

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 629**

51 Int. Cl.:

C22C 38/50	(2006.01)
C22C 38/48	(2006.01)
C22C 38/44	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)
C23C 8/26	(2006.01)
C21D 6/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2016 PCT/KR2016/009620**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **29.06.2017 WO17111255**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2016 E 16879123 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019 EP 3395995**

54 Título: **Acero inoxidable trifásico y procedimiento para producir el mismo**

30 Prioridad:

23.12.2015 KR 20150184949

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

18.08.2020

73 Titular/es:

**POSCO (100.0%)
(Goedong-dong) 6261 Donghaean-ro Nam-gu
Pohang-si, Gyeongsangbuk-do 37859, KR**

72 Inventor/es:

KONG, JUNG HYUN

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 779 629 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Acero inoxidable trifásico y procedimiento para producir el mismo

[Campo técnico]

5 La presente divulgación se refiere a un acero inoxidable trifásico y a un procedimiento de fabricación del mismo, y más en particular, a un acero inoxidable trifásico obtenido transformando por cambio de fase un acero inoxidable ferrítico mediante penetración de nitrógeno (N) en la superficie y el interior del acero inoxidable ferrítico y un procedimiento de fabricación del mismo.

[Técnica anterior]

10 En general, se ha sabido que el nitrógeno, cuando se añade al acero inoxidable, mejora la tenacidad refinando los granos y mejora la resistencia a la corrosión retrasando la precipitación de carburos mediante reducción de la velocidad de difusión del carbono. Por tanto, el nitrógeno se ha añadido comúnmente a los aceros inoxidables en un intervalo predeterminado de cantidades para mejorar la resistencia y la resistencia a la corrosión.

15 Por tanto, se han desarrollado y comercializado aceros inoxidables con alto contenido de nitrógeno mediante la adición de nitrógeno a una variedad de aceros inoxidables austeníticos y de doble fase. La solubilidad sólida del nitrógeno en un acero es muy baja, como el carbono, y el nitrógeno se encuentra principalmente como nitruros.

20 Dado que el nitrógeno tiene un radio atómico más pequeño que el carbono y está presente principalmente en un estado inerte de gas nitrógeno, es muy difícil formar una solución sólida de nitrógeno en un acero. Por tanto, para incrementar la solubilidad sólida del nitrógeno, se pueden usar aceros inoxidables que incluyen una gran cantidad de elementos de aleación que tienen alta afinidad con el nitrógeno tal como el cromo (Cr). En general, estos aceros inoxidables tienen una alta solubilidad sólida del nitrógeno.

En general, para la formación de una solución sólida de nitrógeno en un acero aleado, se usan un procedimiento complicado y una instalación de presurización dedicada para disolver nitrógeno, en una cantidad de varias decenas de ppm a un límite de solubilidad sólida de un 0,45 %, en un metal fundido.

25 El límite de solubilidad sólida del nitrógeno en un acero fundido es de aproximadamente un 0,45 % y se conoce que es difícil disolver cantidades adicionales de nitrógeno en el mismo. La FIG. 1 es un gráfico que ilustra la solubilidad sólida del nitrógeno en aceros aleados. La FIG. 1 ilustra la solubilidad sólida del nitrógeno con respecto a la temperatura. Es decir, es muy difícil formar una solución sólida de nitrógeno en un estado de metal fundido sin usar un dispositivo de disolución particular, tal como una instalación de presurización.

30 Se puede realizar un tratamiento térmico de penetración de nitrógeno para formar una solución sólida de nitrógeno en un acero aleado. Este tratamiento de penetración de nitrógeno se usa comúnmente en aceros inoxidables que incluyen elementos que pueden incrementar la solubilidad sólida del nitrógeno en una fase austenítica tal como cromo (Cr), molibdeno (Mo), manganeso (Mn) y tungsteno (W). Dado que los nitruros precipitan fácilmente simultáneamente con la penetración de nitrógeno en los aceros, incluyendo elementos que forman fácilmente nitruros tal como titanio (Ti), niobio (Nb) y vanadio (V), la resistencia a la corrosión se puede deteriorar y no se puede
35 formar una solución sólida de nitrógeno.

Mientras tanto, dado que es difícil que el nitrógeno penetre en aceros inoxidables ferríticos que tienen una solubilidad sólida muy baja del nitrógeno desde las superficies del mismo a una temperatura de penetración del nitrógeno, los aceros inoxidables ferríticos en uso mecánico están limitados debido a malas propiedades de fricción y abrasión.

