

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 404**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00 (2006.01)

C21D 7/13 (2006.01)

C22C 38/02 (2006.01)

C22C 38/10 (2006.01)

C22C 38/60 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2009 E 09848345 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.12.2014 EP 2527481**

54 Título: **Chapa de acero templado que tiene excelente aptitud de conformación por medio de prensado en caliente, y método para la fabricación de la misma**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2015

73 Titular/es:
**HYUNDAI STEEL COMPANY (100.0%)
1-10 Songhyeon-dong Dong-gu
Incheon 401-040, KR**

72 Inventor/es:
**KIM, TAEKJOON;
LEE, SEUNGHA y
KIM, SEOUNGJU**

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 531 404 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

Chapa de acero templado que tiene excelente aptitud de conformación por medio de prensado en caliente, y método para la fabricación de la misma

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una chapa de acero apta para templado que tiene una elevada operabilidad de prensado en caliente y un método de fabricación de la misma, y, más particularmente, a una chapa de acero apta para templado que tiene una elevada operabilidad de prensado en caliente, en la que se garantizan una resistencia de tracción de 1400 MPa o más y un estiramiento de un 8 % o más tras un proceso de conformación en prensa, y a un método de fabricación de la misma.

15 **Técnica anterior**

En el estado actual de la industria del automóvil, la aplicación de las chapas de acero de resistencia ultra-elevada está aumentando, con el fin de cumplir los requisitos de seguridad y ligereza. No obstante, resulta difícil usar chapas de acero de resistencia ultra-elevada para producir piezas de automóvil que tienen formas complicadas debido a que presentan baja aptitud de conformación. De ahí, la demanda de chapas de acero aptas para templado que garanticen una resistencia elevada por medio de calentamiento, prensado en caliente y posteriormente templado de las mismas.

20 **Divulgación**

25 **Problema técnico**

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una chapa de acero apta para templado que tenga elevada operabilidad de prensado en caliente y ductilidad en caliente mejorada para facilitar el prensado en caliente, y un método de fabricación de la misma.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una chapa de acero apta para templado y un método de fabricación de la misma, presentando la chapa de acero apta para templado elevada operabilidad de prensado en caliente, de manera que la chapa de acero apta para templado se pueda someter a presión incluso a temperatura baja, tal como 600 °C, minimizando de este modo la generación de incrustaciones de óxidos cuando la chapa de acero es una chapa de acero no revestida y evitando que la superficie de la chapa se vea dañada cuando la chapa es una chapa de acero metalizada.

30 **Solución técnica**

Con el fin de lograr los objetivos anteriores se usa la chapa de acero de la reivindicación 1, la chapa de acero apta para templado tiene un composición de aleación que comprende carbono (C) en una cantidad de un 0,15-0,30 % en peso, silicio (Si) en una cantidad de un 0,05-0,5 % en peso, manganeso (Mn) en una cantidad de un 1,0-2,0 % en peso, boro (B) en una cantidad de un 0,0005-0,0040 % en peso, azufre (S) en una cantidad de un 0,003 % en peso o menos, fósforo (P) en una cantidad de 0,012 % en peso o menos, uno o más seleccionados entre calcio (Ca) en una cantidad de un 0,0010-0,0040 % en peso y cobre (Cu) en una cantidad de un 0,05-1,0 % en peso, dos o más seleccionados entre cobalto (Co), circonio (Zr) y antimonio (Sb) y el hierro de equilibrio (Fe) y otras impurezas inevitables.

El método de fabricación de la chapa de acero apta para templado que se proporciona en la reivindicación 3 comprende pensar en caliente una chapa de acero metalizada a 600-900 °C, que exhibe de este modo una resistencia de tracción de 1400 MPa o más y un estiramiento de un 8 % o más, en el que la chapa de acero metalizado que tiene una composición de aleación que comprende carbono (C) en una cantidad de un 0,15-0,30 % en peso, silicio (Si) en una cantidad de un 0,05-0,5 % en peso, manganeso (Mn) en una cantidad de un 1,0-2,0 % en peso, boro (B) en una cantidad de un 0,0005-0,0040 % en peso, azufre (S) en una cantidad de un 0,003 % en peso o menos, fósforo (P) en una cantidad de un 0,012 % en peso o menos, uno o más seleccionado entre calcio (Ca) en una cantidad de un 0,0010-0,0040 % en peso y cobre (Cu) en una cantidad de un 0,05-1,0 % en peso, dos o más seleccionados entre cobalto (Co), circonio (Zr) y antimonio (Sb) y hierro de equilibrio (Fe) y otras impurezas inevitables.

60 Circonio (Zr) está presente en una cantidad de 0,0005 ~ 0,1 % en peso.

Cobalto (Co) y antimonio (Sb) están presentes en cantidades que cumplen un $0,0005 \% \text{ en peso} \leq (\text{Co} + \text{Sb}) \leq 0,5 \% \text{ en peso}$.

65 La proporción en peso de Ca/S puede estar dentro del intervalo de 0,5-3,0.

El proceso de prensado en caliente se puede llevar a cabo por medio de calentamiento de la chapa de acero metalizada hasta 700 °C o más, colocación de la chapa de acero caliente en un troquel, y prensado a 600-900 °C y enfriamiento en el troquel.

5 La chapa de acero metalizada puede ser una chapa de acero metalizada de Al-Si.

Efectos ventajosos

10 De acuerdo con la presente invención, para garantizar la ductilidad en caliente se usan al menos dos seleccionados entre cobalto (Co), antimonio (Sb) y circonio (Zr), en lugar de titanio (Ti), niobio (Nb), molibdeno (Mo) o cromo (Cr) que provocan fisuras en la chapa de acero durante el prensado en caliente. Debido a que es posible el prensado a baja temperatura, se puede reducir el consumo de energía, y en el caso de la chapa de acero metalizada, se puede proteger una capa de metalizado, y en el caso de una chapa de acero no metalizada, se puede evitar la aparición de incrustaciones de óxido.

15 Incluso cuando se forma la capa de metalizado para que tenga un espesor de 10 μm a 30 μm, no se forman incrustaciones, y se puede reducir la generación de fisuras y poros en la capa de metalizado; de este modo aumenta la resistencia frente a la corrosión.

