo tanto, las zonas limítrofes de las partículas, se funden localmente, durante el proceso de soldadura, abriéndose, el localización de la fusión, mediante la tensión del calor de la soldadura, y acontece la así denominada "fisuración por licuefacción".

35 Por otro lado, los elementos consistentes en el P y el B, segregados en la zona limítrofe o demarcaciones de los granos o partículas, se segregan así mismo, también, en las zonas limítrofes o demarcaciones de los granos o partículas, durante un uso durante un prolongado transcurso de tiempo. El P, disminuye la fuerza de adherencia de las zonas limítrofes o demarcaciones de los granos o partículas, mientras que, el B, a la inversa, refuerza las zonas limítrofes o demarcaciones de las partículas o granos.

40 En cuanto a lo concerniente a la razón por la cual el grado de influencia del P y del B, sobre la fisuración por licuefacción y la tenacidad de la zona afectada por el calor "HAZ", se encuentra afectado por la cantidad de Cr contenido en la aleación, los presentes inventores, sostienen las hipótesis que se presentan abajo, a continuación.

45 Tal y como se ha descrito anteriormente, arriba, ambos, el P y el B, son elementos los cuales se segregan fácilmente en la zona limítrofe o demarcaciones de los granos o partículas. En el caso en donde, el contenido de Cr es alto, el Cr que tiene una alta afinidad para el P, se encuentra presente en grandes cantidades, en los granos o partículas, de tal forma que se restringe la segregación del P, en la zona limítrofe o demarcaciones de los granos o partículas, en el ciclo de calor durante el proceso de soldadura, y durante el subsiguiente uso, a altas temperaturas. Como resultado de ello, el B se segrega, en el sitio de segregación, en el cual se crea una vacante. Así, por lo tanto, en la zona afectada por el calor "HAZ", de un material el cual contiene más Cr, la influencia de B, en la fisuración por licuefacción, es fuerte, y el descenso de la tenacidad, después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo, se reduce.

55 En base a los argumentos anteriormente descritos arriba, en cuanto a lo referente a las hipótesis pretendidas, los presentes inventores, llevaron a cabo varios estudios.

Como resultado de ello, los presentes inventores, encontraron el hecho de que, en la prevención de la fisuración por licuefacción, de la zona afectada por el calor, "HAZ", y la reducción de la tenacidad, resulta efectivo el hecho de que, los contenidos de P y de B, se definan de tal forma que éstos correspondan a un rango comprendido dentro de unos determinados márgenes, el cual satisfaga una expresión de relación predeterminada, en concordancia con el contenido de Cr.

65 De una forma adicional, los presentes inventores, han encontrado el hecho de que, es efectivo el eliminar la influencia negativa del P, en ambos, la fisuración por licuefacción y la tenacidad de la zona afectada por el calor, "HAZ", y como una medida a tomar para ello, el Nd, el cual, de una forma específica, tiene una fuerte afinidad para el

P, y forma un compuesto estable que tiene un alto punto de fusión, debe encontrarse contenido como un elemento esencial. Este efecto de eliminar la influencia negativa del elemento P, se observa únicamente para el Nd, e incluso si se procede a añadir un elemento al cual se le hace referencia de una forma colectiva como un "REM", tal como el La y el Ce, distinto del Nd, este efecto, no se observa.

De una forma adicional, los presentes inventores, han encontrado el hecho de que, al encontrarse contenida una apropiada cantidad de una o más clases de los elementos tales como el Al, el Ti y el Nb, y, un compuesto intermetálico que combine con el Ni, el cual se encuentre finamente precipitado en granos o partículas, mediante ello, puede asegurarse la excelente resistencia a la fluencia a altas temperaturas, y la excelente tenacidad, después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo.

Así mismo, además, los presentes inventores, han encontrado el hecho de que, especialmente, en una aleación austenítica resistente al calor, la cual contenga, en porcentaje en masa, Cr: una cantidad situada entre un 15 % ó más y menos de un 28%, Ni: una cantidad que va de un 40 % a un 60 %, y B: una cantidad que va de un 0,0005 % a un 0,006 %; Nd: una cantidad que va de un 0,001 % a un 0,1 %, y en donde, el parámetro F1, el cual se encuentra representado por la fórmula (1) sea el correspondiente a un valor situado entre 1 ó más y 12 ó menos, y el parámetro F2, el cual se encuentra representado por la fórmula (2), sea el correspondiente a un valor de 0,035 ó menos, pueden asegurarse unas excelentes resistencia a la fluencia y ductilidad por fluencia, a altas temperaturas y, de una forma adicional, pueden reducirse ambas, la aparición de una fisuración por liquefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ", durante el proceso de soldadura, y la disminución de la tenacidad, después de un uso durante un prolongado transcurso de tiempo, los cuales están causados por las segregación de P y de B, en las zonas limítrofes o demarcaciones de las partículas o granos.

$$F1 = 4 \times Al + 2 \times Ti + Nb \dots (1)$$

$$F2 = P + 0,2 \times Cr \times B \dots (2)$$

en donde, un símbolo de un elemento, en las fórmulas, representa el contenido en masa del elemento.

La presente invención, se ha completado en base a los descubrimientos anteriormente mencionados, arriba y, cuya esencia, es la consistente en aleaciones austeníticas resistentes al calor, las cuales se describen en las reivindicaciones 1 a 4.

Las "impurezas" en "Fe e impurezas", del balance (resto), son elementos los cuales entran, de una forma combinada, por mediación de varios factores, en los procesos de producción, incluyendo a las primeras materias, tales como el mineral y los desechos de minerales chatarra, cuando la aleación resistente al calor, se produce a una escala industrial.

Efectos ventajosos de la invención

La aleación austenítica resistente al calor en concordancia con la presente invención, es excelente en ambos conceptos, la resistencia a la fisuración de la soldadura, y la tenacidad de la zona afectada por el calor, "HAZ", y es adicionalmente excelente, en la resistencia a la fluencia a altas temperaturas. Así, por lo tanto, la aleación austenítica resistente al calor, en concordancia con la presente invención, puede utilizarse de una forma apropiada, como un material de partida para los equipos de alta temperatura, tales como los consistentes en las calderas de generación de potencia energética, y las plantas químicas industriales.

Descripción resumida de los dibujos

La figura 1, es una vista aclaratoria, la cual muestra la forma de biselado.

Forma de realización de la invención

En la parte que sigue de este documento, se explica, con todo detalle, la razón por la cual se limita el contenido del elemento componente en la aleación austenítica resistente al calor en concordancia con la presente invención. En la explicación la cual se facilita abajo, a continuación, un ideograma de "%", relativa al contenido de cada elemento, significa "porcentaje en masa".

C: en un porcentaje que va de un 0,01 % a un 0,15 %

El carbono (C), convierte a la estructura austenítica en estable, y forma carburos finos en las zonas limítrofes o demarcaciones de las partículas o granos y, así, por lo tanto, mejora la resistencia a la fluencia a altas temperaturas. Sin embargo, no obstante, si el contenido de éste es excesivo, los carburos, se convierten en toscos o gruesos, y éstos precipitan en grandes cantidades, lo cual conduce a un descenso de la ductilidad de las zonas limítrofes o demarcaciones de los granos o partículas, y a una degradación de la tenacidad y de la resistencia a la fluencia. Así,

por lo tanto, el contenido de C, es el correspondiente a un porcentaje del 0,15 %, ó menor. El límite superior del contenido de C es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,12 %.