40 (Documento de Patente 0001) Patente de Corea n.º 10-0831022

45 Hea Joeng Lee et al, "Microstructural Changes during Tempering Treatment of Nitrogen-permeated STS 410 and 410L Martensitic Stainless Steels", J. of the Korean Society for Heat Treatment, vol. 20, n.º 2, 20 de febrero de 2007, páginas 84-93, XP055495399 divulga un acero inoxidable en el que ha penetrado nitrógeno a una temperatura entre 1050 y 1150 °C e incluye una región de superficie con una concentración de N de un 1,4 % en peso, una región con una concentración de N entre un 1,0 % en peso y 0,6 % en peso y una región con una concentración de N inferior a un 0,6 % en peso

[Divulgación]

[Problema técnico]

50 La presente divulgación está dirigida a proporcionar un acero inoxidable de triple fase que incluye una fase austenítica, una fase martensítica y una fase ferrítica secuencialmente desde la superficie del acero al interior y un procedimiento de fabricación del mismo.

Además, la presente divulgación está dirigida a proporcionar un acero inoxidable trifásico que tenga alta resistencia y alta tenacidad con excelente resistencia a la corrosión de la superficie mediante una mejora de las propiedades mecánicas debido a la mejora de la resistencia a la corrosión y la potenciación de la solubilidad sólida del nitrógeno por transformación por cambio de fase de una fase ferrítica a una fase martensítica y una fase austenítica por medio de un tratamiento de penetración de nitrógeno y un procedimiento de fabricación del acero inoxidable trifásico.

[Solución técnica]

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Un aspecto de la presente invención proporciona un acero inoxidable trifásico que incluye una fase ferrítica formada en una región central, una fase austenítica formada en una región más externa que incluye una superficie y una fase martensítica formada entre la fase ferrítica y las regiones de fase austenítica, en el que el acero inoxidable comprende, en porcentaje (%) en peso de la composición completa, un 0,01 % o menos de carbono (C), un 0,5 % o menos de silicio (Si), de un 17 a un 20 % de cromo (Cr), de un 1,0 a un 5,0 % de molibdeno (Mo), de un 0,1 a un 0,2 % de níquel (Ni), un 1,0% o menos de manganeso (Mn), de un 0,01 a un 0,2 % de titanio (Ti), de un 0,1 a un 0,6 % de niobio (Nb), un 0,1 % o menos de aluminio (Al), un 0,03 % o menos de fósforo (P) y un 0,005 % o menos de azufre (S), y el resto de hierro (Fe) y otras impurezas inevitables.

La fase austenítica, la fase martensítica y la fase ferrítica se pueden formar secuencialmente por dentro desde la superficie del acero inoxidable.

Un contenido de nitrógeno disuelto en la fase austenítica puede ser de un 1,0 % en peso o más, un contenido de nitrógeno disuelto en la fase martensítica puede ser de un 0,6 % en peso o más a menos de un 1,0 % en peso, y un contenido de nitrógeno disuelto en la fase ferrítica puede ser de menos de un 0,6 % en peso.

Un índice de resistencia a la corrosión por picadura del acero inoxidable obtenido por la ecuación (1) a continuación puede ser 54 o mayor: $PREN = Cr + 3,3 Mo + 30 N - Mn$ Ecuación (1).

La fase austenítica puede tener un tamaño de partícula de 50 μm o menos.

Una dureza de la superficie del acero inoxidable puede ser de 300 HV o más.

Otro aspecto de la presente invención proporciona un procedimiento para fabricar un acero inoxidable trifásico que incluye la colocación de un acero inoxidable ferrítico en una cámara de horno en la que se mantiene una temperatura de 900 a 1280 °C, formando una atmósfera de nitrógeno mediante la inyección de gas nitrógeno (N₂) en la cámara del horno, generando nitrógeno (N) mediante la descomposición del gas nitrógeno (N₂), proporcionando un 1,0% en peso o más de nitrógeno que penetre en el acero para la transformación por cambio de fase de una región más externa en una fase austenítica, proporcionando un 0,6 a un 1,0 % en peso de nitrógeno que penetra en el acero para transformar por cambio de fase una región externa en el interior de la región más externa en una región de fase martensítica, y proporcionando menos de un 0,6 % de nitrógeno que penetre en una región central en el interior de la región de fase martensítica para mantener una región de fase ferrítica.

[Efectos ventajosos]

De acuerdo con los de realización de la presente divulgación, el nitrógeno puede penetrar y disolverse en una placa de acero inoxidable ferrítico por medio de un tratamiento de penetración de nitrógeno que usa una alta concentración de nitrógeno. En consecuencia, una fase ferrítica de una región más externa de la placa de acero que incluye la superficie se transforma por cambio de fase en una fase austenítica que tiene una excelente resistencia a la corrosión de superficie, la fase ferrítica de una región externa de la placa de acero dentro de la región más externa se transforma por cambio de fase en una fase martensítica que tiene alta resistencia, y la fase ferrítica de una región central de la placa de acero permanece con alta tenacidad. Por tanto, se puede obtener un acero inoxidable trifásico que incluye secuencialmente la fase austenítica, la fase martensítica y la fase ferrítica por dentro desde la superficie.