20 También de acuerdo con la presente invención, en lugar de aluminio, se usa silicio que es barato como desoxidante durante la preparación de acero; de este modo se maximizan los beneficios económicos.

25 De igual forma, de acuerdo con la presente invención, se añade calcio (Ca) para controlar la forma de las inclusiones en forma de inclusiones de azufre esferoidales (S). Esto mejora la tenacidad de las chapas de acero aptas para templado.

30 De igual forma, de acuerdo con la presente invención, se añade cobre (Cu) para minimizar la fractura retardada por hidrógeno en el acero o en las partes de soldadura. De este modo, es posible fabricar chapas de acero aptas para templado que tengan resistencia mejorada frente a la fractura retardada por hidrógeno sin procesado adicional que incurra en costes adicionales.

35 Por tanto, las chapas de acero aptas para templado, que tienen una operabilidad de prensado superior y cumplen la resistencia de tracción de 1400 MPa o más y un estiramiento de un 8 % o más tras el prensado, se pueden fabricar con un coste comparativamente bajo.

Dichas chapas de acero aptas para templado se puede aplicar de varias formas a piezas de automóvil a coste bajo, en particular, se pueden emplear de forma fiable en piezas de automóvil que son sensibles a la fragilidad por hidrógeno.

40 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra esquemáticamente una fractura retardada por hidrógeno provocada por la humedad ligada a la superficie de la chapa de acero que no contiene Cu;

45 La Figura 2 muestra esquemáticamente el principio de como Cu aumenta la resistencia frente a la fractura retardada por hidrógeno;

La Figura 3 muestra imágenes de microscopio de barrido electrónico (SEM) de capas de metalizado tras el prensado en caliente en (a) en el Ejemplo Comparativo 1 y (b) el Ejemplo de la Invención 1;

50 La Figura 4 muestra el perfil de espectrometría de descarga luminosa (GDS) de una distribución de elementos en una dirección de profundidad a partir de una superficie de la chapa de acero en (a) el Ejemplo Comparativo 1 tras el prensado en caliente; y

La Figura 5 muestra el perfil de GDS de una distribución de elementos en una dirección de profundidad a partir de una superficie de la chapa de acero en (b) Ejemplo de la Invención 1 tras el prensado en caliente.

Mejor modo

55 A continuación, se proporciona una descripción detallada de una chapa de acero apta para templado que tiene elevada operabilidad de prensado en caliente y un método de fabricación de la misma de acuerdo con realizaciones preferidas de la presente invención.

60 De acuerdo con la presente invención que se proporciona en las reivindicaciones, una chapa de acero apta para templado tiene una composición de aleación que comprende un equilibrio de hierro (Fe), carbono (C) en una cantidad de un 0,15 a un 0,30 % en peso, silicio (Si) en una cantidad de un 0,05 a un 0,5 % en peso, manganeso (Mn) en una cantidad de un 1,0-2,0 % en peso, boro (B) en una cantidad de un 0,0005-0,0040 % en peso, azufre (S) en una cantidad de un 0,003 % en peso o menos, fósforo (P) en una cantidad de un 0,012 % en peso o menos, uno o más seleccionado entre calcio (Ca) en una cantidad de un 0,0010-0,0040 % en peso y cobre (Cu) en una cantidad de un 0,05-1,0 % en peso, dos o más seleccionados entre cobalto (Co), circonio (Zr) y antimonio (Sb) y hierro de

equilibrio (Fe) y otras impurezas inevitables.

De acuerdo con la presente invención proporcionada por la reivindicación 3, el método de fabricación incluye calentar una chapa de acero metalizada que tiene la composición de aleación anterior hasta 700 °C o más, colocar la chapa de acero metalizada en un troquel, y llevar a cabo el prensado a 600-900 °C y enfriar el troquel. La chapa de acero metalizada es una chapa de acero metalizada con Al-Si.

Específicamente, titanio (Ti), niobio (Nb), molibdeno (Mo) y cromo (Cr) no se añaden ya que provocan fisuras en la chapa de acero durante el prensado en caliente. En lugar de ello, se añaden al menos dos seleccionados entre Co, Sb y Zr para fabricar la chapa de acero apta para templado que tiene ductilidad en caliente.

Titanio (Ti), niobio (Nb), molibdeno (Mo) y cromo (Cr) inhiben la producción de una segunda fase tal como perlita o bainita y también retrasan la transformación para obtener una textura de martensita, pero se pueden unir con C y N del acero para formar un depósito, disminuyendo de este modo de manera no deseada la ductilidad en caliente de la chapa de acero.

Se pueden añadir cobalto (Co) en una cantidad de un 0,0005 a un 0,5 % en peso, circonio (Zr) en una cantidad de un 0,0005 a un 0,1 % en peso y antimonio (Sb) en una cantidad de un 0,0005 a un 0,5 % en peso. En los dos elementos seleccionados, Co y Sb están presentes en una cantidad total para satisfacer $0,0005 \% \text{ en peso} \leq (\text{Co+Sb}) \leq 0,5 \% \text{ en peso}$.

Esto es para aumentar la estabilidad de la resistencia de la chapa de acero tras el prensado en caliente. Si Co y Sb están presentes en una cantidad total menor de un 0,0005 % en peso, no existe estabilidad de la resistencia. Por el contrario, si la cantidad total de Co y Sb supera un 0,5 % en peso, resulta difícil controlar un proceso de preparación de acero, y la chapa de acero resultante se puede deteriorar.

Zr y Co pueden tener una afinidad por N, S, C y H más elevada que Ti, y de este modo se adaptan para fijar dichos elementos. Zr puede reaccionar con N como Ti para formar ZrN, evitando de este modo la formación de B para dar BN. Cuando se forma B para dar BN, precipita de forma intergranular y las propiedades de templado pueden disminuir.

Zr y Co pueden evitar la corrosión intergranular al tiempo que muestran un buen aspecto superficial; de este modo aumenta la resistencia frente a la corrosión.

