

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 011 013**

51 Int. Cl.:

C25C 7/02	(2006.01)	C22C 38/44	(2006.01)
C25C 1/08	(2006.01)		
C25C 1/12	(2006.01)		
C25C 1/20	(2006.01)		
B24C 1/06	(2006.01)		
B24C 1/10	(2006.01)		
C25C 7/08	(2006.01)		
C22C 38/00	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)		
C22C 38/42	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2016** **PCT/FI2016/050039**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016** **WO16120525**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2016** **E 16742834 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2025** **EP 3250732**

54 Título: **Método para fabricar un material de placa para un proceso electroquímico**

30 Prioridad:

27.01.2015 FI 20155057

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.04.2025

73 Titular/es:

OUTOKUMPU OYJ (100.00%)
Salmisaarenranta 11, P.O.Box 245
00180 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

MAXE, JAN-OLOF;
BAMFORTH, PETER;
PIITULAINEN, TIMO;
RANDSTRÖM, SARA;
AHRMAN, HENRIK y
JOHANSSON, LENNART

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 011 013 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

Método para fabricar un material de placa para un proceso electroquímico

- 5 La presente invención se refiere a un método para fabricar un material de placa que se usa en el proceso electroquímico del metal, tal como la electrorrefinación o la extracción electrolítica.

En el sector hidrometalúrgico, la rugosidad de la superficie de un material de placa catódica es un parámetro importante para la adhesión de metales chapados electroquímicamente. Las experiencias del sector han mostrado que la superficie debe ser lo suficientemente rugosa para garantizar la adhesión y evitar el predescortezado del metal chapado, pero, por otro lado, no demasiado rugosa, a fin de evitar que la fuerza de adhesión sea demasiado alta, lo que dificultaría mucho la extracción del metal chapado o dañaría las placas durante el proceso de decapado. En el sector del cobre, se han utilizado aceros inoxidables como placas catódicas tanto para la electrorrefinación como para la extracción electrolítica. La calidad de acero inoxidable preferida para las placas catódicas ha sido la calidad EN 1.4404 (316L/UNS S31603) con una superficie laminada en frío 2B. Esta calidad de acero inoxidable suele contener entre un 10 y un 13 %, en peso, de níquel, que es un componente caro. Por eso, el sector del cobre no solo busca alternativas más rentables, como usar aceros inoxidables dúplex como placas catódicas, sino también procesos más económicos para fabricar una placa catódica.

Un paso del proceso electroquímico es uno de los pasos finales en el procesamiento de, por ejemplo, cobre metálico. En la electrorrefinación, los ánodos y cátodos de cobre se colocan en una solución electrolítica que contiene sulfato de cobre y ácido sulfúrico. Se hace pasar una corriente eléctrica a través de la solución, lo que hace que el cobre del ánodo cargado positivamente se deposite sobre el cátodo cargado negativamente. La extracción electrolítica del cobre se realiza mediante un proceso similar, pero el cobre se retira de la solución, en lugar del ánodo, y se deposita en el cátodo. Cuando se ha depositado una cantidad adecuada de cobre sobre el cátodo, el cátodo se retira de la solución y se “descortiza” para eliminar el depósito de cobre de la superficie de la placa catódica.

La patente estadounidense 7.807.029 se refiere a una placa catódica permanente de acero inoxidable, estando el cátodo compuesto por un acero dúplex con bajo contenido de níquel o un acero “304” de calidad inferior, en la que al menos una de las superficies del cátodo tiene una rugosidad superficial para producir la adhesión necesaria para posibilitar la adherencia operativa. La adhesión no es lo suficientemente fuerte como para evitar la separación mecánica del depósito de cobre de la superficie. Sin embargo, la adhesión deseada en la patente estadounidense 7.807.029 solo se basa en las características de adhesión predeterminadas, que determinan para la superficie respectiva una rugosidad superficial R_a encuadrada en el intervalo de 0,6 a 2,5 micrómetros. No se presenta ninguna determinación específica de adhesión en la superficie, ni el método para fabricar una placa catódica.

En la publicación WO 2012/175803 se describe un cátodo permanente y un método para tratar la superficie de un cátodo permanente. En el método, los límites de grano de la superficie de la placa de cátodo permanente se tratan química o electroquímicamente para lograr las propiedades superficiales deseadas para la adhesión del metal depositado sobre la superficie y el descortezado del metal de la superficie.