Por tanto, la resistencia a la corrosión y las propiedades mecánicas del acero inoxidable se pueden mejorar debido a los efectos sobre la potenciación de la formación de una solución sólida de nitrógeno penetrando en el nitrógeno y disolviéndolo. Además, dado que la región central incluye la fase ferrítica que tiene alta tenacidad, se puede proporcionar un acero inoxidable trifásico que tenga una alta tenacidad, así como una excelente resistencia a la corrosión y alta resistencia.

Además, el acero inoxidable trifásico se puede proporcionar usando un acero aleado en fase sólida en lugar de una fase líquida, y el nitrógeno se puede disolver en una cantidad mayor que el límite de solubilidad sólida en una fase líquida sin usar una instalación de presurización dedicada.

[Descripción de los dibujos]

La FIG. 1 es un gráfico que ilustra la solubilidad sólida del nitrógeno en aceros aleados.

Las FIGS. 2 y 3 son diagramas para describir el tratamiento de penetración del nitrógeno realizado después de colocar muestras auxiliares adyacentes a una placa de acero inoxidable ferrítico y realizar un procedimiento de penetración de nitrógeno en una placa de acero.

5 La FIG. 4 es una imagen microscópica óptica de una sección transversal de una placa de acero inoxidable trifásico después del tratamiento de penetración de nitrógeno.

La FIG. 5 es una fotografía que ilustra los resultados del análisis de fases de la estructura de la FIG. 4 obtenido por EBSD.

La FIG. 6 es un gráfico para describir la dureza de la placa de acero inoxidable trifásico con respecto a la profundidad de la superficie después del tratamiento de penetración de nitrógeno.

10 [Mejor modo]

De acuerdo con un modo de realización de la presente divulgación, se puede proporcionar un acero inoxidable trifásico que incluya una fase ferrítica formada en una región central, una fase austenítica formada en una región más externa que incluye la superficie y una fase martensítica formada entre la fase ferrítica y la fase austenítica.

[Modos de la invención]

15 A continuación en el presente documento, se describirán en detalle modos de realización de la presente divulgación con referencia a los dibujos adjuntos. Estos modos de realización se proporcionan para transmitir completamente el concepto de la presente divulgación a los expertos en la técnica. Sin embargo, la presente divulgación se puede realizar de muchas formas diferentes y no se debe interpretar como limitada a los modos de realización ejemplares expuestos en el presente documento. En los dibujos, se omiten las partes no relacionadas con las descripciones para una descripción clara de la divulgación y se pueden exagerar los tamaños de los elementos por motivos de claridad.

20 La FIG. 1 es un gráfico que ilustra la solubilidad sólida del nitrógeno en aceros aleados. Las FIGS. 2 y 3 son diagramas para describir el tratamiento de penetración del nitrógeno realizado después de colocar muestras auxiliares adyacentes a una placa de acero inoxidable ferrítico y realizar un procedimiento de penetración de nitrógeno en una placa de acero.

25 Con referencia a las FIGS. 1 a 3, se describirá un procedimiento de fabricación de un acero inoxidable trifásico que incluya realizar un procedimiento de penetración de nitrógeno en un acero inoxidable ferrítico de acuerdo con un modo de realización.

30 Como el acero inoxidable ferrítico, se puede usar una placa de acero inoxidable ferrítico que incluye, en porcentaje (%) en peso de toda la composición, un 0,01 % o menos de carbono (C), un 0,5 % o menos de silicio (Si), un 17 a un 20% de cromo (Cr), un 1,0 a un 5,0 % de molibdeno (Mo) y el resto de hierro (Fe) y otras impurezas inevitables. Además, las impurezas inevitables pueden incluir un 0,1 a un 0,2 % de níquel (Ni), un 1,0 % o menos de manganeso (Mn), un 0,01 a un 0,2 % de titanio (Ti), un 0,1 a un 0,6 % de niobio (Nb), un 0,1 % o menos de aluminio (Al), un 0,03 % o menos de fósforo (P) y un 0,005 % o menos de azufre (S).

35 Por ejemplo, el acero inoxidable ferrítico puede ser un acero STS 304, un acero STS 444 o similar.

El procedimiento de penetración del nitrógeno en el acero inoxidable ferrítico incluye colocar una placa de acero inoxidable ferrítico 10 en una cámara de horno en la que la temperatura se mantenga a 1280 °C o menos.

40 Con referencia a la FIG. 1, se puede obtener una solubilidad sólida del nitrógeno en un acero aleado. Por ejemplo, en el caso de un acero aleado que incluya un 18,4 % de Cr, se puede confirmar que la solubilidad sólida del nitrógeno disminuye rápidamente a aproximadamente un 0,2 % a medida que la temperatura se incrementa desde 1280 °C. Por tanto, la temperatura de la cámara del horno se puede mantener preferentemente a 1280 °C o menos.