Específicamente, Zr y Co se pueden dispersar en la capa de metalizado tras el metalizado de la chapa de acero, y formar numerosos núcleos. Dichos núcleos pueden provocar interferencia intergranular durante el transcurso de la coagulación del material de metalizado; de este modo, se controla el desarrollo de los granos de cristal. Cuando se controla el desarrollo de los granos de cristal de esta forma, se puede obtener un buen aspecto superficial y se puede evitar la corrosión intergranular; de este modo se mejora la resistencia frente a la corrosión.

En particular, los numerosos núcleos dispersados en la capa de metalizado son capaces de formar un metalizado de aleación de multicapa que funciona para inhibir y bloquear la permeabilidad de diversos elementos del entorno exterior, por ejemplo, hidrógeno.

El metalizado de aleación de multicapa puede evitar la reacción entre aluminio (Al) y hierro (Fe); de este modo, se inhibe el crecimiento de la capa de aleación, y se forma una capa de metalizado que tiene elevada operabilidad. Incluso cuando se forma la capa de metalizado para que tenga un espesor de 10 μm a 30 μm , no se producen incrustaciones, y se pueden minimizar las fisuras y los poros sobre la capa de metalizado tras el prensado en caliente.

Cuando se minimizan las fisuras y poros formados sobre la capa de metalizado, se puede aumentar la resistencia frente a la corrosión de la chapa de acero apta para templado, y se puede formar libremente la forma deseada de las piezas. Para referencia, cuando se forma la capa de aleación de Al y Fe tras el metalizado, la capa de metalizado puede volverse frágil.

Además, Co puede inhibir Si o Mn que forman un óxido sobre la superficie de la chapa de acero; de este modo aumenta la humectabilidad del metalizado. Antes del prensado en caliente, se somete la chapa de acero a metalizado con Al-Si con el fin de evitar la generación de incrustaciones de óxido a temperaturas elevadas. Si se forma un óxido de Si o Mn sobre la superficie de la chapa de acero, no se puede revestir la parte en la que se forma el óxido.

De igual forma, las cantidades de las impurezas, es decir, los elementos que disminuyen la operabilidad en caliente, tales como P y S, se controlan para que estén presentes en una cantidad muy pequeña con el fin de mejorar la operabilidad en caliente.

En la presente invención, la cantidad y proporción de Co, Zr, Sb, P y S se controlan para mejorar la operabilidad en caliente; de este modo, se puede llevar a cabo el prensado en caliente a una temperatura de 600-900 °C sin provocar fisuras.

5 La microestructura final de acuerdo con la presente invención es martensita, de manera que el producto final tiene una resistencia de tracción de 1400 MPa o más y un estiramiento de un 20 % o más incluso a una temperatura elevada de 600-900 °C.

10 A continuación, se especifican los elementos de aleación de acuerdo con la presente invención en términos de función y cantidad.

C: 0,15~0,30 % en peso

15 C es un elemento esencial para la chapa de acero de alta resistencia. No obstante, con el fin de aumentar la dureza de la chapa de acero apta para templado, se debe ajustar de forma apropiada la cantidad de C. Si la cantidad de C está presente en una cantidad menor de un 0,15 % en peso, la capacidad de templado del acero puede disminuir; de este modo tras el tratamiento resulta difícil obtener una estructura de martensita suficiente que garantice una elevada resistencia de tracción.

20 Por el contrario, si la cantidad de C supera un 0,30 % en peso, dicha capacidad de templado puede aumentar para garantizar una resistencia de tracción suficiente. No obstante, la resistencia del acero antes del tratamiento térmico puede aumentar de manera no deseada y resultaría difícil la formación de un producto.

Si: 0,05-0,5 % en peso

25 Se añade Si como desoxidante para retirar oxígeno del acero en el proceso de preparación de acero. Si también funciona para mejorar las propiedades de templado. No obstante, si se añade demasiado Si, se puede formar un óxido sobre la superficie de la chapa de acero, y se degradan las propiedades de metalizado de manera no deseada. Y, la viscosidad del metal fundido puede aumentar, y de este modo, en una etapa de desbarbado del proceso de fabricación de la pieza, pueden surgir problemas no deseados sobre la superficie de corte de la chapa de acero. Por ello, se establece el límite superior de Si en un 0,5 % en peso. Si la cantidad de Si es menor de un 0,05 % en peso, no se pueden obtener los efectos deseados.

35 Mn: 1,0~2,0 % en peso

40 Mn inhibe la producción de la estructura de perlita y favorece la formación de austenita y la concentración de carbono en el acero, y de este modo contribuye a formar austenita residual, y también funciona para aumentar las propiedades de templado de la chapa de acero y garantizar de forma fiable la resistencia de la chapa de acero tras el templado. Se añade Mn en una cantidad de 1,0 % en peso o más para garantizar una resistencia de tracción de 1400 MPa o más. No obstante, si su cantidad supera un 2,0 % en peso, la resistencia frente a la corrosión y la aptitud de soldadura pueden disminuir. Por eso, es preferible que este elemento se añada en una cantidad que no supere un 2,0 % en peso.

B: 0,0005-0,0040 % en peso

45 B se añade para retrasar la transformación de austenita en ferrita con el fin de aumentar las propiedades de templado de la chapa de acero. De este modo, tras el templado, un producto puede tener elevada resistencia de tracción. Se debe añadir B en una cantidad de un 0,0005 % en peso o más con el fin de aumentar las propiedades de templado de la chapa de acero. No obstante, si su cantidad supera un 0,0040 % en peso, resulta difícil de controlar un proceso de preparación de acero, y se generan variaciones de calidad no deseadas en el material tras el tratamiento térmico. Por ello, es preferible que este elemento se añada en una cantidad que no supere un 0,0040 % en peso.

Ca: 0,0010~0,0040 % en peso

55 Se puede añadir Ca para mejorar la tenacidad de la chapa de acero. Ca puede convertir una inclusión de S (MnS) en esferoidal para aumentar la tenacidad. Incluso cuando se controla la cantidad de S para que sea muy pequeña, si está presente una inclusión de S en forma lineal, puede disminuir la resistencia frente a impactos y la tenacidad.

60 Se añade Ca tras la desulfuración en el proceso de fabricación de acero.

Si la cantidad de Ca es menor de un 0,0010 % en peso, su efecto se vuelve insignificante. Por el contrario, si su cantidad supera un 0,0040 % en peso, el efecto no se puede maximizar y el proceso de fabricación de acero resulta difícil de controlar.

