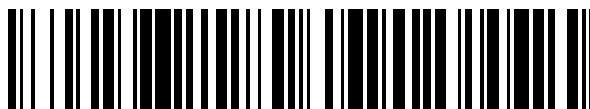


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 641**

51 Int. Cl.:

C22C 38/58 (2006.01)
C22C 38/48 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/54 (2006.01)
H01M 8/021 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.12.2015** **PCT/KR2015/014087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016** **WO16105079**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2015** **E 15873606 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2019** **EP 3239342**

54 Título: **Acero inoxidable austenítico para celda de combustible**

30 Prioridad:

26.12.2014 KR 20140191167

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KIM, KWANG MIN;
KIM, JONG HEE;
JO, KI HOON y
SEO, BO SUNG

74 Agente/Representante:

PADIAL MARTÍNEZ, Ana Belén

ES 2 747 641 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 austenítico para celda de combustible

5 [Campo técnico]

La presente divulgación se refiere a acero inoxidable austenítico para una celda de combustible y, en particular, a acero inoxidable austenítico para una celda de combustible capaz de usarse como miembro estructural en una celda de combustible de carbonato fundido (MCFC).

10

[Antecedentes en la técnica]

Una celda de combustible de carbonato fundido (MCFC) es un dispositivo de generación de energía altamente eficaz y respetuoso con el medio ambiente. Los constituyentes principales de una celda de combustible de carbonato fundido incluyen un ánodo y un cátodo donde se produce una reacción electroquímica, una matriz que incluye un electrolito de carbonato, un colector de corriente para la recogida de electricidad y distribución de gases, y un separador para conducción eléctrica y entrada y salida de gases, y similar. Como colector de corriente anódico se usa níquel, una aleación de níquel, STS 310S o similar, estable en el entorno anódico. Como colector de corriente catódico, se usa 316L y, como separador, se usa 316L o 310S. El electrolito está presente por lo general en estado fundido a 650 °C, la temperatura de operación de una celda de combustible de carbonato fundido. El colector de corriente y el separador tienen el problema de afrontar riesgo de corrosión al estar expuestos al carbonato fundido a 650 °C y al gas generado en el ánodo y el cátodo. Cuando se produce corrosión en el colector de corriente y el separador como se ha indicado anteriormente, se forman productos de corrosión no conductores, que tienen alta resistencia, en la superficie del acero inoxidable, causando un aumento en la resistencia y una pérdida de electrolito, lo que induce una disminución en el rendimiento de la celda de combustible en su conjunto. En particular, el uso en la actualidad del material STS 316L como material para el colector de corriente catódico de una celda de combustible de carbonato fundido tiene la ventaja de exhibir una excelente conductividad eléctrica, pero tiene la desventaja fatídica de inducir una disminución del rendimiento de la celda cuando se usa durante un período prolongado de tiempo debido a un rápido aumento de los productos de corrosión causado por una resistencia a la corrosión relativamente baja.

En lo que respecta a los métodos para solucionar un problema de corrosión del acero inoxidable en una celda de combustible de carbonato fundido, se desvelan métodos de aplicación de un revestimiento anticorrosión sobre la superficie del acero inoxidable en un método de procesamiento de un separador de una celda de combustible de tipo carbonato fundido (documento de Patente Coreana n.º 10-0259213 (20.03.2000)), un método de revestimiento de anticorrosión para un separador de una celda de combustible de carbonato fundido (documento de Patente Coreana n.º 10-1311784 (13.09.2013)), y un separador para una celda de combustible de carbonato fundido (documento de Patente Coreana n.º 10-0435420 (01.06.2004)), desvelados en la técnica.

Sin embargo, el método de mejora de la resistencia a la corrosión por revestimiento de níquel o aluminio sobre una superficie de acero inoxidable también tiene problemas aunque pueda facilitar una mejora en la propia resistencia a la corrosión. Por ejemplo, cuando se forma una parte de revestimiento de níquel, la resistencia a la corrosión puede disminuir debido al fenómeno de carburización que forma carburos sobre la parte de revestimiento de níquel y, cuando se forma una parte de revestimiento de aluminio, se forma óxido de aluminio causando un problema de disminución de la resistencia de contacto, y similar.

Además, el método de mejora de la resistencia a la corrosión por revestimiento de TiN sobre una parte donde el separador y el electrodo se encuentran en contacto entre sí, y revestimiento de Ni de nuevo sobre la misma puede no controlar la conductividad de los propios productos de corrosión formados sobre la superficie del acero inoxidable, y los costes de fabricación del separador aumentan debido a los costes adicionales requeridos por el revestimiento.

El documento de Patente EP2692886 A1 desvela un acero austenítico de alta resistencia para hidrógeno gaseoso a alta presión que consiste, en porcentaje en masa, en C: un 0,10 % o menos, Si: un 1,0 % o menos, Mn: de un 3 % o más a menos de un 7 %, Cr: de un 15 a un 30 %, Ni: de un 10 % o más a menos de un 17 %, Al: un 0,10 % o menos, N: de un 0,10 a un 0,50 %, y al menos un tipo de V: de un 0,01 a un 1,0 % y Nb: de un 0,01 a un 0,50 %, siendo el resto Fe e impurezas, en el que en las impurezas, el contenido de P es un 0,050 % o menos y el contenido de S es un 0,050 % o menos.

Por consiguiente, se requiere un nuevo acero inoxidable capaz de mantener una conductividad y una resistencia a la corrosión elevadas mientras que no incluya un proceso de revestimiento separado.

[Divulgación]

[Problema técnico]

La presente divulgación se ha realizado en vista de lo expuesto anteriormente, y la presente divulgación se refiere a

proporcionar acero inoxidable austenítico para una celda de combustible que mantenga la resistencia de contacto a cierto nivel o inferior en un entorno de alta temperatura.

[Solución técnica]

En vista de lo expuesto anteriormente, el acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de acuerdo con una realización de la presente divulgación incluye, en % en peso, C: de un 0,05 % a un 0,09 %, Si: un 0,5 % o menos (0 excluido), Mn: de un 2,5 % a un 5,0 %, Cr: de un 21 % a un 23 %, Ni: de un 10 % a un 12 %, Nb: de un 0,2 % a un 0,7 %, N: un 0,25 % o menos (0 excluido), Al: un 0,2 % o menos (0 excluido), S: un 0,003 % o menos (0 excluido), B: un 0,01 % o menos (0 excluido), siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

Cuando el acero inoxidable austenítico para una celda de combustible se expone durante 2000 horas a un entorno de carbonato fundido a 650 °C, se forma sobre una superficie del mismo una incrustación que tiene una resistencia de contacto de 80 mΩ·cm² o menos.