45 Por ejemplo, más preferentemente la temperatura en la cámara del horno se puede mantener más preferentemente de 900 a 1280 °C. Cuando la temperatura de la cámara del horno es inferior a 900 °C, el gas nitrógeno (N₂) inyectado en la cámara del horno no puede descomponerse en nitrógeno generador (N) de modo que las moléculas de nitrógeno (N₂) colisionen con la superficie de la placa de acero y disminuya una tasa de penetración de nitrógeno (N) en la placa de acero. Por tanto, un límite inferior de la temperatura puede ser preferentemente 900 °C.

Luego, se colocan muestras auxiliares 20 adyacentes a la placa de acero 10, y a continuación se inyecta gas nitrógeno (N₂) en la cámara del horno para formar una atmósfera de nitrógeno y la atmósfera de nitrógeno se mantiene durante 1 minuto o más.

50 Aunque las muestras auxiliares 20 pueden ser del mismo acero aleado que la placa de acero 10, el modo de realización no está limitada al mismo, sino que se pueden usar metales diferentes para ellas. Por ejemplo, las muestras auxiliares 20 pueden ser del mismo acero aleado que la placa de acero 10 o se pueden disponer una pluralidad de placas de acero 10 adyacentes entre sí para servir como muestras auxiliares 20. Se pueden reducirse

los costes de fabricación y se puede incrementar la eficiencia mediante el procesamiento en masa de la misma especie de acero.

Además, las formas de la superficie de las muestras auxiliares 20 que miran a la placa de acero 10 pueden ser iguales o similares a la de la placa de acero 10 para obtener un efecto uniforme de penetración de nitrógeno.

- 5 Además, para obtener el efecto uniforme de penetración del nitrógeno en la placa de acero 10, las muestras auxiliares 20 pueden tener un tamaño igual o mayor que el de la placa de acero 10.

10 La atmósfera de nitrógeno se forma inyectando gas nitrógeno (N_2) haciendo que una cantidad predeterminada de gas N_2 fluya hacia la cámara del horno. El gas nitrógeno (N_2) en forma de moléculas se descompone a una temperatura alta en la cámara del horno para generar nitrógeno generador (N). Gradualmente, la cámara del horno se llena con nitrógeno generador (N).

De forma alternativa, cuando se necesita activar la presión parcial de concentración del nitrógeno generador (N) además del procedimiento de que fluya gas nitrógeno (N_2) formando la atmósfera de nitrógeno sin presión aplicada al mismo, se puede inyectar continuamente gas nitrógeno (N_2) en la cámara del horno para alcanzar una presión parcial de 1,0 kgf/cm² o más en la cámara del horno.

- 15 La placa de acero 10 y las muestras auxiliares 20 se pueden colocar lo más cerca posible. Por ejemplo, un intervalo entre la placa de acero 10 y las muestras auxiliares 20 puede ser de 1000 nm o menos.

El interior de la cámara del horno se mantiene a una temperatura alta y el nitrógeno generador generado (N) se mueve muy activamente. Por tanto, una eficiencia de penetración puede disminuir debido a la colisión entre los átomos de nitrógeno generador o entre el nitrógeno generador (N) y la superficie de la placa de acero 10.

- 20 Por tanto, colocando la placa de acero 10 y las muestras auxiliares 20 adyacentes entre sí, la concentración del nitrógeno generador (N) se puede incrementar relativamente entre la placa de acero 10 y las muestras auxiliares 20. Un movimiento muy activo del nitrógeno generador (N) entre la placa de acero 10 y las muestras auxiliares 20 puede incrementar el número de colisiones con la placa de acero 10. En consecuencia, el nitrógeno puede penetrar eficazmente en la placa de acero 10 profundamente en una región central de la placa de acero 10.

- 25 La placa de acero 10 se puede mantener en la cámara del horno durante 1 minuto o más. A medida que se incrementa el tiempo de mantenimiento, el nitrógeno puede penetrar más en la placa de acero 10. Sin embargo, para obtener resistencia a la corrosión y resistencia mecánica adecuada para el objetivo de la presente divulgación, la placa de acero 10 se puede mantener en la cámara del horno durante 30 minutos a 10 horas mientras se ajusta la temperatura en la misma de 900 a 1280 °C.

- 30 La FIG. 4 es una imagen microscópica óptica de una sección transversal de una placa de acero inoxidable trifásico después del tratamiento de penetración de nitrógeno. La FIG. 5 es una fotografía que ilustra los resultados del análisis de fases de la estructura de la FIG. 4 obtenido por EBSD.

- 35 Con referencia a las FIGS. 4 y 5, el acero inoxidable trifásico fabricado de acuerdo con el procedimiento de fabricación de un acero inoxidable trifásico de acuerdo con la presente divulgación tiene una estructura en la que se forma una fase ferrítica en la región central, se forma una fase martensítica en la periferia externa de la fase ferrítica, y se forma una fase austenítica en la región más externa que incluye la superficie.