65

ES 2 531 404 T3

En particular, con el fin de maximizar la tenacidad de la chapa de acero tras el prensado en caliente, la proporción en peso de Ca/S debería encontrarse dentro del intervalo de 0,5 a 3,0. Si la proporción en peso de Ca/S se encuentra dentro del intervalo de 0,5 a 3,0, el efecto de formación de esferoide de la inclusión de S (MnS) puede aumentar.

5 Si la proporción en peso de Ca/S es menor de 0,5, el efecto de maximización de la tenacidad puede volverse insignificante. Por el contrario, si su proporción en peso supera 3,0, puede suceder que no se maximice dicho efecto y resulte difícil controlar el proceso de fabricación de acero.

10 Cu: 0,05–1,0 % en peso

Se puede añadir Cu para evitar la reacción catódica de sulfuro y la fractura intergranular retardada por hidrógeno en el acero o las partes de soldadura.

15 Cu puede aumentar las propiedades de templado de la chapa de acero y la estabilidad de la resistencia tras el templado, y también puede inhibir la reacción catódica de sulfuro y la permeabilidad intergranular de hidrógeno en el acero o las partes de soldadura.

20 Como se muestra en la Figura 1, cuando se expone la chapa de acero a entornos con humedad, la humedad provoca una reacción de reducción, $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$, por medio del movimiento de electrones emitidos a partir de Fe que es un metal de base. Como tal, H_2 producido por medio de la reacción de reducción puede difundir, de manera intergranular, al interior del metal de base a una tasa rápida incluso a temperaturas bajas; de este modo, se debilita la capacidad de unión intergranular.

25 Cuando H_2 alcanza el sulfuro del acero, la capacidad de unión intergranular puede verse debilitada de forma adicional y se pueden generar fisuras. Por consiguiente, puede tener lugar la fractura repentina tras un lapso de tiempo predeterminado.

30 Como se muestra en la Figura 2, cuando se añade Cu, éste se ubica en los intergránulos, y de este modo puede inhibir la permeabilidad interna de H_2 y puede rodear la superficie externa del sulfuro para, así, evitar el contacto entre H_2 y sulfuro. De esta forma, se puede inhibir la reacción catódica de sulfuro por medio de H_2 presente en el acero.

35 Si la cantidad de Cu es menor de un 0,05 % en peso, resulta difícil reducir la fractura retardada por hidrógeno. Por el contrario, si su cantidad supera un 1,0 % en peso, puede producirse la permeabilidad intergranular de Cu tras el recalentamiento de una plancha; de este modo, se pueden generar fisuras tras el prensado en caliente.

De este modo, se establece la cantidad de Cu dentro del intervalo de 0,05–1,0 % en peso.

40 S: 0,003 % en peso o menos

45 S está presente en una cantidad de aproximadamente un 0,015 % en peso en el acero fundido después de un proceso típico de desulfuración. No obstante, S puede disminuir la operabilidad en caliente del acero a temperaturas elevadas justo como ocurre con P, y de este modo su cantidad debe controlarse para minimizarla con el fin de mejorar la operabilidad en caliente. Durante los últimos desarrollos de las técnicas de fabricación de acero, se puede controlar la cantidad de S para que sea un 0,003 % en peso o menos.

50 En particular, a medida que disminuye la cantidad de S, aumenta la energía de absorción de impactos tras el tratamiento térmico. Cuando se controla la cantidad de S para que sea un 0,003 % en peso o menos en comparación con el acero que contiene un 0,010 % en peso de S, al menos se puede doblar la energía de absorción de impactos.

55 Los resultados experimentales muestran que la chapa de acero tiene una energía de absorción de impactos de 35 J cuando la cantidad de S es de un 0,010 % en peso, pero la energía de absorción de impactos se dobla hasta 70 J cuando se controla la cantidad de S para que sea un 0,003 % en peso.

P: 0,012 % en peso o menos

60 P está presente en una cantidad de aproximadamente un 0,020 % en peso en el acero fundido tras el proceso de eliminación de fósforo. No obstante, P puede disminuir la operabilidad en caliente del acero a temperaturas elevadas, y su cantidad se debe controlar para que sea muy pequeña con el fin de aumentar la operabilidad en caliente. Durante el desarrollo reciente de las técnicas de fabricación de acero, se puede controlar P para que sea de un 0,012 % en peso o menos, que se establece como el valor máximo.

65

ES 2 531 404 T3

Zr: 0,0005~0,1 % en peso

5 Se puede añadir Zr para retirar N. De manera inevitable N existe en el acero durante el proceso de fabricación. N presente en el acero puede unirse a B y, de este modo, puede precipitar en forma de compuesto BN, que puede deteriorar las propiedades de templado. Con el fin de evitar de manera máxima la existencia de N en el acero, se añade Zr para formar un compuesto con N a temperaturas elevadas. Cuando se añade Zr en una cantidad de un 0,0005 % en peso o más, cabe esperar los efectos deseados. Si la cantidad de Zr supera un 0,1 % en peso, no existe valor industrial.

10 Co, Sb: 0,0005-0,5 % en peso

15 Estos elementos pueden aumentar las propiedades de templado de la chapa de acero y estabilizar la resistencia de la chapa de acero tras el prensado en caliente. De este modo, estos elementos se añaden para garantizar la resistencia frente la oxidación a temperaturas elevadas y aumentar el estiramiento.

20 Cuando la cantidad total de Co y Sb es de un 0,0005 % en peso o más, se pueden obtener los efectos deseados. Si su cantidad total supera un 0,5 % en peso, resulta difícil de controlar un proceso de fabricación de acero y la chapa de acero puede deteriorarse. Incluso cuando se añade cualquiera de Co y Sb, se puede añadir en el intervalo anterior por los mismos motivos.

25 La chapa de acero de acuerdo con la presente invención tiene hierro de equilibrio (Fe) y elementos que están presentes como impurezas de forma inevitable. Impurezas inevitables tales como N o O pueden estar presentes en cantidades de traza, dependiendo de las condiciones tales como alimentación, materiales y equipo de fabricación.