La incrustación incluye óxido de Cr y óxido de Mn.

El óxido de Cr incluye una fase de espinela de Cr-Mn-O, y el óxido de Mn incluye una fase de espinela de Cr-Mn-O y una fase de espinela de Fe-Mn-O.

Está dopado Nb en el óxido de Mn.

[Efectos ventajosos]

El acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de acuerdo con la presente divulgación tiene los efectos que siguen a continuación.

En primer lugar, se puede asegurar la resistencia a la corrosión en un entorno de carbonato fundido a alta temperatura.

En segundo lugar, se puede asegurar una alta conductividad eléctrica por formación de una incrustación que incluye óxido de manganeso.

En tercer lugar, se puede evitar la disminución de conductividad eléctrica por supresión de los óxidos de Si y Al.

[Descripción de los dibujos]

La Figura 1a es una fotografía que muestra una incrustación formada en un material base de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 1b es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de O incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 1c es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de Cr incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 1d es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de F incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 1e es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de Mn incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 2a es una fotografía que muestra una incrustación formada en un metal base de acuerdo con un ejemplo comparativo.

La Figura 2b es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de O incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo comparativo.

La Figura 2c es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de Cr incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo comparativo.

La Figura 2d es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de F incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo comparativo.

La Figura 2e es una fotografía analizada por EPMA que muestra la concentración de Mn incluida en un material base y una incrustación de acuerdo con un ejemplo comparativo.

La Figura 3 muestra imágenes que comparan los estados corridos de las superficies de un ejemplo de la presente divulgación y acero 316L existente después de sumergir estos durante 300 horas en carbonato fundido a 650 °C.

[Modo para la divulgación]

La terminología que se usa en el presente documento es únicamente para la descripción de realizaciones particulares y no se pretende que limite la presente divulgación. Las formas en singular usadas en el presente documento incluyen también las formas en plural, a menos que el contexto lo indique claramente de otro modo. El

significado de "incluir" que se usa en la memoria descriptiva especifica características, áreas, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes particulares, y no excluye la presencia o adición de otras características, áreas, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos particulares.

A menos que se especifique de otro modo, todos los términos que incluyen términos técnicos y términos científicos que se usan en el presente documento tienen los mismos significados entendidos habitualmente por los expertos en la materia relacionada con la presente divulgación. Se interpreta además que los términos definidos en diccionarios usados generalmente tienen los significados que corresponden a la bibliografía técnica relacionada y a los contenidos desvelados en el presente documento, y no se interpretan de forma ideal o muy formal a menos que se definan de otro modo.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirá el acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de acuerdo con realizaciones preferentes de la presente divulgación por referencia a las figuras acompañantes.

La presente divulgación se refiere a un acero inoxidable austenítico que incluye C: de un 0,05 % a un 0,09 %, Si: un 0,5 % o menos (0 excluido), Mn: de un 2,5 % a un 5,0 %, Cr: de un 21 % a un 23 %, Ni: de un 10 % a un 12 %, Nb: de un 0,2 % a un 0,7 %, N: un 0,25 % o menos (0 excluido), Al: un 0,2 % o menos (0 excluido), S: un 0,003 % o menos (0 excluido), B: un 0,01 % o menos (0 excluido) (indicado anteriormente en el presente documento en % en peso), siendo el resto Fe e impurezas inevitables.

En lo sucesivo en el presente documento, se describirán las razones para limitar numéricamente cada componente. Además, los siguientes % se refieren todos a % en peso.

C: el C es eficaz en el aumento de la resistencia del material por fortalecimiento de la solución sólida y es un elemento esencial para la fabricación de acero inoxidable. Con el fin de exhibir tal propiedad, se requiere un contenido mínimo de un 0,05 %. Sin embargo, cuando se añade en exceso, se forman carburos por reacción con elementos tales como Cr eficaces en la resistencia a la corrosión y el contenido de Cr alrededor del límite de grano que forma tales carburos disminuye, disminuyendo del mismo modo la resistencia a la corrosión. Por consiguiente, el contenido se limita preferentemente a un 0,09 % o menos para la maximización de la resistencia a la corrosión.

Si: El Si se usa como desoxidante cuando se fabrica acero inoxidable y, cuando se forma como óxido, puede mejorar la resistencia a la corrosión. Sin embargo, cuando se añade en exceso, la conductividad eléctrica puede disminuir y, por lo tanto, es preferente limitar el contenido a un 0,5 % o menos.

Mn: el Mn es un elemento estabilizador de austenita capaz de reemplazar al Ni, y el óxido de Mn formado en el interior de una incrustación generada en un entorno oxidante de alta temperatura mejora la conductividad eléctrica por formación de una fase de espinela con óxidos de Fe y Cr. Sin embargo, cuando se añade en exceso, por el contrario, puede disminuir la resistencia a la corrosión y, por lo tanto, es preferente limitar el contenido de Mn de un 2,5 % a un 5 %.

Cr: el Cr es un elemento de aleación requerido para la mejora de la resistencia a la corrosión y la resistencia a la oxidación en el acero inoxidable, y la resistencia a la corrosión aumenta a medida que aumenta el contenido de Cr. Sin embargo, el Cr es un elemento estabilizador de ferrita y, por lo tanto, el contenido de Ni de alto precio necesita aumentar con el aumento de Cr para estabilizar la fase de austenita, y se convierte en una razón para el aumento de los costes de producción del acero. Por consiguiente, es preferente limitar el contenido de Cr de un 21 % a un 23 % para asegurar la resistencia a la corrosión de STS 316L o superior mientras se mantiene la fracción de la fase de austenita.

Ni: el Ni es un elemento que estabiliza la fase de austenita junto con Mn y N y, para una reducción de costes, es preferente aumentar el contenido de Mn y N mientras se disminuye el contenido de Ni de alto precio. Sin embargo, cuando se disminuye en exceso el contenido de Ni, se pueden reducir la resistencia a la corrosión y el trabajo en caliente debido a un exceso de adición de N para reemplazar Ni, y puede no asegurarse la resistencia a la corrosión debido a una disminución en el contenido de Cr que acompaña la disminución en el contenido de Ni y, por lo tanto, es preferente limitar el contenido de Ni de un 10 % a un 12 %.

Nb: el Nb es un elemento eficaz en la mejora de la resistencia a alta temperatura y la resistencia a la fluencia en frío, y puede mejorar la conductividad eléctrica al doparse en el óxido de Mn. Sin embargo, cuando el contenido se encuentra en exceso, se refinan los granos y, por lo tanto, se reduce el trabajo en caliente. Por consiguiente, es preferente limitar el contenido de Nb de un 0,2 % a un 0,7 %.