5 Tal y como se describirá posteriormente, más abajo, en el caso en el que se encuentre contenido N, en una cantidad correspondiente a un rango el cual sea suficiente para el reforzamiento, entonces, el límite inferior del contenido de C, no necesita definirse especialmente. Sin embargo, no obstante, una disminución extrema en el contenido de C, conduce a un remarcable incremento de los costes de producción. Así, por lo tanto, el límite inferior del contenido de C, es el correspondiente a un porcentaje del 0,01 %.

10 Si: en un porcentaje que va de un 0,02 % a un 2 %

15 El silicio (Si), es un elemento el cual se añade como un desoxidante, y éste es efectivo en mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia a la oxidación, a altas temperaturas. Sin embargo, no obstante, si el contenido de éste es excesivo, entonces, la estabilidad de la fase de austenita, se deteriora, lo cual conduce a una disminución de la tenacidad y de la resistencia a la fluencia. Así, por lo tanto, el contenido de Si es el correspondiente a un porcentaje del 0,2 %, ó menos. El contenido de Si es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 1,5 %, ó menos, siendo éste, de una forma adicionalmente preferible, el correspondiente a un porcentaje del 1,0 %, ó menos. El límite inferior del contenido de Si, no necesita definirse especialmente. Sin embargo, no obstante, si el contenido de Si disminuye extremadamente, entonces, el efecto desoxidante, no se logra de una forma suficiente, y disminuye la limpieza de la aleación, lo cual conduce a una elevación de los costes de producción. Así, por lo tanto, el límite inferior del contenido de Si, es el correspondiente a un porcentaje del 0,02 %.

Mn: en un porcentaje que va de un 0,02 % a un 3 %

25 El manganeso (Mn), es un elemento, el cual se añade como un desoxidante, tal como el Si, y contribuye a la estabilización de la austenita. Sin embargo, no obstante, si el contenido de éste es excesivo, entonces, acontece una fragilización y se deterioran la tenacidad y la ductilidad por fluencia. Así, por lo tanto, el contenido de Mn, es el correspondiente a un porcentaje del 3 % ó inferior. El contenido de Mn es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 2,5 % ó inferior, siendo éste, de una forma adicionalmente preferible, de un porcentaje del 2,0 % ó inferior. Sin embargo, no obstante, si el contenido de Mn disminuye extremadamente, entonces, el efecto desoxidante, no se logra de una forma suficiente, y disminuye la limpieza de la aleación, lo cual conduce a una elevación de los costes de producción. Así, por lo tanto, el límite inferior del contenido de Mn, es el correspondiente a un porcentaje del 0,02 %.

35 Ni: en un porcentaje que va de un 40 % a un 60 %

40 El Níquel (Ni), es un elemento el cual es efectivo en la obtención de una estructura austenítica, y así mismo, también, éste es un elemento esencial para asegurar la estabilidad estructural, después de un prologando período de tiempo de utilización. De una forma adicional, el Ni, se combina con el Al, el Ti y el Nb, con objeto de formar una fase de compuesto intermetálico fina, y éste efectúa una acción, consistente en mejorar la resistencia a la fluencia. Con objeto de mejorar el efecto del Ni, de una forma suficiente, en el rango de contenido de Cr, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes situados entre un porcentaje del 15 % ó más y menos de un porcentaje del 25 %, definido en la presente invención, se necesita un contenido de Ni correspondiente a un porcentaje del 40 %, o más. Sin embargo, no obstante, puesto que el Ni es un elemento caro, un contenido de Ni el cual exceda de un porcentaje del 60 %, conduce a un encarecimiento de los costes. Así, por lo tanto, el contenido de Ni, es el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 40 % hasta un 60 %. El límite inferior del contenido de Ni es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 42 % y, el límite superior de éste es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 58 %.

50 Co: en un porcentaje que va de un 8 % a un 25 %

55 El Cobalto (Co) es, al igual que el Ni, un elemento que produce austenita, y éste mejora la estabilidad de la fase de austenita y contribuye a la mejora de la resistencia a la fluencia. Con objeto de lograr este efecto, el contenido de Co, debe ser el correspondiente a un porcentaje del 0,03 % ó superior. Sin embargo, no obstante, puesto que el Co es un elemento extremadamente caro, un contenido de Co el cual exceda de un porcentaje del 25 %, conduce a un significativo encarecimiento de los costes. El contenido de Co, es el correspondiente a un rango comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 8 % a un 25 %. El límite superior del contenido de Co es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 23 %.

60 Cr: en un porcentaje situado entre un 15 % ó más, y menos de un 25 %.

65 El cromo (Cr), es un elemento esencial para asegurar la resistencia a la oxidación y la resistencia a la corrosión, a altas temperaturas. Con objeto de lograr el efecto del Cr, en el contenido de Ni anteriormente definido, arriba, en la presente invención, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 40 % hasta un 60 %, es necesario un contenido de Cr correspondiente a un porcentaje del 15 % ó más. Sin embargo, no

obstante, si el contenido de Cr se incrementa a un porcentaje del 28 % ó más, entonces, la estabilidad de la fase de austenita, a altas temperaturas, se deteriora, lo cual conduce a una disminución de la resistencia a la fluencia. Así, por lo tanto, el contenido de Cr, es el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes situados entre un 15 % ó más, y menos de un 28 %. El límite inferior del contenido de Cr es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 17 % y, el límite superior de éste es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 26 %.

Así mismo, también, el Cr, es un elemento, el cual ejerce una influencia en el comportamiento de la segregación de la zona limítrofe el grano o partícula de P y de B, en la zona afectada por el calor, "HAZ", durante el proceso de soldadura, y éste ejerce una influencia indirecta en la susceptibilidad de fisuración por la licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ", y la disminución de tenacidad de la zona afectada por el calor, "HAZ", después de un prologando transcurso de tiempo de utilización. Así, por lo tanto, tal y como se describirá posteriormente, más abajo, es este documento de solicitud de patente, el parámetro F2, el cual viene representado por la fórmula (2), consistente en P, B y Cr, debe ser el correspondiente a un valor de 0,035 ó inferior.

El molibdeno (Mo) y el wolframio (W); bien ya sea uno o ambos, en el caso del Mo: en un porcentaje del 12 % ó inferior, y en el caso del W: en un porcentaje de menos del 4 %, siendo el contenido total de éstos, el correspondiente a un rango comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 0,1 % hasta un 12 %.