- 40 A este respecto, el contenido de nitrógeno que penetra para transformar por cambio de fase la fase de la región más externa que incluye la superficie en la fase austenítica puede ser de un 1,0 % o más y el contenido de nitrógeno que penetra para transformar por cambio de fase la fase de una región externa en el interior de la región más externa en la fase martensítica puede ser de un 0,6 a un 1,0 %. Por tanto, la fase austenítica, la fase martensítica y la fase ferrítica se pueden formar secuencialmente desde la superficie del acero inoxidable al interior para formar un acero inoxidable trifásico.

- 45 Es decir, aunque toda la placa de acero inoxidable ferrítico tiene solo la fase ferrítica antes del tratamiento de penetración de nitrógeno, la fase ferrítica de la región más externa que incluye la superficie de la placa de acero se transforma por cambio de fase en la fase austenítica por medio de la fase martensítica y la fase ferrítica de una región externa en el interior de la región más externa de la placa de acero se transforma por cambio de fase en la fase martensítica a medida que se forman soluciones sólidas de nitrógeno, y la región central de la placa de acero se mantiene en la fase ferrítica sin transformación por cambio de fase.

- 50 Además, el acero inoxidable trifásico proporcionado de acuerdo con el procedimiento de fabricación de acuerdo con un modo de realización de la presente divulgación tiene características diferentes de las de los aceros bifásicos comúnmente usados en la técnica.

En los aceros bifásicos comúnmente usados en la técnica, hay diferentes fases presentes en un estado mixto en la superficie y el interior. Sin embargo, el acero inoxidable trifásico de acuerdo con un modo de realización puede tener una resistencia a la corrosión mejorada, dado que la región más externa que incluye la superficie está formada por la

fase austenítica dura, una resistencia mejorada, dado que la región externa en el interior de la región más externa está formada por la fase martensítica, y una tenacidad mejorada, dado que la región central en el interior de la región externa está formada por la fase ferrítica blanda. Es decir, dado que la región central está formada por la fase ferrítica, se puede mejorar la resistencia al impacto del acero inoxidable.

- 5 Además, un 1,0 % o más de nitrógeno que penetra y se difunde en la superficie del acero inoxidable trifásico no se precipita, sino que forma una solución sólida debajo de la superficie, inhibiendo de este modo el crecimiento de partículas de la fase austenítica de modo que el tamaño de partícula sea de 50 μm o menos.

La FIG. 6 es un gráfico para describir la dureza de la placa de acero inoxidable trifásico con respecto a la profundidad de la superficie después del tratamiento de penetración de nitrógeno.

- 10 La resistencia a la corrosión puede variar de acuerdo con el contenido de N que penetra en el acero inoxidable ferrítico desde la superficie. La ecuación (1) a continuación se usa para derivar el índice de número equivalente de la resistencia por picadura (PREN) que indica un índice de resistencia a la corrosión por picadura de un material.

$$\text{PREN} = \text{Cr} + 3,3 \text{ Mo} + 30 \text{ N} - \text{Mn} \dots\dots \text{Ecuación(1)}$$

- 15 En particular, se puede confirmar que la superficie formada de la fase austenítica tiene una dureza mayor que la de la fase martensítica y la fase ferrítica formada en el interior de la fase austenítica debido a un efecto de potenciación de la solubilidad sólida del nitrógeno que penetra en la superficie. En este caso, el contenido de nitrógeno que penetra en la superficie puede ser de un 1,2 %.

- 20 En el caso en que el contenido de nitrógeno que penetra en la superficie es de un 1,2 %, la ecuación (2) a continuación se puede obtener sustituyendo el contenido de N en la ecuación (1) anterior para obtener el índice PREN.

$$\text{PREN} = 18,66 + 3,3 * 1,74 + 30 * 1,2 - 0,85 = 60,7 \dots\dots \text{Ecuación}$$

(2)

En la ecuación 2, Cr: 18,66 %, Mo: 1,74 %, y Mn: 0,85 %

- 25 En base a los resultados anteriores, se puede confirmar que la dureza de la superficie del acero inoxidable trifásico es aproximadamente tres veces o mayor que la de un acero STS 304, comúnmente conocido como acero inoxidable austenítico, que tiene un índice PREN de 18,0.

Específicamente, la dureza de la superficie de la placa de acero inoxidable ferrítico era de aproximadamente 160 a 180 HV antes del tratamiento de penetración de nitrógeno. Sin embargo, la dureza de la superficie de la placa de acero inoxidable trifásico de acuerdo con un modo de realización de la presente divulgación se incrementa considerablemente a 300 HV o más después del tratamiento de penetración de nitrógeno.

- 30 Por el contrario, el interior del acero inoxidable trifásico tiene la fase martensítica y la fase ferrítica y tiene una dureza menor de aproximadamente 200 a 280 HV que la dureza de la superficie después del tratamiento de penetración de nitrógeno.