N: el N es un elemento estabilizador de austenita que mejora tanto la resistencia a alta temperatura como la resistencia a la corrosión. Sin embargo, la adición de N en exceso reduce el trabajo en caliente y causa defectos tales como poros y, por lo tanto, es preferente limitar el contenido a un 0,25 % o menos.

B: el B es un elemento de aleación que mejora el trabajo en caliente a altas temperaturas, y la adición de B en

exceso inhibe la ductilidad, tenacidad y trabajo y, por lo tanto, es preferente limitar el contenido a un 0,01 % o menos.

5 Al: el Al es un elemento capaz de controlar los tamaños de partícula de grano y se usa como desoxidante. Sin embargo, cuando se añade en exceso, se forma óxido de Al no conductor sobre la superficie del acero en un entorno de carbonato fundido a alta temperatura, lo que aumenta el valor de la resistencia eléctrica y, por lo tanto, el contenido se limita preferentemente a un 0,2 % o menos.

10 S: el S es un elemento traza de impureza, y es la razón principal de la producción de grietas de proceso durante el laminado en caliente al segregarse en el límite de grano y, por lo tanto, el contenido se limita al más bajo posible, preferentemente un 0,003 % o menos.

15 Cuando el acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de acuerdo con la presente divulgación se expone durante 2.000 horas a un entorno de carbonato fundido a 650 °C, se forma preferentemente sobre la superficie una incrustación que tiene una resistencia de contacto de 80 mΩ·cm² o menos.

20 Con el fin de usarse como miembro estructural de tal celda de combustible, es necesario mantener la resistencia a la corrosión y un bajo valor de resistencia de contacto durante un período prolongado de tiempo a 650 °C, la temperatura de operación de una celda de combustible de carbonato fundido. Como se describirá posteriormente, la presente divulgación ha intentado superar tal problema por inclusión de óxido de manganeso que tiene una baja resistencia de contacto en la incrustación formada sobre la superficie.

La incrustación incluye preferentemente óxido de Cr y óxido de Mn.

25 El óxido de Cr es un elemento esencial para exhibir resistencia a la corrosión, pero no se puede usar como elemento estructural de una celda de combustible por sí mismo debido a su baja conductividad eléctrica. Por consiguiente, por formación de un óxido de Mn que tiene alta conductividad eléctrica con el mismo y aplicación de una corriente a través del mismo, el óxido de Cr se puede usar como miembro estructural de una celda de combustible.

30 El óxido de Cr incluye preferentemente una fase de espinela Cr-Mn-O, y el óxido de Mn incluye preferentemente una fase de espinela Cr-Mn-O y una fase de espinela Fe-Mn-O.

35 Una fase de espinela exhibe fácilmente ferromagnetismo debido a su propiedad estructural. Por consiguiente, por formación de Fe₂MnO₄ sustituyendo un átomo de Fe con Mn en una fase de espinela tal como Fe₃O₄, o la formación de una fase de espinela tal como [Mn²⁺,Cr²⁺](Cr³⁺,Mn³⁺)₂O₄, se obtienen tanto una elevada resistencia a la corrosión como una alta conductividad eléctrica.

40 El Nb está dopado preferentemente en el óxido de Mn. Esto se debe al hecho de que el óxido de manganeso dopado con Nb exhibe una mayor conductividad eléctrica, que es útil en la formación de la incrustación que tiene alta conductividad eléctrica que persigue la presente divulgación. Para esto, se añade de un 0,2 % a un 0,7 % de Nb, un intervalo de composición de la presente divulgación.

[Tabla 1]

	% de C	% de Si	% de Mn	% de Cr	% de Ni	% de Mb	% de Nb	% de B	% de N	% de Al	Resistencia de contacto $m\Omega \cdot cm^2$
316L	0,029	0,45	0,97	18,86	9,1	1,98	-	-	0,042		89,3
310S	0,04	0,44	1,35	24,51	19,7	-	-	-	0,031		174,7
Ejemplo comparativo 1	0,052	0,51	0,49	21,54	11,1	-	0,2	0,003	0,175		118,2
Ejemplo comparativo 2	0,049	0,55	0,47	21,67	11,07	-	0,21	0,003	0,168	0,41	135,5
Ejemplo 1	0,051	0,33	3,01	21,89	11,18	-	0,21	0,003	0,172	-	76,4
Ejemplo 2	0,053	0,27	2,95	22,1	11,01	-	0,48	0,003	0,162	-	67,2
Ejemplo 3	0,058	0,24	4,89	22,26	11,15	-	0,19	0,003	0,167	-	73,8

En la presente divulgación, con el fin de obtener un acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de carbonato fundido que tenga una resistencia a la corrosión y la conductividad eléctrica excelentes, se midió la resistencia de contacto de cada ejemplo y cada ejemplo comparativo mientras se variaban las cantidades añadidas de los diversos elementos de aleación. La resistencia de contacto significa el valor de resistencia entre la incrustación producida en el acero que se usa en los ensayos y un cátodo de NiO, y este valor es proporcional al valor de la resistencia eléctrica de la incrustación.

La Tabla 1 muestra las composiciones de las aleaciones para los tipos de acero de ensayo y los resultados de la medición de la resistencia de contacto. En lo que respecta al método de ensayo, cada uno de los tipos de acero de ensayo se expuso durante 2000 horas a un entorno de carbonato fundido a 650 °C, y a continuación se midió la conductividad eléctrica de la incrustación formada sobre la superficie. Un acero que tiene un valor de conductividad eléctrica mayor en comparación con STS 316L se puede determinar como malo, y un acero que tiene un valor de conductividad eléctrica menor en comparación con STS 316L se puede determinar como favorable en los ejemplos comparativos y los ejemplos. Los ejemplos fueron de acero inoxidable austenítico dentro del intervalo de composición de la presente divulgación, y los ejemplos comparativos fueron de acero inoxidable austenítico que estaba fuera del intervalo de composición de la presente divulgación.

De acuerdo con la Tabla 1, el valor de la resistencia de contacto de 310S fue mayor que el valor de la resistencia de contacto de 316L usado en la actualidad como colector de corriente catódico de una celda de combustible de carbonato fundido. Esto se debe al hecho de que 310S tiene una mayor cantidad de Cr en comparación con 316L, y se forma más óxido de Cr no conductor en la incrustación.

Los valores de la resistencia de contacto de los Ejemplos comparativos 1 y 2 fueron altos en comparación con 316L, y esto se debe a un mayor contenido de Cr y Al, y un menor contenido de Mn. En otras palabras, se forma menos óxido de manganeso que tiene alta conductividad eléctrica, y se producen más óxidos de cromo y aluminio no conductores, exhibiendo de ese modo una alta resistencia de contacto.