Tanto la citada patente estadounidense 7.807.029 como la citada publicación WO 2012/175803 centran el tratamiento superficial en una placa catódica individual y separada para su uso como electrodo en la extracción electrolítica o la electrorrefinación. Estas referencias no describen en absoluto cómo se produce la placa catódica individual y separada.

En la publicación JP JPH05306485A se describe la propiedad de electrodeposición de una placa base de acero inoxidable para la electrólisis del cobre especificando la rugosidad de la superficie. La superficie de una lámina de acero inoxidable que se utilizará como placa base para producir una lámina de partida para la electrólisis del cobre se muele para controlar la rugosidad promedio (R_a , por sus siglas en inglés) de la línea central a 0,5-1,53 μm . En consecuencia, se mejoran las propiedades de electrodeposición y la capacidad de liberación del depósito, así como la durabilidad de la placa base.

En el documento US 4414071 A se describe un electrodo para su uso como cátodo en una celda de cloruro alcalino o una celda de electrólisis del agua que comprende una matriz eléctricamente conductora que tiene un depósito electrocatalítico que contiene metales nobles con una superficie de carga metálica muy baja, que puede prepararse mediante una técnica de deposición por desplazamiento.

En el documento WO 2008099057 A1 se describe un método de fabricación de una placa catódica que se usa en la limpieza electrolítica y la recuperación de metales, fabricándose la placa catódica al menos parcialmente con acero inoxidable y tratándose la superficie de la placa catódica en al menos una etapa, mediante la cual la placa catódica se forma cortándola a partir de un material sólido similar a una placa, de modo que, esencialmente antes de cortar la placa catódica para conformación, al menos parte de la superficie que constituye la placa catódica se somete a un tratamiento mecánico para mejorar las propiedades de adhesión de la superficie. La invención también se refiere a la placa catódica.

En el documento JP2009132973 A se describe un método para producir una lámina de acero inoxidable martensítico con una excelente capacidad de procesamiento por punzonado, con el que se puede producir la lámina de acero inoxidable martensítico, muy utilizada como materia prima para el freno de disco, y el acero con excelente capacidad de mecanizado por punzonado y, en el paso de laminación en frío durante la producción, se puede ajustar la dureza deseada.

En el documento EP 2770076 A1 se describe una invención que se refiere a un acero inoxidable dúplex económico que contiene Sn. Además, la presente invención se refiere a un acero inoxidable dúplex económico que contiene una combinación de Cu y Sn y que es excelente en cuanto a resistencia a la corrosión. En detalle, la presente invención se refiere a un acero inoxidable dúplex, una placa de acero inoxidable dúplex (un acero fundido de un acero inoxidable dúplex) y un material de acero inoxidable dúplex que pueden usarse en una unidad de desalinización de agua de mar, tanques para un barco de transporte, diversos tipos de contenedores, o similares.

En el documento CN 103526130 A se describe un método de procesamiento para el laminado directo en frío de acero inoxidable bifásico en estado fundido después del tratamiento en solución sólida, y pertenece al campo del laminado del acero y el tratamiento térmico. El método de procesamiento para una lámina laminada en frío de acero inoxidable bifásico comprende los siguientes pasos: fundir y realizar una fundición continua o una fundición moldeada para formar una pieza en bruto de fundición cuyo grosor sea de 4 a 20 mm, realizar un tratamiento de solución sólida a 1050-1150 °C, conservar la temperatura durante 4-6 min/mm, realizar un enfriamiento con agua a temperatura ambiente, luego realizar una limpieza con ácido y recocer a 1050-1150 °C durante 3 min/mm después de una pluralidad de veces de laminado en frío. La lámina laminada en frío obtenida mediante el método de procesamiento tiene una estructura uniforme, un grano pequeño y una excelente resistencia a la corrosión, y la resistencia y extensibilidad de la lámina laminada en frío son cercanas a las de una lámina laminada en frío mediante la adopción de un proceso convencional de laminado en caliente y laminado en frío; en comparación con el proceso convencional de laminado en caliente y laminado en frío, se evita el fenómeno de facilidad de agrietamiento del laminado en caliente y se aumenta el rendimiento del material. Después del tratamiento con solución sólida en estado fundido, el rendimiento del trabajo en frío de la chapa laminada en frío es bueno, la reducción general del laminado en frío alcanza el 85 % sin agrietarse, se omite el procedimiento de laminado en caliente, se reduce el coste y se mejora la eficiencia de producción.