El wolframio o tungsteno (W) y el molibdeno (Mo), son elementos los cuales se disuelven en la estructura austenítica, la cual es una matriz, contribuyen a la mejora de la resistencia a la fluencia, a altas temperaturas. Con objeto de lograr este efecto, o bien ya sea uno, o ambos, de entre el Mo y el W, de tal forma que, el contenido total de éstos, sea el correspondiente a un porcentaje del 0,1 % ó mas. Sin embargo, no obstante, si el contenido total de Mo y de Wo, es excesivo, y de una forma especial, en el caso en el que éste exceda de un porcentaje del 12 %, entonces, la estabilidad de la fase de austenita, se deteriora de una forma inversa, lo cual conduce a una disminución de la resistencia a la fluencia. Puesto que, el W, tiene un peso molecular, el cual es mayor que el del Mo, con objeto de lograr un efecto equivalente al del efecto del Mo, debe encontrarse contenida una cantidad incrementada de W. Este hecho, representa una desventaja, desde el punto de vista del coste, y de la seguridad de la estabilidad de las fases. Así, por lo tanto, el contenido de W, en el caso en el que éste se contenga, es el correspondiente a un porcentaje de menos de un 4 %. Así, por lo tanto, los contenidos de Mo y de W, deben ajustarse de tal forma que, bien ya sea uno o ambos, en el caso del Mo: en un porcentaje del 12 % ó inferior, y en el caso del W: en un porcentaje de menos del 4 %, siendo el contenido total de éstos, el correspondiente a un rango comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 0,1 % hasta un 12 %. El límite inferior del contenido total de W y Mo es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 1 %, y el límite superior de dicho contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 10 %.

Nd: en un porcentaje que va de un 0,001 % a un 0,1 %

El neodimio (Nd), es un importante elemento, el cual caracteriza a la presente invención. Es decir, el Nd, tiene una fuerte afinidad para el P, y un punto de fusión de éste., es alto, para formar un compuesto, con el P, a altas temperaturas. Así, por lo tanto, el Nd, es un elemento esencial para la inmovilización del P, y en la inmovilización de la influencia negativa del P, en la fisuración por licuefacción y en la tenacidad de la zona afectada por el calor "HAZ". Así mismo, también, el Nd, es un elemento, el cual precipita como un carburo, y contribuye a la mejora de la resistencia a alta temperatura. Con objeto de lograr estos efectos, es necesario un contenido de Nd, correspondiente a un porcentaje del 0,001 %, ó más. Sin embargo, no obstante, si el contenido de Nd es excesivo y, de una forma especial, si éste excede de un porcentaje del 0,01 %, entonces, el efecto de reducir la influencia negativa de P, se satura y, de una forma adicional, una gran cantidad de Nd, precipita como carburo, el cual, más bien, conduce a un descenso de la tenacidad. Así, por lo tanto, el contenido de Nd, es el correspondiente a un rango comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 0,001 % hasta un 0,1 %. El límite inferior del contenido de Nd, de una forma preferible, es el correspondiente a un porcentaje del 0,005 % y, el límite superior de éste es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,08 %.

B: en un porcentaje que va de un 0,0005 % a un 0,006 %

El boro (B), es un elemento el cual es necesario para mejorar la resistencia a la fluencia, mediante el fortalecimiento de las zonas limítrofes de los granos o partícula, mediante la segregación, en las zonas limítrofes de los granos o partículas, durante el uso, y procediendo a dispersar finamente, el carburo, en las zonas limítrofes de los granos o partículas. De una forma adicional, el B, tiene unos efectos consistentes en la mejora de la fuerza de adherencia, mediante su segregación en las zonas limítrofes de los granos o partículas, y en la contribución de la mejora de la tenacidad. Con objeto de lograr estos efectos, se necesita un contenido de B, correspondiente a un porcentaje del 0,0005 %, ó más. Sin embargo, no obstante, si se incrementa el contenido de B y, de una forma especial, si éste excede de un porcentaje del 0,006 %, entonces, el B, se segrega en grandes cantidades, en la zona afectada por el calor, "HAZ", de alta temperatura, en las vecindades de la zona limítrofe de fusión, mediante el ciclo de fusión de la soldadura, durante el proceso de soldadura, y desciende el punto de fusión de la zona limítrofe del grano o partícula, conjuntamente con el P, de tal forma que se mejora la susceptibilidad de la fisuración por licuefacción de la zona



afectada por el calor, "HAZ". Así, por lo tanto, el contenido de B, es el correspondiente a un porcentaje comprendido dentro de unos márgenes que van desde un 0,0005 % a un 0,006 %.

5 El comportamiento de segregación del B, se afecta mediante el contenido de Cr. Así, por lo tanto, tal y como se describirá posteriormente, más abajo, en este documento de solicitud de patente, el parámetro F2, representado por la fórmula (2), consistente en el P, el B y el Cr, debe ser el correspondiente a un valor de 0,035, ó inferior.

N: en un porcentaje del 0,03 % ó inferior.

10 El nitrógeno (N), es un elemento el cual es efectivo en la estabilización de la fase de austenita. Sin embargo, no obstante, en el rango de porcentajes de Cr, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes situados entre un 15 % ó más, y menos de un 28 %, el cual se define en la presente invención, si el N se encuentra contenido de una forma excesiva, entonces, se precipitan grandes cantidades de nitruros finos, en las partículas o granos, a altas temperaturas, lo cual conduce a una disminución de la ductilidad por fluencia, y de la tenacidad. Así, por lo tanto, el contenido de N, es el correspondiente a un porcentaje del 0,03 % ó inferior. El contenido de N es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,02 % ó inferior. El límite inferior del contenido de N, no necesita definirse de una forma especial. Sin embargo, no obstante, un descenso extremo en el contenido de N, conduce a un encarecimiento de los costes de producción. Así, por lo tanto, el límite inferior del contenido de N es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,0005 %.

20 O: en un porcentaje del 0,03 % ó inferior

25 El oxígeno (O), se encuentra contenido en la aleación, como uno de los elementos de impurezas. Si el O se encuentra contenido de una forma excesiva, desciende la procesabilidad en caliente y se deterioran la tenacidad y la ductilidad. Así, por lo tanto, el contenido de O, debe ser el correspondiente a un porcentaje del 0,03 % ó inferior. El contenido de O es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,02 % ó inferior. El límite inferior del contenido de O, no necesita definirse de una forma especial. Sin embargo, no obstante, un descenso extremo en el contenido de O, conduce a un encarecimiento de los costes de producción. Así, por lo tanto, el límite inferior del contenido de O es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,001 %.

30 Al, Ti y Nb; una o más clases de, Al: en un porcentaje del 3 % ó inferior, Ti: en un porcentaje del 3 % ó inferior, y Nb: en un porcentaje del 3 % ó inferior. El aluminio (Al), el titanio (Ti), y el niobio (Nb), son elementos esenciales para asegurar la resistencia a la fluencia a altas temperaturas, mediante la combinación con el Ni, y mediante la precipitación de una forma fina, en los granos o partículas, como compuestos intermetálicos. Sin embargo, no obstante, si el contenido de éstos se incrementa, y el contenido de cada elemento, excede de un porcentaje del 3 %, entonces, el efecto anteriormente descrito, arriba, se satura, y así mismo, también, la ductilidad por fluencia, y la tenacidad, después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo, se deterioran. Así, por lo tanto, el contenido de cada uno de los elementos consistentes en el Al, el Ti y el Nb, es de un porcentaje del 3 % ó inferior, y se encuentran contenidos una o más clases de estos elementos. El contenido de cada uno de estos tres elementos es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 2,8 %, ó inferior, siendo dicho contenido, de una forma adicionalmente preferible, el correspondiente a un porcentaje del 2,5 % ó inferior.