Por otra parte, los Ejemplos 1, 2 y 3 tuvieron valores inferiores de resistencia de contacto en comparación con 316L a pesar de un mayor contenido de Cr en comparación con 316L. Esto se debe al hecho de que gran cantidad del Mn incluido en el acero se oxida y distribuye en la incrustación. Mientras se forma óxido de Mn, el óxido de manganeso forma una fase de espinela (Fe-Mn-O o Cr-Mn-O) altamente conductora junto con Fe o Cr. En particular, el Ejemplo 2 exhibió una menor resistencia de contacto en comparación con el Ejemplo 1, y esto se debe al hecho de que la resistencia de contacto disminuye por dopado de Nb en el óxido de Mn causado por el alto contenido de Nb.

Las Figuras 1a a 1e y las Figuras 2a a 2e muestran los resultados de análisis de EMPA que muestran la distribución de los elementos de aleación principales en la incrustación del ejemplo y el ejemplo comparativo. Las Figuras 1a a 1e analizan la incrustación del Ejemplo 1 y las Figuras 2a a 2e analizaran la incrustación del Ejemplo comparativo 1, que se producen sobre la superficie después de exponer el acero inoxidable durante 2000 horas a un entorno de carbonato fundido a 650 °C.

En cada una de las fotografías analizadas por EPMA, las Figuras 1a y 2a son imágenes de una sección del metal base con incrustación formada usando un microscopio electrónico, y las Figuras 1b y 2b son imágenes que muestran el contenido de O en las ubicaciones correspondientes de las Figuras 1a y 2a.

El color azul representa que el elemento correspondiente es raro, y el color rojo representa que el elemento correspondiente es abundante. Se entiende que la cantidad aumenta gradualmente desde azul, verde, amarillo, naranja y rojo.

Del mismo modo, las Figuras 1c y 2c muestran el contenido de Cr, las Figuras 1d y 2d muestran el contenido de Fe, y las Figuras 1e y 2e muestran el contenido de Mn.

Como se muestra en las Figuras 1a a 1e, el Mn del Ejemplo 1 estuvo presente suficientemente en forma de óxido en la incrustación (superficie superior de la fotografía), y la ubicación fue la misma que la ubicación de Fe o Cr. Por consiguiente, se observó que el Mn del Ejemplo 1 formó una fase de espinela compleja en la incrustación por unión a Fe o Cr. Por consiguiente, se obtuvo un valor de la resistencia de contacto menor que el de 316L a pesar de un alto contenido de cromo.

Sin embargo, se observó que, en el Ejemplo comparativo 1 que se muestra en las Figuras 2a a 2e, estaban presentes Cr y Fe en la incrustación aunque, sin embargo, la concentración de Mn no fue suficiente. La resistencia de contacto aumentó dado que no se formó óxido de Mn en el interior de la incrustación.

Como se muestra en la Figura 3, se reveló definitivamente una diferencia en la resistencia a la corrosión entre la presente divulgación y el acero existente en las fotografías de la muestra después de retirar toda la incrustación producida sobre la superficie después de sumergir cada uno de 316L y el Ejemplo 1 durante 300 horas en un carbonato fundido a 650 °C. Se observó que 316L se disolvió en el carbonato fundido durante la inmersión y el volumen disminuyó aunque, sin embargo, el Ejemplo 1 casi no experimentó ningún cambio de volumen, lo que indicó

que la resistencia a la corrosión mejoró en comparación con 316L. Esto se debe al mayor contenido de Cr del Ejemplo 1 en comparación con 316L. La resistencia a la corrosión mejora por protección de la estructura de la matriz del acero con el óxido de Cr formado sobre la superficie del acero en un entorno de carbonato fundido alta temperatura. Sin embargo, la conductividad eléctrica disminuyó en las tecnologías existentes dado que solo estaba presente óxido de Cr y, en la presente divulgación, también se puede prevenir la disminución de la conductividad eléctrica por formación de óxido de Mn.

Por consiguiente, los Ejemplos 1, 2 y 3 aseguran una conductividad eléctrica superior así como una mayor resistencia a la corrosión en comparación con 316L.

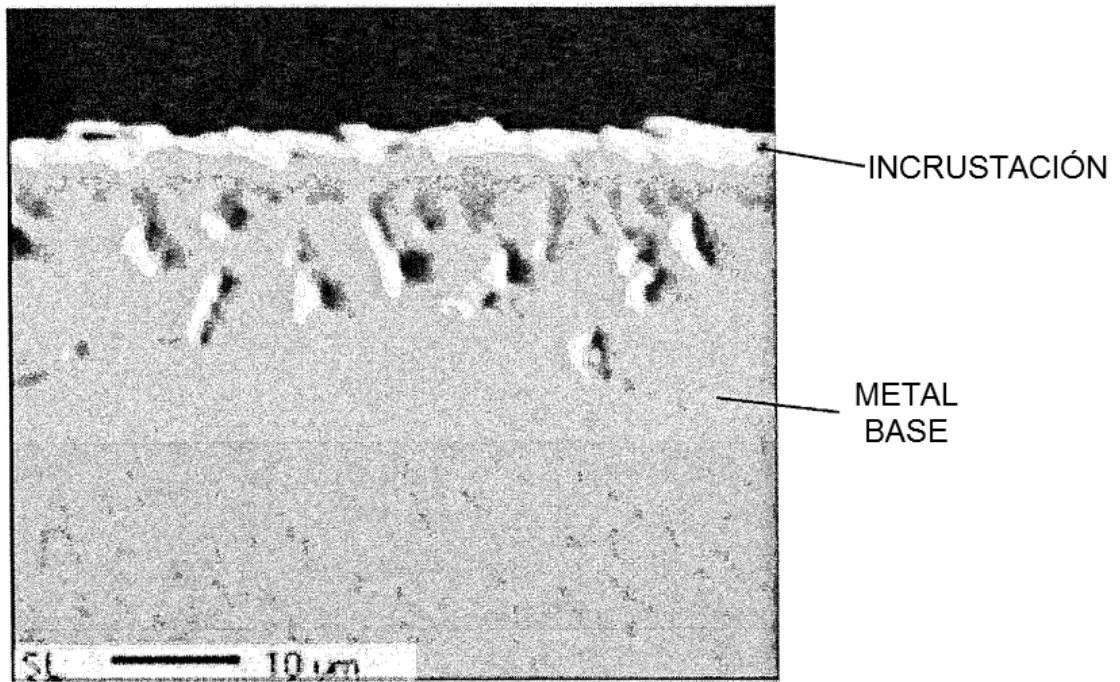
Con anterioridad en el presente documento, se han descrito realizaciones de la presente divulgación por referencia a los dibujos acompañantes aunque, sin embargo, se ha de entender que los que poseen el conocimiento habitual en la técnica a la que pertenece la presente divulgación pueden poner en práctica la presente divulgación en otras formas específicas sin modificar las ideas tecnológicas o las características esenciales de la presente divulgación.