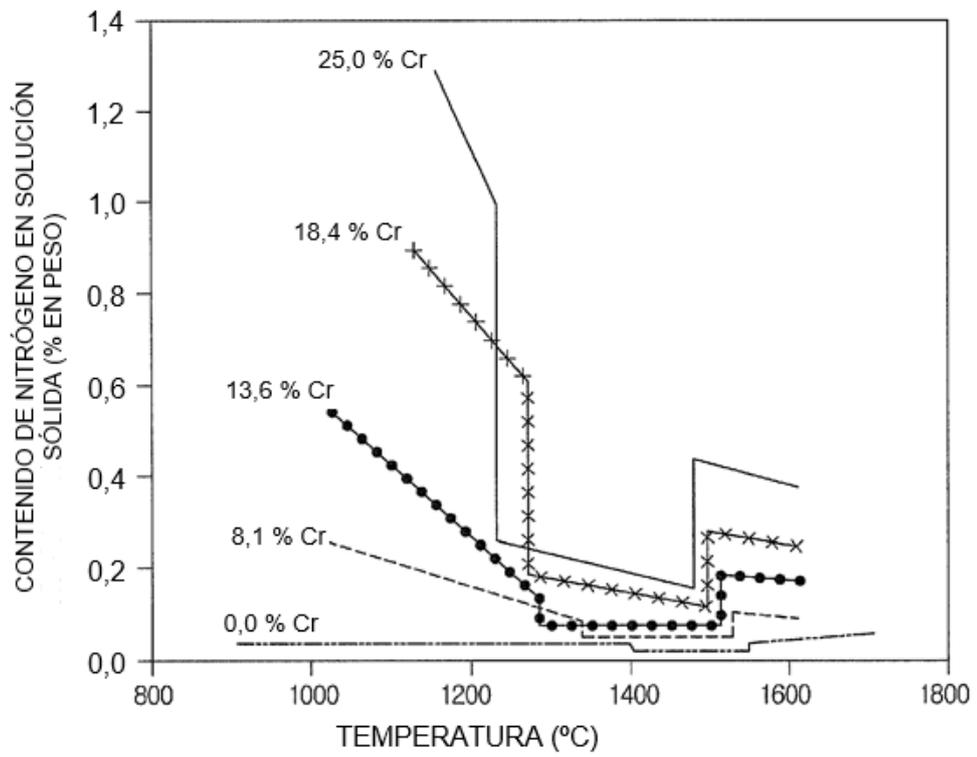
[Disponibilidad industrial]

- 35 El acero inoxidable trifásico de acuerdo con los modos de realización de la presente divulgación tiene una excelente resistencia a la fricción y al desgaste y es industrialmente aplicable a aplicaciones mecánicas.