45 Con objeto de asegurar ambas, unas excelentes propiedades de resistencia a la fluencia y de ductilidad por fluencia, mediante la precipitación de una cantidad apropiada de compuesto intermetálico, de la forma que se encuentra descrita posteriormente, abajo, en este documento de solicitud de patente, el parámetro F1, representado por la fórmula (1), consistente en Al, Ti y Nb, debe ser el correspondiente a un valor situado dentro de unos márgenes de 1 ó más y 12 ó menos.

50 En la presente invención, los contenidos de P y de S, en las impurezas, debe encontrarse limitado, de tal forma que éstos se encuentren comprendidos dentro de los rangos de valores los cuales se facilitan abajo, a continuación.

P: en un porcentaje del 0,03 % ó inferior

55 El fósforo (P), se encuentra contenido, en la aleación, como una impureza. El P, es un elemento, el cual se segrega en las zonas limítrofes o demarcaciones de los granos o partículas de cristal, de la zona afectada por el calor, "HAZ", durante el proceso de soldadura, éste mejora la susceptibilidad de fisuración por licuefacción, y ejerce así mismo, también, una influencia negativa sobre la tenacidad, después de un uso durante un prolongado transcurso de tiempo. Así, por lo tanto, el contenido de P, de una forma preferible, se disminuye tanto como sea posible. Sin embargo, no obstante, un descenso extremo en el contenido de P, conduce a un encarecimiento de los costes de producción del acero. Así, por lo tanto, el contenido de P, es el correspondiente a un porcentaje del 0,03 % ó inferior. El contenido de P es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,02 % ó inferior.

60 S: en un porcentaje del 0,01 % ó inferior

El azufre (S), se encuentra contenido, en la aleación, como una impureza. El S, es un elemento, el cual se segrega en las zonas limítrofes o demarcaciones de los granos o partículas del cristal, de la zona afectada por el calor, "HAZ", durante el proceso de soldadura, éste mejora la susceptibilidad de fisuración por licuefacción, y ejerce así mismo, también, una influencia negativa sobre la tenacidad, después de un uso durante un prolongado transcurso de tiempo. Así, por lo tanto, el contenido de S, de una forma preferible, se disminuye tanto como sea posible. Sin embargo, no obstante, un descenso extremo en el contenido de S, conduce a un encarecimiento de los costes de producción del acero. Así, por lo tanto, el contenido de S, es el correspondiente a un porcentaje del 0,01 % ó inferior. El contenido de S es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,005 % ó inferior.

5 F1: en un valor situado entre 1 ó más y 12 ó menos

En el caso en donde, adicionalmente al contenido de las cantidades anteriormente descritas, arriba, de una o más clases de elementos de Al, Ti y Nb, F1, representada por la fórmula (1), es decir  $[4 \times \text{Al} + 2 \times \text{Ti} + \text{Nb}]$  es de un valor situado entre 1 ó más y 12 ó menos, mediante la precipitación de los compuestos intermetálicos, combinados con Ni, finamente, en los granos o partículas, puede asegurarse una excelente resistencia a la fluencia, a altas temperaturas, y una excelente tenacidad, después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo. El límite inferior de F1 es, de una forma preferible, el correspondiente a un valor de 3, y el límite superior de éste es, de una forma preferible, el correspondiente a un valor de 11.

10 F2: en un valor de 0,035 ó inferior

Tal y como se ha descrito ya, anteriormente, arriba, P y B son elementos, los cuales se segregan en las zonas limítrofes o demarcaciones de los cristales o partículas de la zona afectada por el calor, "HAZ", en las vecindades de la zonas limítrofes o demarcaciones de la fusión, mediante el ciclo de calor que acontece durante el proceso de soldadura, y disminuyen el punto de fusión y mejoran la susceptibilidad a la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ". Por otro lado, durante el uso durante un prolongado transcurso de tiempo, al segregarse P, en las zonas limítrofes o demarcaciones de las partículas o granos, disminuye la fuerza de adherencia de las zonas limítrofes o demarcaciones de las partículas o granos, mientras que, B, fortalece y refuerza las zonas limítrofes o demarcaciones de los granos o partículas, de una forma inversa, de tal forma que, P, ejerce una influencia negativa en la tenacidad, y B, de una forma inversa, reduce la disminución de la tenacidad. De una forma adicional, el Cr, es un elemento, el cual ejerce una influencia sobre el comportamiento en la segregación de la zona limítrofe o demarcación del grano o partícula, de P de B, y ejerce una influencia indirecta en los rendimientos o prestaciones de estos elementos.

Esto significa el hecho de que, el grado de influencia negativa de B, en la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ", se hace más grande, con el contenido incrementante del Cr. Así mismo, también, la tenacidad de la zona afectada por el calor, "HAZ", después de un uso durante un prolongado período de tiempo, queda enormemente afectada de una forma negativa, por la acción del P. En el caso en el que se encuentren contenidas unas cantidades aproximadamente iguales de P y de B, entonces, a medida que desciende el contenido de Cr, tiende a ser mayor el descenso de la tenacidad.

Con objeto de controlar la segregación de P y de B, en la zona limítrofe o demarcaciones de los granos o partículas, de la zona afectada por el calor, "HAZ", y con objeto de asegurar una excelente resistencia a la fisuración por licuefacción, y con objeto también de reducir la disminución de la tenacidad, después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo, es necesario el hecho de que, la anteriormente descrita cantidad de Nd, se encuentre contenida como un elemento esencial, y así mismo, también, el hecho de que F2, representada por la fórmula (2), es decir,  $[P + 0,2 \times \text{Cr} \times \text{B}]$ , sea de un valor de 0,035 ó inferior. El límite superior de F2 es, de una forma preferible, de 0,030. EL límite inferior de F2, puede ser un valor cercano a 0,0015, el cual es el valor, en el caso en donde, el contenido de P, como una impureza, sea extremadamente bajo, y que, los contenidos de Cr y de B, sean los correspondientes a unos porcentajes del 15 % y del 0,0005 %, respectivamente.

Una de las aleaciones austeníticas resistentes al calor, en concordancia con la presente invención, es una aleación, la cual contiene elementos, desde C a O, en un rango correspondiente a los valores anteriormente descritos, arriba, y la cual contiene una o más clase de elementos consistentes en el Al, el Ti, y el Nb, en un rango correspondiente a los valores anteriormente descritos, arriba, siendo el resto para el equilibrio, el Fe y las impurezas, y siendo los contenidos de P y de S, en las impurezas, los correspondientes a un rango comprendido dentro de los márgenes anteriormente descritos, arriba, y en donde, los parámetros F1 y F2, representados por las fórmulas (1) y (2), son los correspondientes a unos valores de 1 ó más y 12 ó menos, y de 0,035 ó menos, respectivamente.

La aleación austenítica resistente al calor, en concordancia con la presente invención, puede también adicionalmente contener, de una forma selectiva, una o más clases de elementos, pertenecientes a los siguientes grupos, sustituyendo a cierta cantidad de Fe.

Primer grupo: Ca: en un porcentaje del 0,02 % ó inferior; Mg: en un porcentaje del 0,02 % ó inferior; La: en un porcentaje del 0,01 % ó inferior; y Ce: en un porcentaje del 0,01 % ó inferior.

Segundo grupo: Ta: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior; Hf: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior; y Zr: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior.

5 Esto significa el hecho de que pueden añadirse una o más clases de los elementos pertenecientes al primer grupo y / o al segundo grupo, y encontrarse contenidos como elementos opcionales.