Por lo tanto, las realizaciones descritas anteriormente necesitan entenderse como ilustrativas en lugar de limitantes en todos los aspectos. El ámbito de la presente divulgación está representado por las reivindicaciones anexas en lugar de por las descripciones detalladas proporcionadas anteriormente, y el significado y el ámbito de las reivindicaciones, y todas las modificaciones o lo modificado formado deducido de conceptos equivalentes de las mismas necesitan interpretarse como incluidos en el ámbito de la presente divulgación.

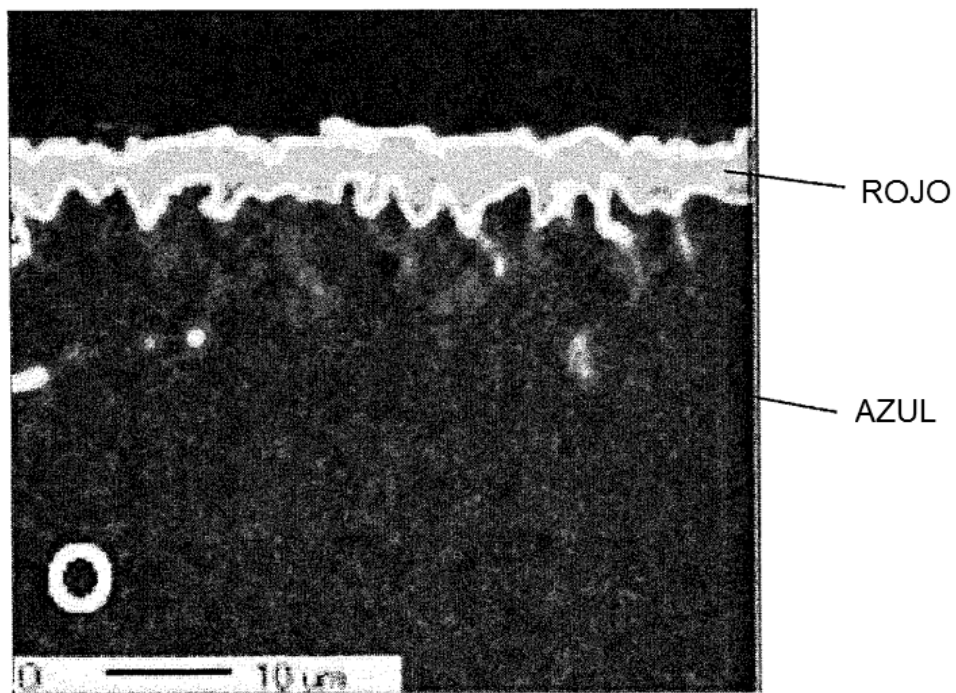
REIVINDICACIONES

- 5 1. Acero inoxidable austenítico para una celda de combustible que comprende, en % en peso, C: de un 0,05 % a un 0,09 %, Si: un 0,5 % o menos (0 excluido), Mn: de un 2,5 % a un 5,0 %, Cr: de un 21 % a un 23 %, Ni: de un 10 % a un 12 %, Nb: de un 0,2 % a un 0,7 %, N: un 0,25 % o menos (0 excluido), Al: un 0,2 % o menos (0 excluido), S: un 0,003 % o menos (0 excluido), B: un 0,01 % o menos (0 excluido), siendo el resto Fe e impurezas inevitables.
- 10 2. El acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de la reivindicación 1, en el que, cuando el acero inoxidable se expone durante 2.000 horas a un entorno de carbonato fundido a 650 °C, se forma sobre la superficie del mismo una incrustación que tiene una resistencia de contacto de $80 \text{ m}\Omega^2\text{cm}^2$ o menos.
- 15 3. El acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de la reivindicación 2, en el que la incrustación incluye óxido de Cr y óxido de Mn.
- 15 4. El acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de la reivindicación 3, en el que el óxido de Cr incluye una fase de espinela Cr-Mn-O, y el óxido de Mn incluye una fase de espinela Cr-Mn-O y una fase de espinela Fe-Mn-O.
- 20 5. El acero inoxidable austenítico para una celda de combustible de la reivindicación 3 o 4, en el que está dopado Nb en el óxido de Mn.