El objeto de la presente invención es evitar algunos inconvenientes de las técnicas conocidas en este campo del conocimiento y lograr un método mejorado para fabricar un material en placa para su uso en el proceso electroquímico del metal, tal como la electrorrefinación o la extracción electrolítica. La invención se refiere a un método para fabricar un material de placa adecuado para su uso como cátodo para el procesamiento electroquímico, en el que el método es como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Conforme a la presente invención, se usa un material de placa como parte de un cátodo sobre cuya superficie se deposita un metal en el proceso electroquímico del metal, tal como la electrorrefinación o la extracción electrolítica. El material en placa se fabrica en una línea de procesamiento de bobinas, tal como una línea de proceso de laminado en frío, de modo que se logra la rugosidad superficial deseada para la adhesión entre el depósito metálico y el material en placa. La rugosidad de la superficie de la placa que se va a usar como parte de un cátodo se obtiene mediante al menos un tratamiento mecánico y/o químico en la línea de procesamiento de bobinas. Los tratamientos para la rugosidad superficial deseada pueden ser, por ejemplo, uno o más de los siguientes tratamientos: laminado, rectificado en húmedo, rectificado en seco, granallado, decapado, cepillado, laminación de ajuste o cualquier combinación de estos tratamientos.

El material de placa a tratar en la línea de procesamiento de bobinas es ventajosamente una tira hecha de acero inoxidable. Tras el tratamiento final en la línea de procesamiento de bobinas, el material de placa, un producto recibido de la línea de procesamiento de bobinas, que tiene la rugosidad superficial deseada, se mantiene con forma de placa, pero se puede tratar ventajosamente para que tenga la forma de una bobina. Como forma de placa, el material se puede cortar en las dimensiones deseadas para ser utilizado como parte de un cátodo sobre cuya superficie se deposita un metal en un proceso electroquímico. En el caso en que el material de placa tenga forma de bobina, el material de placa es esencialmente fácil de transferir a un sitio donde se lleva a cabo el proceso electroquímico del metal. El material de la placa enrollada (abobinada) se corta entonces para obtener una forma ventajosa para la operación del proceso electroquímico del metal.

La línea de procesamiento de bobinas conforme a la invención contiene ventajosamente los pasos del proceso tales como el recocido, el tratamiento químico de la superficie, el tratamiento mecánico de la superficie y la laminación en frío. El tratamiento químico de la superficie puede ser, por ejemplo, el decapado. El tratamiento mecánico puede ser, por ejemplo, el rectificado, el rectificado en húmedo o en seco, el cepillado y el granallado. La laminación en frío se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante laminación por patrón. Se puede utilizar cualquier combinación de estos pasos del proceso para tener un material de placa con la rugosidad superficial deseada. Conforme a una realización preferida de la invención, la línea de procesamiento de bobinas para el material en placa consiste en los tratamientos de prerrecocido y decapado, laminado en frío, rectificado, recocido final y decapado.

El material de placa tratado con la invención se utiliza como parte de un cátodo en un proceso electroquímico del metal, en el que el metal a depositar sobre el material de placa es, por ejemplo, cobre, níquel o plata. El proceso electroquímico puede ser, por ejemplo, electrorrefinación o extracción electrolítica.

Para lograr una rugosidad superficial deseada para una placa que se va a usar en el proceso electroquímico del metal, la adhesión en el proceso electroquímico del metal se determina midiendo la fuerza de cizallamiento requerida para separar el metal depositado entre la superficie de una placa y el metal depositado en la superficie de la placa. La fuerza de cizallamiento se mide usando una herramienta para uso en una máquina de ensayo de tracción. Una muestra hecha de un material en forma de placa como, por ejemplo, acero inoxidable, se coloca en la herramienta de manera

que la muestra se pueda mover, pero lo suficientemente apretada como para que un depósito de metal en la superficie de la muestra permanezca en la pared de la herramienta donde se fija la pieza de metal. La herramienta con la muestra se coloca luego en una máquina de ensayo de tracción para que la muestra sea presionada hacia abajo, mientras que el depósito de metal se mantiene en una posición fija. La fuerza de cizallamiento requerida para separar el depósito metálico de la muestra se mide cuando se hace descender la muestra.