De aquí en adelante, en la parte que sigue de este documento, se explicarán las ventajas operativas de estos elementos opcionales, y las razones por las cuales los contenidos de éstos se encuentran restringidos o limitados.

10 Primer grupo: Ca: en un porcentaje del 0,02 % ó inferior; Mg: en un porcentaje del 0,02 % ó inferior; La: en un porcentaje del 0,01 % ó inferior; Ce: en un porcentaje del 0,01 % ó inferior.

15 El Ca, el Mg, el La y el Ce, los cuales son elementos pertenecientes al primer grupo, tienen una acción consistente en la mejora de la procesabilidad en caliente. De una forma adicional, estos elementos, tienen una acción de restringir o limitar la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ", la cual está provocada por el S, y la de reducir la disminución de la tenacidad. Así, por lo tanto, con objeto de lograr estos efectos, pueden añadirse y encontrarse contenidos los elementos anteriormente descritos, arriba. A continuación, se procederá a explicar, en mayor detalle, los elementos de este primer grupo.

20 Ca: en un porcentaje del 0,02 % ó inferior.

25 El calcio (Ca), tiene una fuerte afinidad para el S, y éste tiene una acción para la mejora de la procesabilidad en caliente. Así mismo, también, el Ca, tiene un efecto de reducir ambas, la aparición de la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ, y la disminución de la tenacidad, la cual viene provocada por el S. Sin embargo, no obstante, si el Ca se añade de una forma excesiva, entonces, acontece la disminución de la pulcritud provocada por la combinación con el oxígeno y, de una forma especial, si el contenido de Ca excede de un porcentaje del 0,02 %, la pulcritud, disminuye de una de una forma remarcable, y la procesabilidad en caliente, más bien se deteriora. Así, por lo tanto, el contenido de Ca, en el caso en el que éste se encuentre contenido, es el correspondiente a un porcentaje del 0,02 %, ó inferior. El contenido de Ca, en caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,01 % ó inferior.

30 Por otro lado, y con objeto de lograr el efecto anteriormente mencionado, arriba, del Ca, de una forma estable, el límite inferior del contenido de Ca, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,0001 % y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,0005%.

35 Mg: en un porcentaje del 0,02 % ó inferior.

40 El Magnesio (Mg), tiene una fuerte afinidad para el S, y éste tiene una acción para la mejora de la procesabilidad en caliente. Así mismo, también, el Mg, tiene un efecto consistente en la acción reducir ambas, la aparición de la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ, y la disminución de la tenacidad, la cual viene provocada por el S. Sin embargo, no obstante, si el Mg se añade de una forma excesiva, entonces, acontece la disminución de la pulcritud provocada por la combinación con el oxígeno y, de una forma especial, si el contenido de Mg excede de un porcentaje del 0,02 %, la pulcritud, disminuye de una de una forma remarcable, y la procesabilidad en caliente, más bien se deteriora. Así, por lo tanto, el contenido de Mg, en el caso en el que éste se encuentre contenido, es el correspondiente a un porcentaje del 0,02 %, ó inferior. El contenido de Mg, en caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,01 % ó inferior.

45 Por otro lado, y con objeto de lograr el efecto anteriormente mencionado, arriba, del Mg, de una forma estable, el límite inferior del contenido de Mg, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,0001 % y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,0005%.

50 La: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior.

55 El Lactano (La), tiene una fuerte afinidad para el S, y éste tiene una acción para la mejora de la procesabilidad en caliente. Así mismo, también, el La, tiene un efecto consistente en la acción de reducir ambas, la aparición de la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ, y la disminución de la tenacidad, la cual viene provocada por el S. Sin embargo, no obstante, si el La se añade de una forma excesiva, entonces, acontece la disminución de la pulcritud provocada por la combinación con el oxígeno y, de una forma especial, si el contenido de La excede de un porcentaje del 0,1 %, la pulcritud, disminuye de una de una forma remarcable, y la procesabilidad en caliente, más bien se deteriora. Así, por lo tanto, el contenido de La, en el caso en el que éste se encuentre contenido, es el correspondiente a un porcentaje del 0,1 %, ó inferior. El contenido de La, en caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,08 % ó inferior.

60

65

5 Por otro lado, y con objeto de lograr el efecto anteriormente mencionado, arriba, del La, de una forma estable, el límite inferior del contenido de La, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,001 % y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,005%.

Ce: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior.

10 El Cerio (Ce), tiene una fuerte afinidad para el S, y éste tiene una acción para la mejora de la procesabilidad en caliente. Así mismo, también, el Ce, tiene un efecto consistente en la acción de reducir ambas, la aparición de la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ, y la disminución de la tenacidad, la cual viene provocada por el S. Sin embargo, no obstante, si el Ce se añade de una forma excesiva, entonces, acontece la disminución de la pulcritud provocada por la combinación con el oxígeno y, de una forma especial, si el contenido de Ce excede de un porcentaje del 0,1 %, la pulcritud, disminuye de una forma remarcable, y la procesabilidad  
15 en caliente, más bien se deteriora. Así, por lo tanto, el contenido de Ce, en el caso en el que éste se encuentre contenido, es el correspondiente a un porcentaje del 0,1 %, ó inferior. El contenido de Ce, en caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,08 % ó inferior.

20 Por otro lado, y con objeto de lograr el efecto anteriormente mencionado, arriba, del Ce, de una forma estable, el límite inferior del contenido de Ce, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,001 % y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,005%.

25 Los elementos anteriormente mencionados arriba, consistentes en el Ca, el Ma, el La y el Ce, pueden encontrarse contenidos únicamente en una sola clase, o de una forma compuesta o mixta, en dos o más clases. La cantidad total de estos elementos, en el caso en el que éstos se encuentren contenidos, puede ser la correspondiente a un porcentaje del 0,24 %, si bien, no obstante, se prefiere un porcentaje del 0,15 % ó inferior.

30 Segundo grupo: Ta: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior; Hf: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior; y Zr: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior.

35 El Ta (tántalo), el Hf (hafnio) y el circonio (Zr), los cuales son elementos que pertenecen al segundo grupo, tienen una acción consistente en la mejora de la resistencia a las altas temperaturas. Así, por lo tanto, con objeto de lograr este efecto, pueden encontrarse contenidos los elementos descritos anteriormente, arriba. Abajo, a continuación, se explican en detalle los elementos pertenecientes al segundo grupo.

Ta: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior.

40 El tántalo (Ta), se disuelve en la matriz, o precipita como un carburo, y éste tiene la acción de mejorar la resistencia a las altas temperaturas. Sin embargo, no obstante, si el contenido de Ta se incrementa, y éste excede de un porcentaje del 0,1 %, los carburos precipitan, en grandes cantidades, lo cual conduce a una disminución de la tenacidad. Así, por lo tanto, el contenido de Ta, en el caso en el que éste se encuentre contenido, es el correspondiente a un porcentaje del 0,1 %, ó inferior. El contenido de Ta, en caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,08 % ó inferior.

45 Por otro lado, y con objeto de lograr el efecto anteriormente mencionado, arriba, del Ta, de una forma estable, el límite inferior del contenido de Ta, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,002 % y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,005%.