30 La plancha de acero que tiene la composición anterior se fabrica por medio del uso de un proceso de colada de acero que incluye proporcionar acero fundido y posteriormente conformar un lingote o llevar a cabo un proceso continuo de colada. Se somete una chapa de acero laminada en frío o laminada en caliente a metalizado y posteriormente se prensa en caliente; de este modo, se produce una chapa de acero apta para templado como se muestra a continuación.

[Método de Fabricación de Chapa de Acero Apta para Templado]

35 La plancha de acero de acuerdo con la presente invención se fabrica llevando a cabo el proceso de fabricación de acero que incluye proporcionar acero fundido, y posteriormente conformar un lingote o someterlo a un proceso continuo de colada. Con el fin de disolver los componentes segregados durante la colada, se re-calienta la plancha en un horno a 1100 °C o más, y se lamina en caliente a una temperatura de Ar3 - Ar3 + 50; de este modo, se produce un rollo laminado en caliente de fase individual. Se lleva a cabo el enrollamiento a una temperatura de formación de rollo (CT) de 400-700 °C con el fin de facilitar el laminado el frío. Se somete la superficie de la chapa de acero a decapado para retirar el óxido.

40 Posteriormente, se lleva a cabo el laminado en frío. Este laminado en frío se lleva a cabo a una proporción de reducción de aproximadamente un 50 % en peso, y posteriormente se puede usar la chapa de acero laminada en frío sin metalizar o se puede someter a metalizado con el fin de evitar la oxidación.

45 Se lleva a cabo el metalizado de Al-Si para inhibir la formación de incrustaciones de óxido durante el prensado en caliente. Se puede usar la chapa de acero laminada en caliente en un estado no metalizado o se puede someter a metalizado para evitar la oxidación y se puede someter a metalizado de Al-Si.

50 Posteriormente, se lleva a cabo el prensado en caliente para generar un producto final que tenga la forma deseada. El prensado en caliente incluye calentar hasta 700 °C o más que es una temperatura de Ar3 o más, y posteriormente prensar a 600-900 °C para fabricar el producto final. Se lleva a cabo el enfriamiento durante el mismo tiempo que dura el prensado.

55 Como tal, incluso cuando se calienta la chapa de acero para que tenga una temperatura de 600-900 °C que sea menor que la temperatura de calentamiento típica, se puede garantizar un estiramiento de un 20 % o más a esta temperatura, por medio del control de las condiciones de cantidad y proporción de Co, Zr, Sb, P y S.

60 Se controla la proporción de componentes de los elementos de aleación anterior para que se lleve a cabo el prensado en caliente dentro del intervalo de 600-900 °C. En el caso de una chapa de acero metalizada, se puede evitar la separación del metalizado a temperatura elevada. En el caso de una chapa de acero no metalizada, se pueden evitar la producción de incrustaciones de óxido sobre la superficie de la plancha de acero a temperatura elevada. Si se lleva a cabo el proceso de prensado en caliente a una temperatura menor de 600 °C, resulta difícil garantizar la operabilidad de prensado deseada.

65 A continuación, se comentan ejemplos de chapas de acero aptas para templado que tienen elevada operabilidad de prensado en caliente y el método de la fabricación de las mismas.

Ejemplos

- 5 Se calentó una plancha de acero que tenía cada una de las composiciones de aleación de la Tabla 1 hasta 1100 °C o más durante 2 horas, se laminó-finish a aproximadamente 900 °C, se enrolló a 400-700 °C durante 1 hora, y se enfrió en horno hasta temperatura ambiente y se laminó en frío para constituir una chapa de acero laminada en frío. Se calentó esta chapa de acero laminada en frío hasta 700 °C o más, se prensó en caliente a 600-900 °C y se enfrió en un troquel.
- 10 La Tabla 1 muestra las composiciones de aleación del ejemplo comparativo y Ejemplos de la invención, y la Tabla 2 siguiente muestra las propiedades mecánicas de los productos de chapa de acero fabricados usando las composiciones de aleación de la Tabla 1 a temperaturas elevadas y temperatura ambiente (RT).

TABLA 1

(Composición Final de Aleación de Chapa de Acero % en peso: resto Fe)															
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ca	Al	Ti	Cr	Co	Zr	Sb	B	Nota
Ej. C. 1	0,20	0,3	1,2	0,018	0,006	-	-	0,02	0,035	0,2	-	-	-	0,002	Desoxidante de Al
Ej. Inv. 1	0,23	0,3	1,2	0,005	0,001	0,05	-	-	-	-	0,10	0,03	0,02	0,002	Desoxidante de Si
Ej. Inv. 2	0,23	0,3	1,5	0,007	0,002	0,05	-	-	-	-	0,05	-	0,03	0,002	Desoxidante de Si
Ej. Inv. 3	0,23	0,3	1,5	0,012	0,003	0,05	-	-	-	-	0,20	0,05	-	0,002	Desoxidante de Si
Ej. Inv. 4	0,23	0,3	1,5	0,012	0,003	0,05	0,0030	-	-	-	0,20	0,05	-	0,002	Desoxidante de Si
Ej. Inv. 5	0,23	0,3	1,5	0,012	0,003	-	0,0030	-	-	-	0,20	0,05	-	0,002	Desoxidante de Si

TABLA 2

Temp.	600 °C		700 °C		900 °C		Pieza RT	
	Resistencia de tracción	EL						
Ej. C. 1	228	16	132	17	104	22	1520	6
Ej. Inv. 1	223	22	153	24	106	28	1550	10
Ej. Inv. 2	232	20	169	23	118	26	1507	9
Ej. Inv. 3	201	20	128	21	98	23	1560	8
Ej. Inv. 4	203	20	129	21	99	24	1560	10
Ej. Inv. 5	202	20	127	21	98	24	1559	10

[MPa: resistencia de tracción, EL (% en peso): estiramiento]

5 Como resulta evidente a partir de las Tablas 1 y 2, cuando se añaden dos o más seleccionados entre Co, Sb y Zr en lugar de Al, Ti y Cr, se puede garantizar que el estiramiento del acero es de un 20 % o más a una temperatura elevada de 600-900 °C.

10 En el caso de partes procedentes del prensado en caliente de la chapa de acero que tiene el estiramiento de un 20 % o más a temperaturas elevadas, se puede observar que se obtienen una resistencia de tracción de 1400 MPa y un estiramiento de un 8 % o más a temperatura ambiente tras el enfriamiento en el troquel.