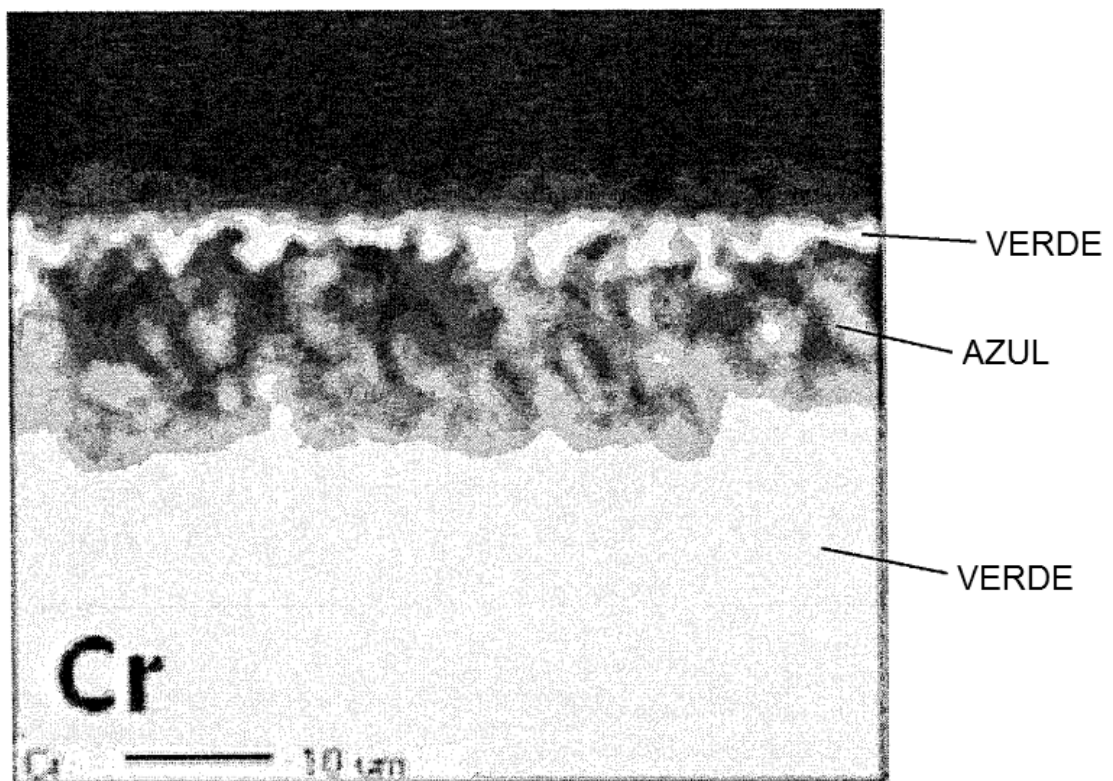
【FIG.1a】



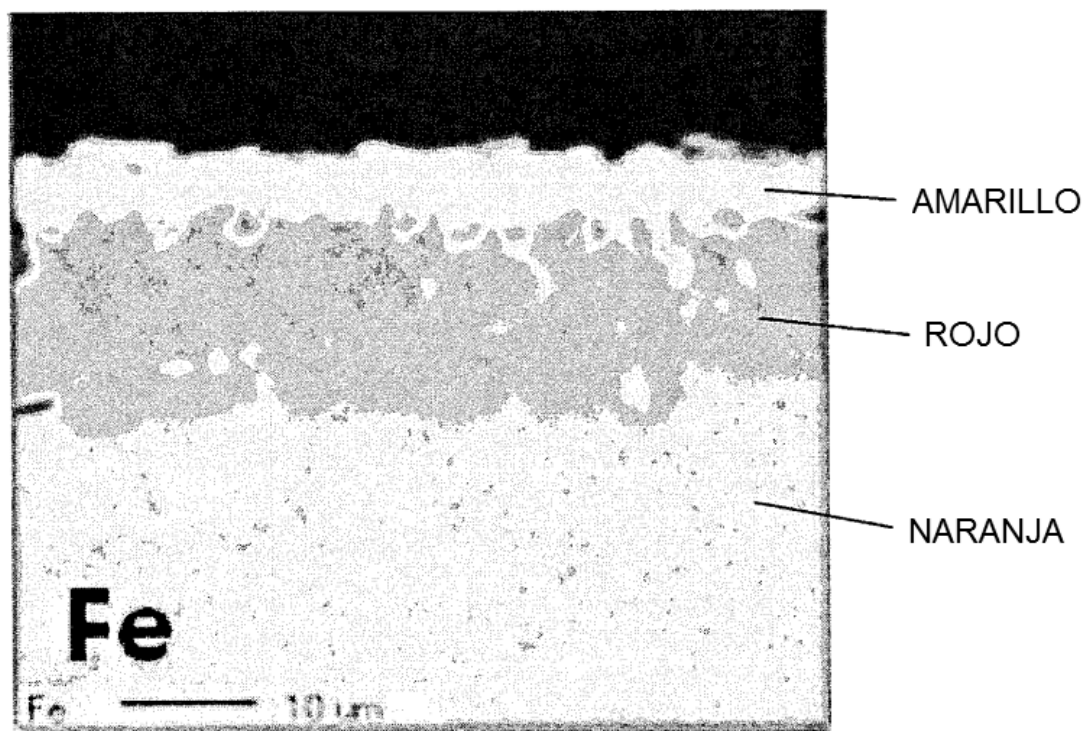
【FIG.1b】



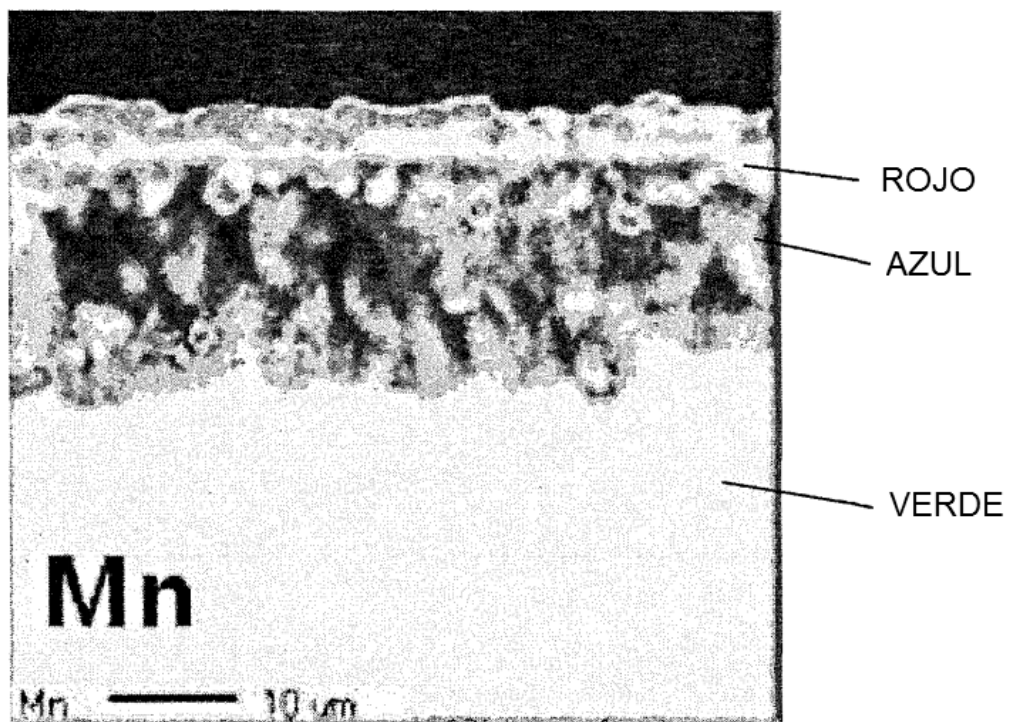