50 Hf: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior.

55 El hafnio (Hf), se disuelve así mismo, también, en la matriz, o éste precipita como un carburo, y éste tiene la acción de mejorar la resistencia a las altas temperaturas. Sin embargo, no obstante, si el contenido de Hf se incrementa, y éste excede de un porcentaje del 0,1 %, los carburos precipitan, en grandes cantidades, lo cual conduce a una disminución de la tenacidad. Así, por lo tanto, el contenido de Hf, en el caso en el que éste se encuentre contenido, es el correspondiente a un porcentaje del 0,1 %, ó inferior. El contenido de Hf en caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,08 % ó inferior.

60 Por otro lado, y con objeto de lograr el efecto anteriormente mencionado, arriba, del Hf, de una forma estable, el límite inferior del contenido de Hf, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,002 % y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,005%.

65 Zr: en un porcentaje del 0,1 % ó inferior.

5 El Circonio (Zr), precipita como un carburo, y éste tiene la acción de mejorar la resistencia a las altas temperaturas. Sin embargo, no obstante, si el contenido de Zr se incrementa, y éste excede de un porcentaje del 0,1 %, los carburos precipitan, en grandes cantidades, lo cual conduce a una disminución de la tenacidad y a un incremento de la susceptibilidad a la fisuración por licuefacción, durante el proceso de la soldadura. Así, por lo tanto, el contenido de Zr, en el caso en el que éste se encuentre contenido, es el correspondiente a un porcentaje del 0,1 %, ó inferior. El contenido de Zr, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,08 % ó inferior.

10 Por otro lado, y con objeto de lograr el efecto anteriormente mencionado, arriba, del Zr, de una forma estable, el límite inferior del contenido de Zr, en el caso en el que éste se encuentre contenido es, de una forma preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,002 % y, de una forma más preferible, el correspondiente a un porcentaje del 0,005%.

15 Los elementos anteriormente mencionados arriba, consistentes en el Ta, el Hf, el La y el Zr, pueden encontrarse contenidos únicamente en una sola clase, o de una forma compuesta o mixta, en dos o más clases. La cantidad total de estos elementos, en el caso en el que éstos se encuentren contenidos, puede ser la correspondiente a un porcentaje del 0,3 %, si bien, no obstante, se prefiere un porcentaje del 0,15 % ó inferior.

20 A continuación, la presente invención, se explicará, de una forma más específica, en base a los ejemplos que se facilitan en la parte que sigue de este documento. La presente invención, no se encuentra no obstante limitada a estos ejemplos.

#### **Ejemplos**

25 Se procedió a fundir las aleaciones austeníticas A1 a A11, y B1 a B8, las cuales tienen las composiciones que se facilitan en la Tabla 1, y éstas se forjaron en caliente, se laminaron en caliente, y se sometieron a tratamiento por calor y se mecanizaron para preparar materiales de placas, teniendo, cada placa, un espesor de 20 mm, una anchura de 50 mm y una longitud de 100 mm.

30 Las aleaciones A1 a A11, de la Tabla 1, son aleaciones, las cuales tienen, cada una de ellas, una composición química correspondiente al rango comprendido dentro de unos márgenes definidos en la presente invención. Por otro lado, las aleaciones B1 a B8, son aleaciones, las cuales tienen, cada una de ellas, una composición química la cual diverge de la condición definida en la presente invención.

35

Tabla 1

Aleación	Composición química (% en masa) del resto (balance): Fe e impurezas																	F1	F2		
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Co	Cr	Mo	W	Mo+W	Nd	B	Al	Ti	Nb	N			O	Otros
A1	0.059	0.12	0.07	0.015	0.001	53.88	9.99	21.97	5.42	3.80	9.22	0.006	0.0012	1.01	1.60	-	0.008	0.003	-	7.24	0.020
A2	0.060	0.11	0.06	0.012	0.001	56.63	10.14	22.21	8.46	-	8.46	0.006	0.0026	1.36	1.37	-	0.008	0.004	-	8.18	0.024
A3	0.056	0.11	0.07	0.008	0.001	54.37	10.08	22.25	5.49	3.52	9.01	0.007	0.0015	1.02	1.64	0.01	0.007	0.003	Hf:0.005,Ca:0.002	7.37	0.015
A4	0.030	0.49	0.30	0.013	0.001	48.31	20.09	24.92	0.51	0.02	0.53	0.020	0.0005	0.91	1.81	1.97	0.006	0.003	-	9.23	0.015
A5	0.059	0.21	0.30	0.012	0.001	50.89	20.14	19.75	5.58	0.02	5.60	0.025	0.0033	0.52	2.22	0.01	0.004	0.002	-	6.53	0.025
A6	0.081	0.48	0.50	0.014	0.001	52.57	12.49	21.83	9.00	0.03	9.03	0.026	0.0036	1.19	0.31	0.01	0.005	0.002	-	5.39	0.030
A7	0.060	0.12	0.06	0.001	0.001	54.01	10.10	22.11	5.52	3.90	9.42	0.006	0.0028	-	2.09	-	0.004	0.003	-	4.18	0.013
A8	0.078	0.43	0.46	0.012	0.001	52.45	12.20	22.05	11.78	0.05	11.83	0.019	0.0010	1.09	0.29	-	0.004	0.002	Ce:0.005	4.94	0.016
A9	0.061	0.15	0.08	0.013	0.001	54.25	8.02	22.24	4.89	3.68	8.57	0.020	0.0008	1.30	1.36	-	0.006	0.002	Zr:0.003	7.92	0.017
A10	0.062	0.12	0.05	0.013	0.001	55.53	10.05	22.36	-	3.92	3.92	0.016	0.0010	1.50	1.41	-	0.006	0.004	Mg:0.002,La:0.005	8.82	0.017
A11	0.060	0.15	0.07	0.015	0.001	53.92	9.98	22.51	5.20	3.65	8.85	0.020	0.0023	2.11	-	-	0.005	0.004	-	8.44	0.025
B1	0.059	0.12	0.10	0.016	0.001	52.57	9.79	21.98	4.92	3.85	4.92	*	0.0031	0.96	1.63	1.54	0.015	0.003	-	8.64	0.017
B2	0.080	0.50	0.50	0.012	0.001	52.43	12.69	21.85	8.98	0.12	9.10	0.004	0.0060	1.19	0.31	0.01	0.005	0.002	-	5.39	*0.038
B3	0.062	0.20	0.30	0.015	0.001	50.74	19.95	19.74	5.50	0.10	5.60	*	0.0052	0.51	2.22	0.01	0.008	0.003	Mg:0.001	6.49	*0.036
B4	0.056	0.11	0.06	0.010	0.001	54.07	9.90	22.05	5.42	3.41	8.83	0.006	*	1.31	1.33	0.02	0.007	0.003	Ta:0.002	7.92	0.010
B5	0.032	0.50	0.30	0.012	0.001	48.38	20.23	25.05	0.51	0.15	0.66	0.005	0.0040	1.82	1.84	1.98	0.007	0.003	-	*12.94	0.032
B6	0.076	0.46	0.51	0.014	0.001	52.55	11.89	22.26	9.25	0.20	9.45	*	0.0046	1.30	0.33	0.01	0.004	0.003	La:0.022	5.86	0.034
B7	0.080	0.50	0.50	0.012	0.001	52.43	12.69	21.85	8.98	0.12	9.10	*	*0.0071	1.19	0.31	0.01	0.005	0.002	La:0.012,Ce:0.009	5.38	*0.043
B8	0.060	0.15	0.08	0.015	0.001	53.65	10.12	22.41	5.60	3.75	9.35	0.012	0.0025	0.05	0.05	0.62	0.005	0.004	-	* 0.92	0.010

F1=4xAl+2xTi+Nb

F2=P+0.2xCrxB

La marca \* indica que cae fuera de las condiciones reguladas por la presente invención ..