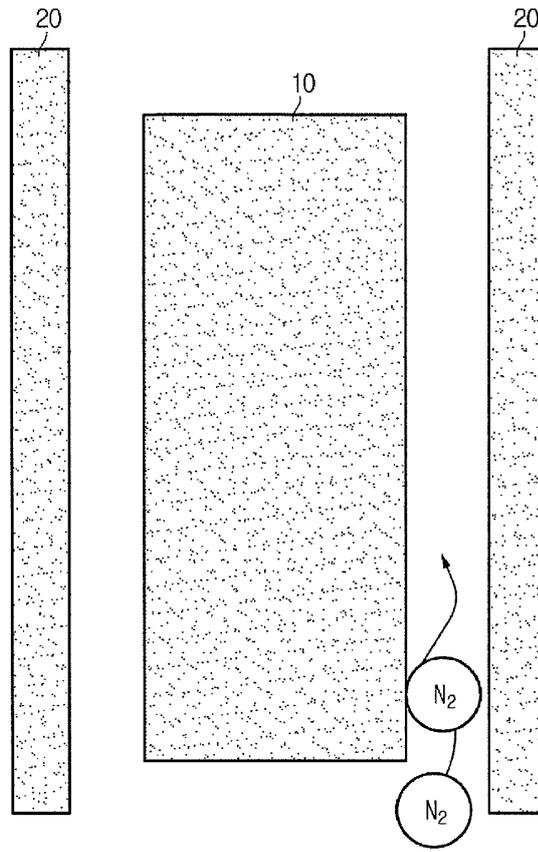
REIVINDICACIONES

1. Un acero inoxidable trifásico que comprende:
- una fase ferrítica formada en una región central;
 - una fase austenítica formada en una región más externa que comprende una superficie; y
- 5 una fase martensítica formada entre las regiones de la fase ferrítica y la fase austenítica,
- en el que el acero inoxidable comprende, en porcentaje (%) en peso de la composición completa, un 0,01 % o menos de carbono (C), un 0,5 % o menos de silicio (Si), de un 17 a un 20 % de cromo (Cr), de un 1,0 a un 5,0 % de molibdeno (Mo), de un 0,1 a un 0,2 % de níquel (Ni), un 1,0% o menos de manganeso (Mn), de un 0,01 a un 0,2 % de titanio (Ti), de un 0,1 a un 0,6 % de niobio (Nb), un 0,1 % o menos de aluminio (Al), un 0,03 % o menos de fósforo (P) y un 0,005 % o menos de azufre (S), y el resto de hierro (Fe) y otras impurezas inevitables.
- 10
2. El acero inoxidable trifásico de la reivindicación 1, en el que un contenido de nitrógeno disuelto en la fase austenítica es de un 1,0 % en peso o más, un contenido de nitrógeno disuelto en la fase martensítica es de un 0,6 % en peso o más a menos de un 1,0 % en peso, y un contenido de nitrógeno disuelto en la fase ferrítica es de menos de un 0,6 % en peso.
- 15
3. El acero inoxidable trifásico de la reivindicación 1, en el que el índice de resistencia a la corrosión por picadura del acero inoxidable obtenido por la ecuación (1) a continuación es 54 o mayor:
- $$\text{PREN} = \text{Cr} + 3,3 \text{ Mo} + 30 \text{ N} - \text{Mn} \dots\dots \text{Ecuación (1)}.$$
- 20
4. El acero inoxidable trifásico de la reivindicación 1, en el que la fase austenítica tiene un tamaño de grano de 50 μm o menos.
5. El acero inoxidable trifásico de la reivindicación 1, en el que la dureza de la superficie del acero inoxidable es de 300 HV o mayor.
6. Un procedimiento de fabricación de un acero inoxidable trifásico de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el método:
- 25
- colocar un acero inoxidable ferrítico en una cámara de horno en la que se mantiene una temperatura de 900 a 1280 °C;
 - formar una atmósfera de nitrógeno mediante la inyección de gas nitrógeno N_2 en la cámara del horno;
 - generar nitrógeno N descomponiendo el gas nitrógeno N_2 ,
- 30
- proporcionar un 1,0 % en peso o más de nitrógeno que penetre en el acero para transformar por cambio de fase una región más externa en una región de fase austenítica;
 - proporcionar de un 0,6 a un 1,0 % en peso de nitrógeno que penetre en el acero para transformar por cambio de fase una región externa en el interior de la región más externa en una región de fase martensítica; y
 - proporcionar menos de un 0,6 % en peso de nitrógeno que penetre en una región central en el interior de la región de fase martensítica para mantener una región de fase ferrítica.
- 35