15 Cuando se añade Ca dentro del intervalo de proporción en peso de Ca/S de 0,5 - 3,0, se mejora más el estiramiento (véanse los Ejemplos de la Invención 3 a 5).

15 Se puede aplicar el proceso de prensado en caliente a una chapa de acero metalizada con Al-Si.

20 La chapa de acero apta para templado fabricada como anteriormente permite el prensado en caliente a 600-900 °C, y de este modo se protege la capa de metalizado, se evita la generación de incrustaciones de óxido y se garantiza la resistencia de tracción elevada.

25 La Figura 3 muestra imágenes SEM de la capa de metalizado tras el prensado en caliente en (a) Ejemplo Comparativo 1 y (b) Ejemplo de la Invención 1. La Figura 4 muestra el perfil GDS de distribución de elementos en una dirección de profundidad a partir de la capa superficial de la chapa de acero de (a) un Ejemplo Comparativo 1. La Figura 5 muestra el perfil GDS de distribución de elementos en una dirección de profundidad a partir de la capa superficial de la chapa de acero de (b) Ejemplo de la Invención 1.

30 Como se muestra en la Figura 3, en el caso de (a) Ejemplo Comparativo 1, existen fisuras y poros generados sobre la capa de metalizado, y en el caso de (b) Ejemplo de la Invención 1, no se pueden apreciar ni fisuras ni poros sobre la capa de metalizado.

35 Como se muestra en las Figuras 4 y 5, en el caso de (a) Ejemplo Comparativo 1, la cantidad de Fe es notablemente mayor en la posición de 40 µm hacia abajo a partir de la superficie de la capa de metalizado, mientras que en el caso de (b) Ejemplo de la Invención 1 la cantidad de Fe es notablemente mayor en la posición de 25 µm hacia abajo a partir de la superficie de la capa de metalizado. El aumento drástico de la cantidad de Fe indica que la capa de metalizado se acaba, y de este modo se puede estimar el espesor de la capa de metalizado.

40 Incluso cuando se forma la capa de metalizado con un espesor tan fino como 10-30 µm, no se forman incrustaciones y se reduce la generación de fisuras y poros sobre la capa de metalizado; de este modo, aumenta la resistencia frente a la corrosión.

Aunque se han divulgado las realizaciones preferidas de la presente invención con fines ilustrativos, los expertos en la técnica apreciarán que son posibles diversas modificaciones, adiciones y sustituciones, sin que ello suponga alejarse del alcance de la invención como se divulga en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una chapa de acero apta para templado que tiene una composición de aleación que comprende:

- 5 carbono (C) en una cantidad de un 0,15-0,30 % en peso, silicio (Si) en una cantidad de un 0,05-0,5 % en peso, manganeso (Mn) en una cantidad de un 1,0~2,0 % en peso, boro (B) en una cantidad de un 0,0005-0,0040 % en peso, azufre (S) en una cantidad de un 0,003 % en peso o menos, fósforo (P) en una cantidad de 0,012 % en peso o menos,
 10 uno o más seleccionados entre calcio (Ca) en una cantidad de un 0,0010-0,0040 % en peso y cobre (Cu) en una cantidad de un 0,05~1,0 % en peso,
 dos o más seleccionados entre cobalto (Co), circonio (Zr) y antimonio (Sb) y
 en la que circonio (Zr) está presente en una cantidad de 0,0005-0,1 % en peso,
 en la que cobalto (Co) y antimonio (Sb) están presentes en un intervalo que cumple $0,0005 \% \text{ en peso} \leq (\text{Co+Sb}) \leq 0,5 \% \text{ en peso}$,
 15 en la que el equilibrio es hierro (Fe) e impurezas inevitables.

2. La chapa de acero apta para templado de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la proporción en peso de Ca/S se encuentra dentro del intervalo de 0,5~3,0.

20 3. Un método de fabricación de una chapa de acero apta para templado, que comprende:

- preparar en caliente una chapa de acero metalizada a 600-900 °C, que exhibe de este modo una resistencia de tracción de 1400 MPa o más y un estiramiento de un 8 % o más,
 en donde la chapa de acero metalizada tiene una composición de aleación que comprende carbono (C) en una cantidad de un 0,15-0,30 % en peso, silicio (Si) en una cantidad de un 0,05-0,5 % en peso, manganeso (Mn) en una cantidad de un 1,0~2,0 % en peso, boro (B) en una cantidad de un 0,0005-0,0040 % en peso, azufre (S) en una cantidad de un 0,003 % en peso o menos, fósforo (P) en una cantidad de 0,012 % en peso o menos,
 25 uno o más seleccionados entre calcio (Ca) en una cantidad de un 0,0010~0,0040 % en peso
 y cobre (Cu) en una cantidad de un 0,05-1,0 % en peso,
 30 dos o más seleccionados entre cobalto (Co), circonio (Zr) y antimonio (Sb)
 y
 en donde circonio (Zr) está presente en una cantidad de 0,0005-0,1 % en peso,
 en donde cobalto (Co) y antimonio (Sb) están presentes en un intervalo que cumple

35 **$0,0005 \% \text{ en peso} \leq (\text{Co+Sb}) \leq 0,5 \% \text{ en peso}$,**

en donde el equilibrio es hierro (Fe) e impurezas inevitables.

40 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la proporción en peso de Ca/S se encuentra dentro de un intervalo de 0,5~3,0.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el prensado en caliente comprende calentar la chapa de acero metalizada hasta 700 °C o más, colocar la chapa de acero caliente en un troquel, y llevar a cabo el prensado a 600-900 °C y enfriar en el troque.

45 6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la chapa de acero metalizada es una chapa de acero metalizada con Al-Si.