【FIG.1c】



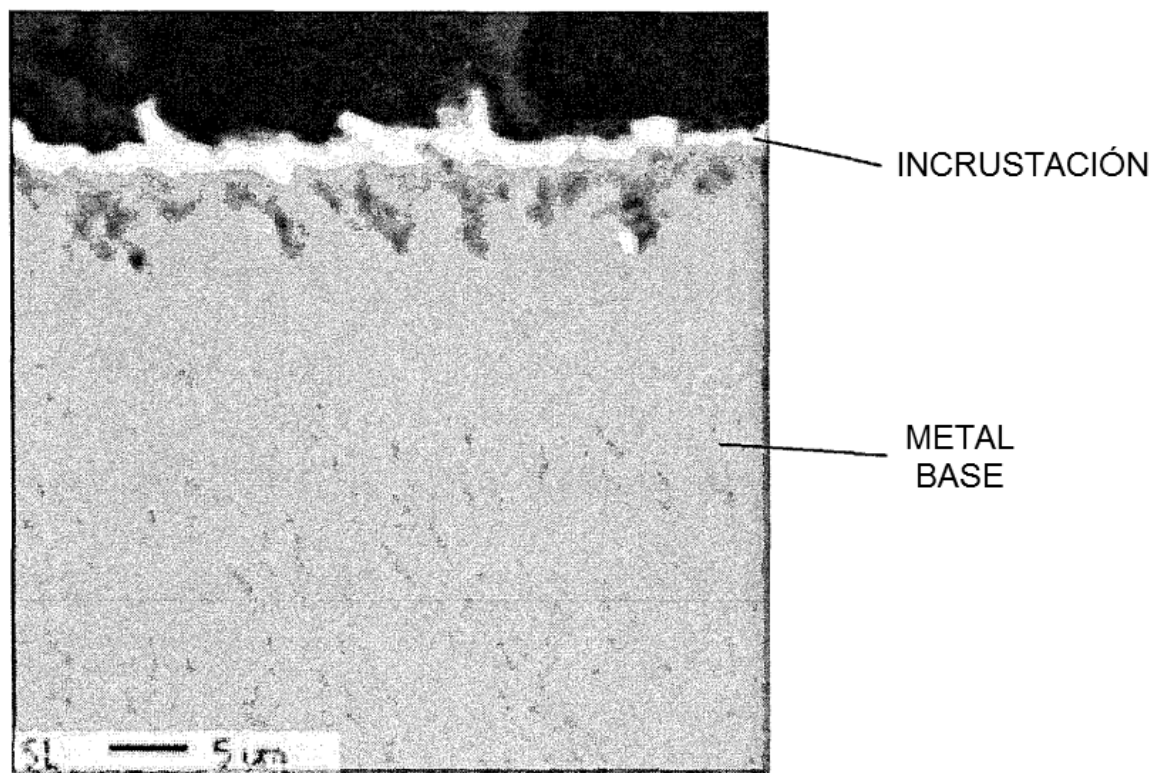
【FIG.1d】



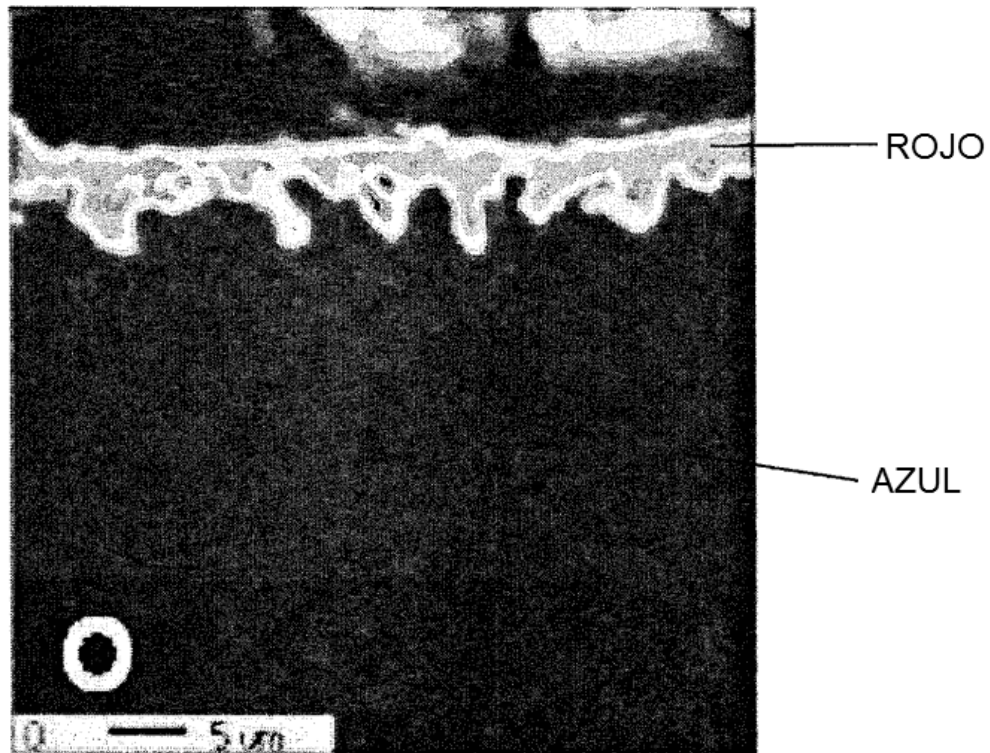
【FIG.1e】



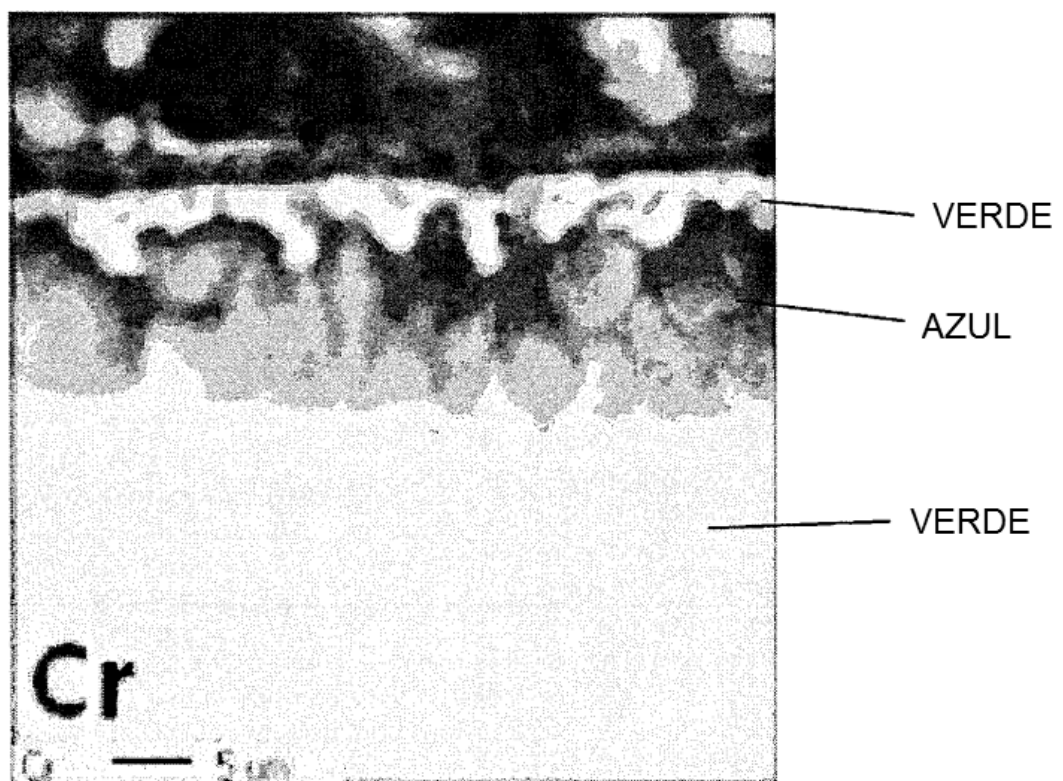