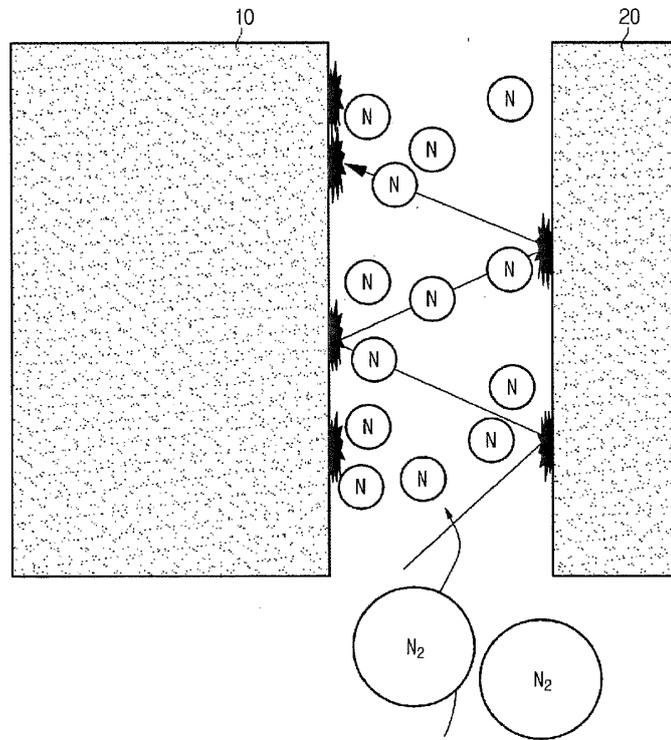
【FIG. 1】



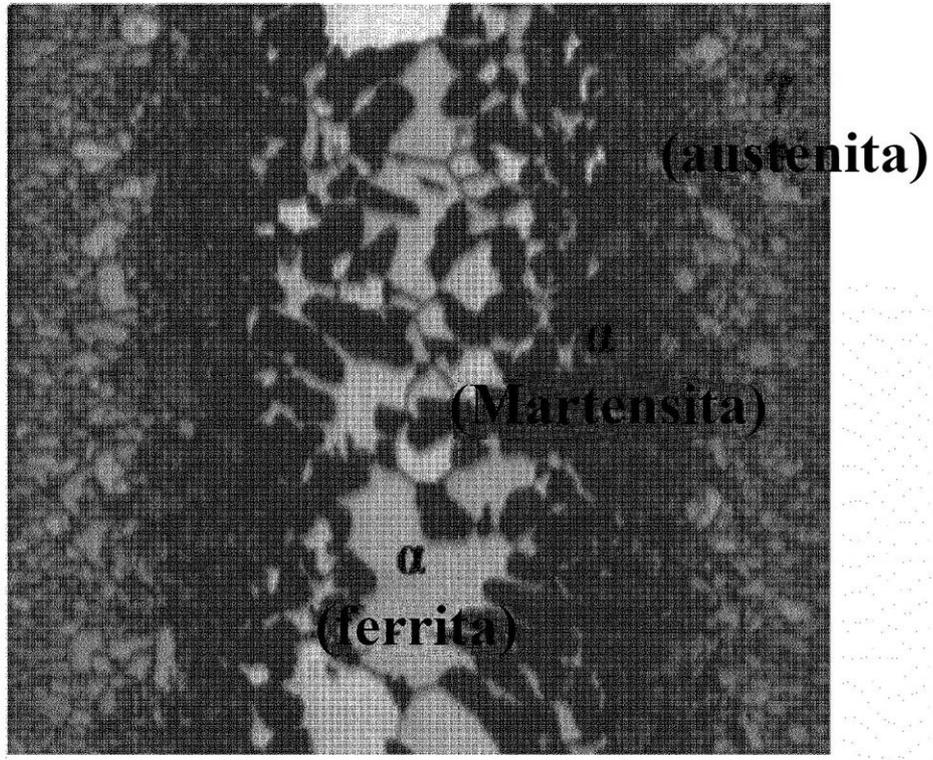
【FIG. 2】



【FIG. 3】

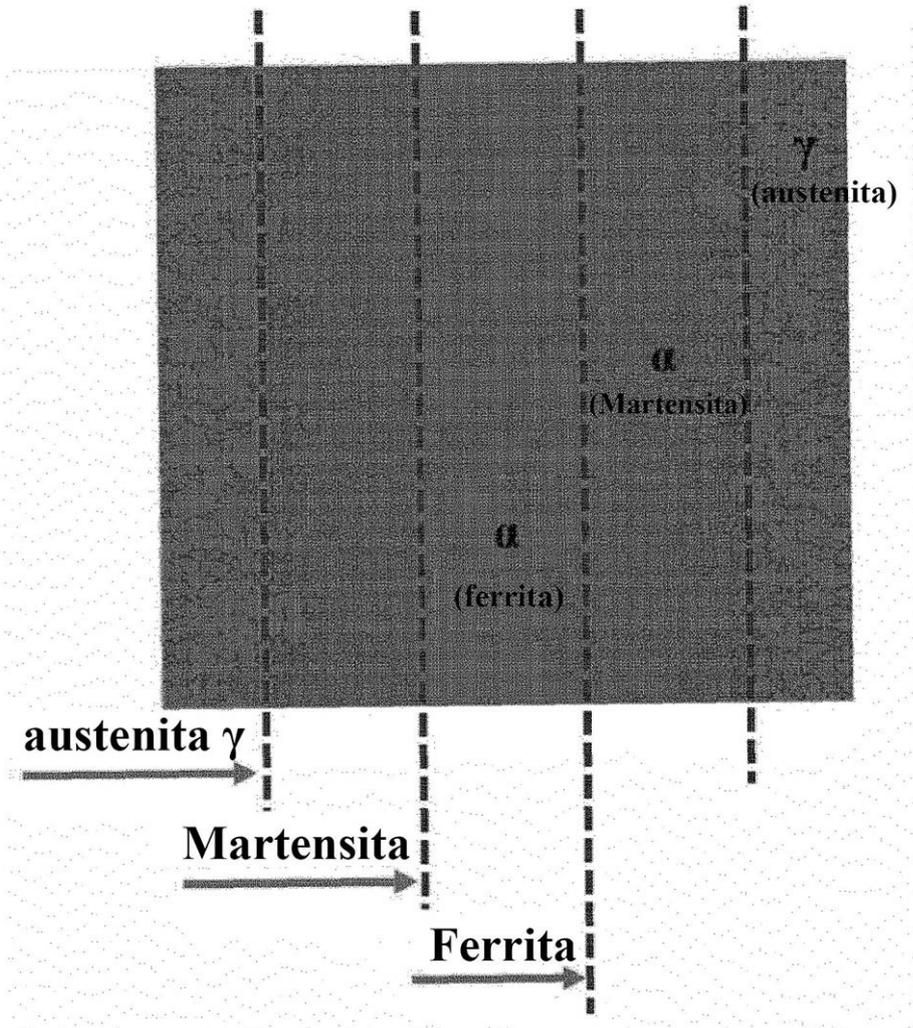


【FIG. 4】



Acero inoxidable trifásico

【FIG. 5】



【FIG. 6】