En la dirección longitudinal de cada uno de los materiales de placa, los cuales tienen un espesor de 20 mm, una anchura de 50 mm y una longitud de 100 mm, se procedió a formar un biselado (ángulo oblicuo), el cual tenía la forma que se muestra en la figura 1, y se conformó un cordón de soldadura, mediante una soldadura de tungsteno, con gas inerte, siendo, el aporte térmico, el correspondiente a un valor de 9 kJ / cm, mediante la utilización de varilla o hilo de soldadura, correspondiente a los patrones estándar de la AWS (Sociedad Americana de soldadura - [AWS, del inglés, American Welding Society] - ), consistente en la "AWS Standard A5.14 ERNiCrCoMo-1". A continuación de ello, se procedió a soldar la circunferencia del material de la placa, de una forma restringida, sobre una placa de acero del tipo "SM400C steel plate" (según los patrones estándar de la industria japonesa (JIS Standard) G3106(2008)), la cual tenía un espesor de 25 mm, una anchura de 200 mm y una longitud de 200 m, mediante la utilización de un electrodo correspondiente a los patrones estándar de la industria japonesa (JIS Standard) Z3224(2007) DNiCrFe-3.

A continuación, se procedió a llevar a cabo una soldadura de paso múltiple, en el biselado, mediante una soldadura de tungsteno, con gas inerte, siendo el aporte térmico, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes que iban de 9 kJ / cm a 15 kJ / cm, mediante la utilización de la misma varilla o hilo de soldadura, a cuyo efecto, se procedió a preparar dos uniones, para cada símbolo de test de ensayo. Se procedió a someter una unión de cada símbolo de test de ensayo, a un ensayo, en estado tal como soldada, y las uniones restantes, se sometieron a un envejecimiento mediante tratamiento de calor, a una temperatura de 700 °C x 100 horas, antes del test de ensayo.

Se procedió, de una forma específica, a tomar una muestra de un espécimen de la sección transversal, de forma que se había soldado, y se pulió la sección transversal, como si fuera un espejo, y se procedió a su corrosión. A continuación, se procedió a observar la sección transversal corroída, en un microscopio óptico, con objeto de examinar el hecho de si no se encontraba presente una fisuración por licuefacción en la zona afectada por el calor, "HAZ".

Así mismo, también, se procedió a tomar una muestra de espécimen de barra redondeada para test de ensayo de rotura por fluencia, de la unión, tal y como se encontraba soldada, de tal forma que, la zona limítrofe de la fusión, se encontraba localizada en el centro de la parte paralela, y se realizó un test de ensayo de rotura por fluencia, bajo unas condiciones de 700 °C y 177 MPa, en el cual, el tiempo de rotura del material, objetivizado como diana, era de 1000 horas o superior. La aleación en la cual el tiempo de rotura por fluencia, excedía de 1000 horas, el cual era el tiempo de rotura objetivizado como diana, del material de base, se calificó como siendo "aceptable".

De una forma adicional, a partir de cada una de las uniones, tal y como se encontraban soldadas, las cuales se habían sometido a un tratamiento de envejecimiento mediante la acción del calor, de 700 °C x 100 horas, después del proceso de soldadura, se procedió a tomar un muestra de espécimen para un test de ensayo del tipo con péndulo de Charpy, con entalladura en V, con un sub-tamaño de 5 mm de anchura, según se especifica en los patrones estándar correspondientes a la JIS Z2242(2005), en donde, se formó una entalladura, en la zona limítrofe de la fusión, y se procedió a investigar la tenacidad, mediante un test de ensayo de impacto, a una temperatura de 0°C. La aleación, en la cual, la disminución de la energía absorbida, no excedía de 50 J, cuando se procedía a realizar un envejecimiento mediante tratamiento por calor, se calificó como "aceptable".

En la Tabla 2, se encuentran recopilados los resultados de los tests de ensayo anteriormente descritos, arriba. En la columna de la "fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor, "HAZ", en la Tabla 2, la marca "O", indica el hecho de que, no se observaba ninguna fisuración y, por otro lado, la marca "X", indica el hecho de que se observaba una fisuración. Así mismo, también, en el "test de ensayo de rotura por fluencia", la marca "O", indica "aceptable", es decir que, el tiempo de rotura por fluencia, bajo las condiciones anteriormente descritas, arriba, excedía de las 1000 horas, el cual era el tiempo de rotura objetivizado como diana y, la marca "X", indica el hecho de que, el tiempo de rotura por fluencia, no alcanzaba las 1000 horas. De una forma adicional, en la columna de la "tenacidad", la marca "O", indicaba que era aceptable, es decir que, la disminución de la energía absorbida, no excedía de los 50 J, cuando se procedió a llevar a cabo el tratamiento de envejecimiento, mediante la acción del calor, y la marca "X", indica el hecho de que, la disminución de la energía absorbida, excedía de 50 J.

Tabla 2

Marca del test de ensayo	Aleación	Fisuración por licuefacción en la zona afectada por el calor "HAZ"	Test de ensayo de rotura por fluencia	Tenacidad	Nota
1	A 1	o	o	o	Ejemplo de la invención
2	A 2	o	o	o	
3	A 3	o	o	o	
4	A 4	o	o	o	
5	A 5	o	o	o	
6	A 6	o	o	o	
7	A 7	o	o	o	
8	A 8	o	o	o	
9	A 9	o	o	o	
10	A 10	o	o	o	
11	A 11	o	o	o	
12	B 1	x	o	x	Ejemplo comparativo
13	B 2	x	o	x	
14	B 3	x	o	x	
15	B 4	o	x	o	
16	B 5	o	o	x	
17	B 6	x	o	x	
18	B 7	x	o	x	
19	B 8	o	x	o	

- La marca \* indica que cae fuera de las condiciones reguladas por la presente invención.  
 - En la columna de "fisuración por licuefacción en la zona afectada por el calor, "HAZ", los símbolos "o" y "x", indican el hecho de que, "no se observó ninguna fisuración", y que sí que "se observó una fisuración", respectivamente.  
 - En la columna "Test de ensayo de rotura por fluencia, los símbolos "o" y "x", indican el hecho de "el tiempo de rotura alcanzó el objetivo propuesto" y, que "el tiempo de rotura, no alcanzó el objetivo propuesto", respectivamente.  
 - En la columna "Tenacidad", cada símbolo "o" y "x", indican el hecho de que, "la disminución de la energía absorbida, no excedía de los 50 J" y que "la disminución de la energía absorbida, excedía de los 50 J", respectivamente, cuando se procedió a llevar a cabo un test de ensayo de envejecimiento por calor.