【FIG.2a】



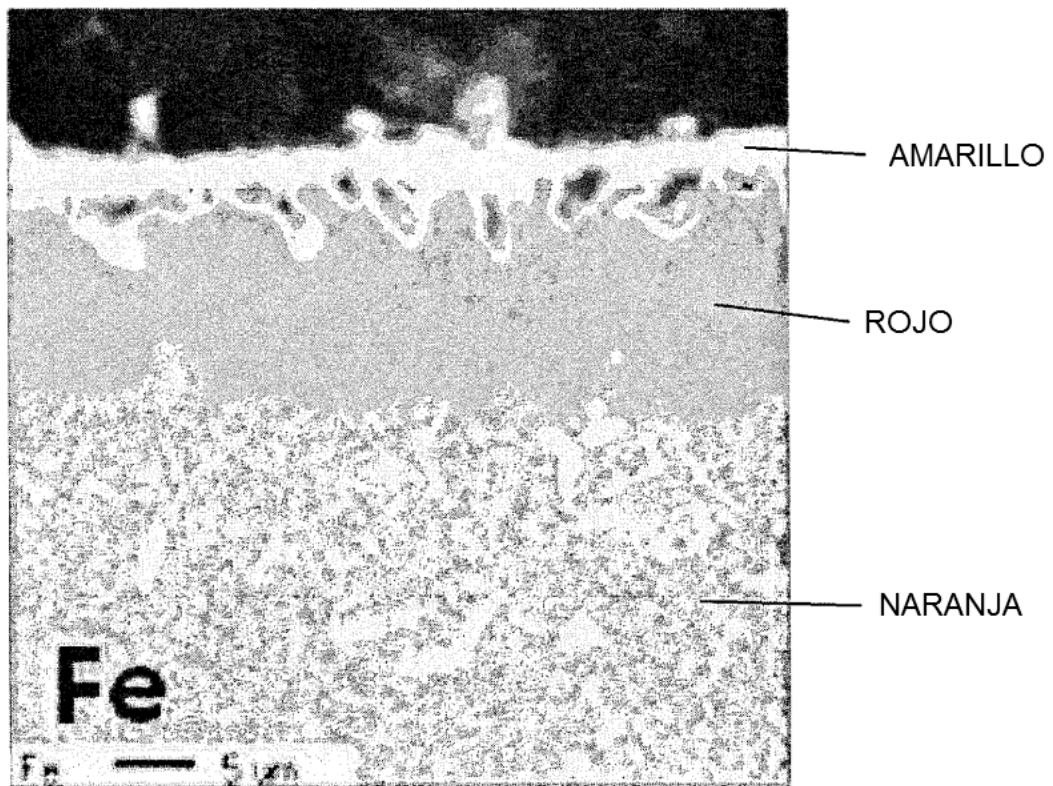
【FIG.2b】



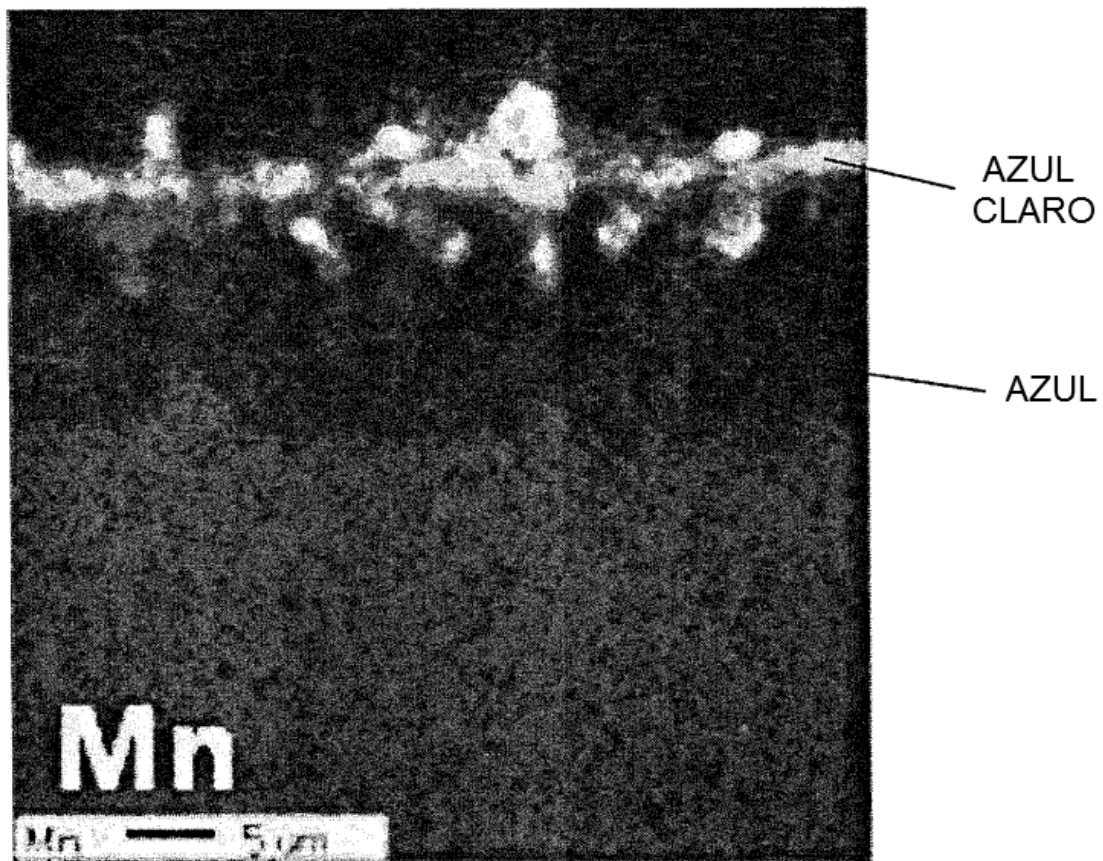
【FIG.2c】



【FIG.2d】



【FIG.2e】



【FIG.3】