FIG. 1

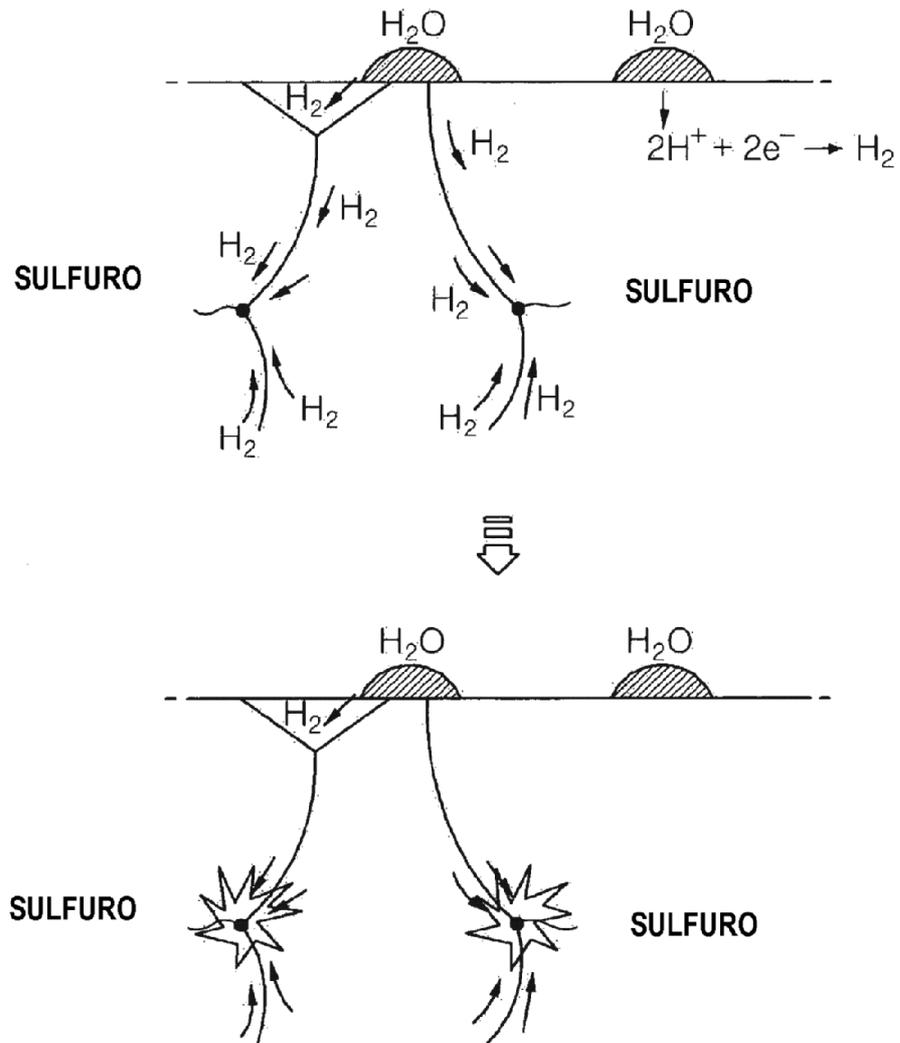


FIG. 2

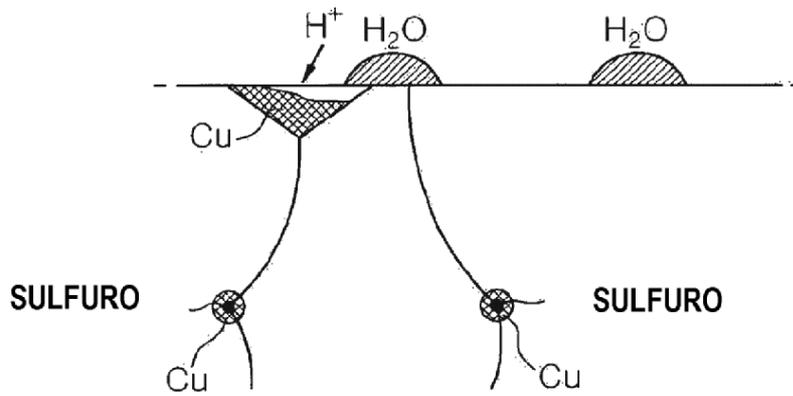


FIG. 3

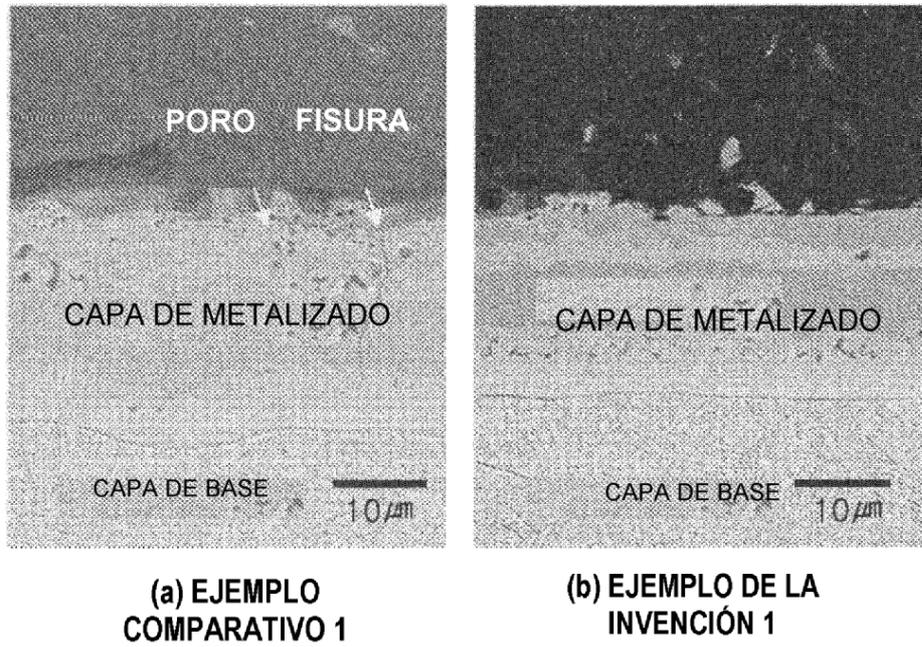


FIG. 4