5 A raíz de los datos expuestos en la Tabla 2, resulta evidente el hecho de que, para los símbolos de test de ensayo 1 a 11, en los cuales se usan las aleaciones A1 a A11, que tienen una composición química en el rango de valores definido en la presente invención, no se observa ninguna fisuración por licuefacción, de la zona afectada por el calor, "HAZ", y adicionalmente, además, las características de la rotura por fluencia y la tenacidad después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo, son excelentes.

10 Como contraste de ello, para los símbolos de test de ensayo 12 a 19, en los cuales se usan las aleaciones B1 a B8, que tienen una composición química la cual diverge de la condición definida en la presente invención, por lo menos una de las característica consistentes en la en la fisuración por licuefacción, de la zona afectada por el calor, "HAZ", las características de la rotura por fluencia y la tenacidad, después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo, es inferior.

15 Para el símbolo de test de ensayo 12, en el cual se usa la aleación B1, la cual no contenía Nd, puesto que no pudo lograrse el efecto consistente en eliminar la influencia negativa de P, en la fisuración por licuefacción y en la tenacidad de la zona afectada por el calor, "HAZ", aconteció la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ", y así mismo, también, la tenacidad, disminuyó, después un de prolongado transcurso de tiempo.

20 Para el símbolo de test de ensayo 13, si bien la aleación B2 usada, contenía Nd, la F2, definida por P, B y Cr, excedía de un valor de 0,035. Así, por lo tanto, aconteció la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ", y así mismo, también, la tenacidad, disminuyó, después de prolongado transcurso de tiempo.

25



Para el símbolo de test de ensayo 14, la aleación B3 usada, no contenía Nd, y adicionalmente, la F2, definida por P, B y Cr, excedía de un valor de 0,035. Así, por lo tanto, aconteció la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ", y así mismo, también, la tenacidad, disminuyó, de una forma remarcable, después de prolongado transcurso de tiempo.

5 Para el símbolo de test de ensayo 15, puesto que la aleación B4 usada, contenía Nd, y adicionalmente, además, la F2, definida por P, B y Cr, cumplía con la condición definida en la presente invención, no aconteció la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ". Sin embargo, no obstante, puesto que la aleación B4, no contenía B, no se obtuvo una suficiente resistencia a la fluencia.

10 Para el símbolo de test de ensayo 16, puesto que la aleación B5 usada, cumplía con las condiciones de los contenidos de N, de P, de B y de Cr, y de la F2, definida en la presente invención, no aconteció la fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ". Sin embargo, no obstante, puesto que la F1 de la aleación b5, definida por el Al, el Ti y Nb, excedía de un valor de 12, la tenacidad, descendió de una forma remarcable, después de un prolongado transcurso de tiempo de calentamiento.

15 Para los símbolos de test de ensayo 17 y 18, si bien las aleaciones B6 y B7 utilizadas, contenían La y / ó Ce, a las cuales se les hace referencia, de una forma general, como REM, las aleaciones, no contenían Nd. Así, por lo tanto, no pudo lograrse el efecto de eliminar la influencia negativa de P, en la fisuración por licuefacción y la tenacidad de la zona afectada por el calor, "HAZ", de tal forma que aconteció una fisuración por licuefacción de la zona afectada por el calor "HAZ", y así mismo, también, se produjo una disminución de la tenacidad, después de un calentamiento durante un prolongado transcurso de tiempo.

20 Para el símbolo de test de ensayo 19, puesto que la aleación B8 utilizada, cumplía con las condiciones de los contenidos de Nd, de P, de B y de Cr, y de la F2 definida en la presente invención, no aconteció la fisuración por licuefacción, en la zona afectada por el calor, "HAZ". Sin embargo, no obstante, puesto que la F1 de la aleación B8 definida por el Al, el Ti, y el Nb, era inferior a 1, no se obtuvo una suficiente resistencia a la fluencia.

30 Aplicabilidad industrial

La aleación austenítica resistente al calor en concordancia con la presente invención, es excelente en ambas, la resistencia a la fisuración de las soldaduras, y la tenacidad de la zona afectada por el calor, "HAZ", y así mismo, también, ésta es excelente en cuanto a lo referente a la resistencia a la fluencia a altas temperaturas. Así, por lo tanto, la aleación austenítica resistente al calor en concordancia con la presente invención, puede utilizarse, de una forma apropiada, como un material de partida para los equipos de alta temperatura, tales como los consistentes en las calderas de generación de potencia energética y las plantas químicas industriales.

35

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Una aleación austenítica, resistente al calor, consistente, en porcentaje en peso, en C: del 0,01 % al 0,15 %, Si: del 0,02 % al 2 %, Mn: del 0,02 % al 3%, Ni: del 40 % al 60%, Co: del 8 % al 25 %, Cr: del 15 % ó más a menos del 28 %,  
 10 Nd: del 0,001 % al 0,1 %, B: del 0,0005 % al 0,006 %, N: 0,03 % ó menos, O: 0,03 % ó menos, o bien uno o bien ambos de Mo: 12 % ó menos y W: menos del 4 %, siendo, el contenido total de Mo y W del 0,1 % al 12 %,  
 por lo menos uno, seleccionado entre Al: 3 % ó menos, Ti: 3 % ó menos, y Nb: 3 % ó menos,  
 15 y de una forma opcional, una o más clases de elementos pertenecientes al primer grupo y / o el siguiente segundo grupo, consistente, el primer grupo, en Ca: 0,02 % ó menos, Mg: 0,02 % ó menos, La: 0,1 % ó menos, y Ce: 0,1 % ó menos; consistiendo, el segundo grupo, en Ta: 0,1 % ó menos, Hf: 0,1 % ó menos, y Zr: 0,1% ó menos; siendo, el resto, Fe e impurezas,  
 y siendo, los contenidos de P y S, en las impurezas, de P: 0,03 % y de S: 0,01 % ó menos, en donde,  
 el parámetro F1 representado por la Fórmula (1), es 1 ó más, y 12 ó menos, y el parámetro F2, representado por la Fórmula (2), es 0,035 ó menos:

$$F1 = 4 \times Al + 2 \times Ti + Nb \dots (1)$$

$$20 \quad F2 = P + 0,2 \times Cr \times B \dots (2)$$

en donde, un símbolo de un elemento de la Fórmula (1), y en la Fórmula (2), representa el contenido en porcentaje en masa del elemento.

- 25 2.- La aleación austenítica resistente al calor, según la reivindicación 1, en donde, la aleación, contiene, en porcentaje en masa, uno o más clases de los elementos pertenecientes al siguiente primer grupo y / o el siguiente segundo grupo,  
 el primer grupo, consistente en Ca: del 0,0001 % al 0,02 %, Mg: del 0,0001 % al 0,02 %, La: del 0,001 % al 0,1 %, y Ce: del 0,001 % al 0,1%;  
 30 el segundo grupo, consistente en Ta: del 0,002 % al 0,1 %, Hf: del 0,002 % al 0,1 %, y Zr: del 0,002 % al 0,1 %.
- 3.- La aleación austenítica resistente al calor, según la reivindicación 2, en donde, la cantidad total de los elementos del primer grupo es, en porcentaje en masa, de un valor del 0,15 % ó menos.
- 35 4.- La aleación austenítica resistente al calor, según la reivindicación 2 ó la reivindicación 3, en donde, la cantidad total de los elementos del segundo grupo es, en porcentaje en masa, de un valor del 0,15 % ó menos.

**Figura 1**