EJEMPLO COMPARATIVO 1

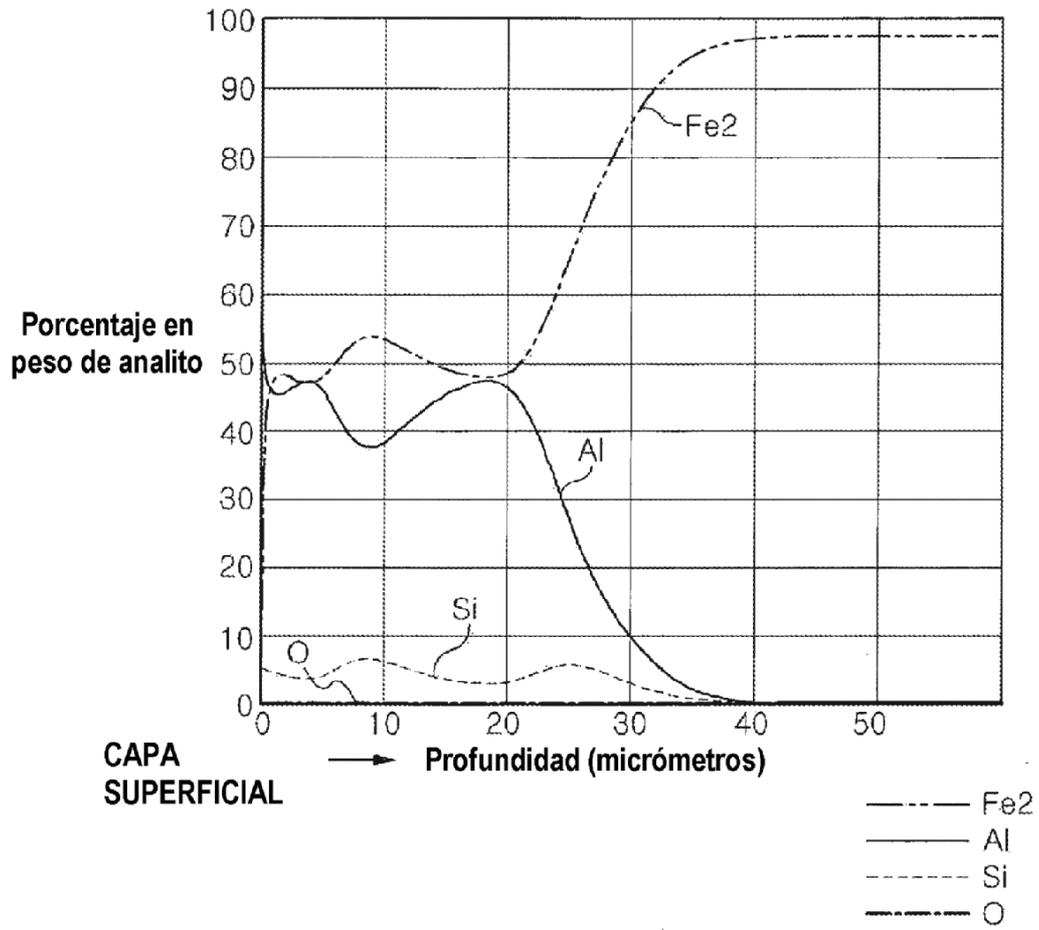
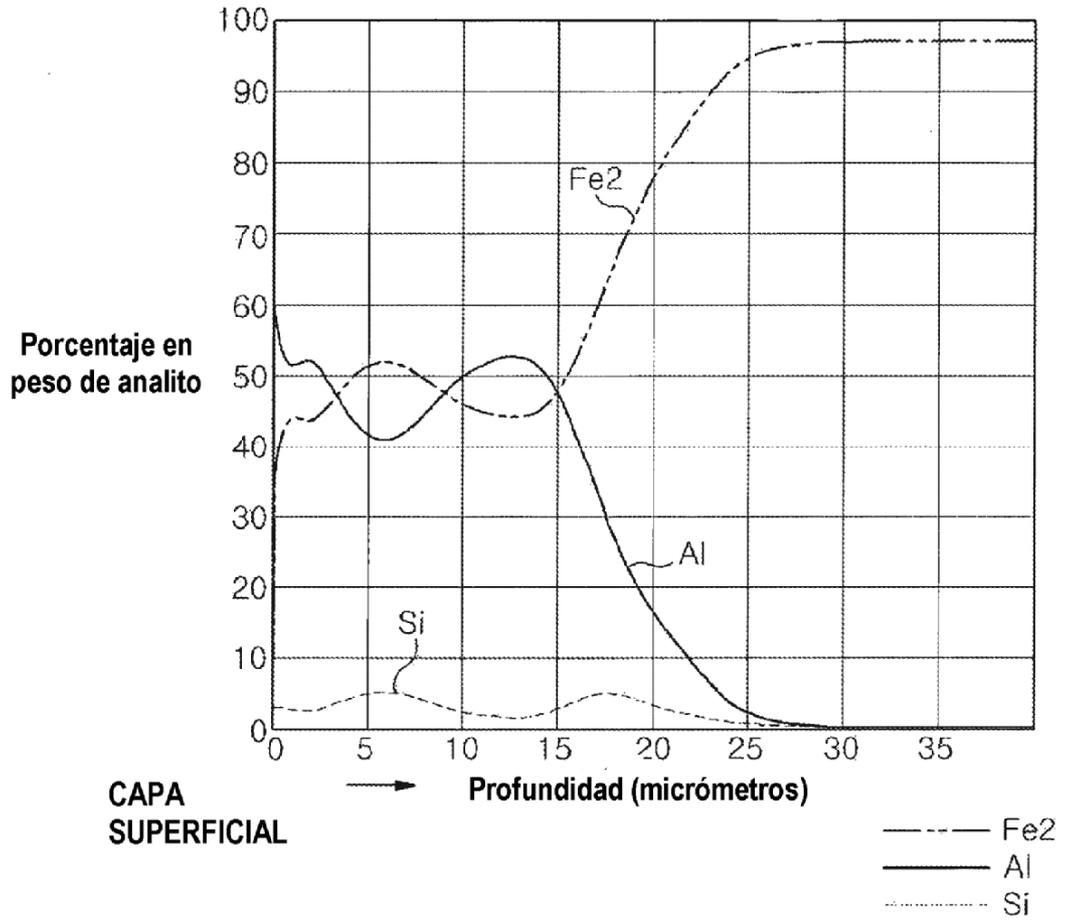


FIG. 5

EJEMPLO DE LA INVENCION 1



10211784

122310