La invención se describe con más detalle haciendo referencia a los dibujos siguientes, donde

La Fig. 1 muestra una realización preferida de la invención, con cobre como metal a depositar sobre el material de la placa, e ilustra la correlación entre la fuerza de cizallamiento y la rugosidad superficial R_a ,

La Fig. 2 muestra una realización preferida de la invención, con cobre como metal a depositar sobre el material de la placa, e ilustra la correlación entre la fuerza de cizallamiento y la rugosidad superficial R_a a escala industrial.

Los efectos de la rugosidad de la superficie y la composición química del material de la placa sobre la fuerza de cizallamiento entre el cobre que se va a depositar y la placa que se va a utilizar en el proceso electroquímico del cobre se determinan, por un lado, utilizando diferentes materiales de placa y, por otro lado, diferentes valores de rugosidad superficial en la superficie de la placa. Para comparar si el material de una placa en sí mismo supone una diferencia en relación a la fuerza de cizallamiento, las muestras de placa se rectifican a un valor de rugosidad superficial similar. Para la determinación de los efectos sobre la fuerza de cizallamiento causados por la rugosidad de la superficie, se obtienen diferentes rugosidades superficiales correspondientes a las muestras hechas del mismo material de placa. Además, el efecto de la alineación de las ranuras que se logra ventajosamente mediante el rectificado en la superficie de la muestra de la placa se determina logrando en la superficie tanto ranuras de rectificado que son paralelas a la longitud de la muestra como ranuras de rectificado que son esencialmente perpendiculares a la longitud de la muestra.

El depósito de cobre en la superficie de la muestra de la placa se logra en una celda electroquímica en la que un electrolito compuesto por sulfato de cobre hidratado, cloruro sódico, tiourea y ácido sulfúrico simula el electrolito a escala industrial en la electrorrefinación de cobre. En la celda electroquímica, se usa un electrodo de referencia de dicloruro de dimercuro saturado (SCE, por sus siglas en inglés) para registrar el potencial durante la operación, y una malla de platino sirve como contraelectrodo. Durante el proceso electroquímico, se burbujea aire en el electrolito para promover la agitación. El proceso electroquímico se detendrá cuando se deposite la cantidad deseada de cobre sobre la superficie de la muestra de la placa.

En la siguiente tabla 1 se muestra el contenido de los elementos principales de las composiciones químicas de los materiales de placa probados, en % en peso:

Tabla 1

	% de C	% de Mn	% de Cr	% de Ni	% de Mo	% de N	% de Cu
A	0,020	-	17,2	10,1	2,1	-	-
B	0,030	5,0	21,5	1,5	0,30	0,22	0,30
C	0,020	-	22,0	5,7	3,1	0,17	-

La aleación A representa un acero inoxidable austenítico conforme con la norma EN 1.4404 (316L/UNS S31603) que se suele usar para una placa catódica y que contiene, en % en peso, menos del 0,03 % de carbono (C), menos del 2 % de manganeso (Mn), del 16,5 al 18,5 % de cromo (Cr), del 10 al 13 % de níquel, del 2 al 2,5 % de molibdeno (Mo) y menos del 0,10 % de nitrógeno (N).

La aleación B representa un acero inoxidable ferrítico austenítico dúplex conforme con EN 1.4162 (LDX 2101/UNS32101) que suele contener, en % en peso, menos del 0,04 % de carbono (C), del 4 al 6 % de manganeso (Mn), del 21 al 22 % de cromo (Cr), del 1,35 al 1,70 % de níquel, del 0,1 al 0,8 % de molibdeno (Mo), del 0,2 al 0,25 % de nitrógeno (N) y del 0,1 al 0,8 de cobre (Cu).

La aleación C representa un acero inoxidable ferrítico austenítico dúplex conforme con EN 1.4462 (2205/UNS32205) que suele contener, en % en peso, menos del 0,03 % de carbono (C), menos del 2 % de manganeso (Mn), del 21 al 23 % de cromo (Cr), del 4,5 al 6,5 % de níquel, del 2,5 al 3,5 % de molibdeno (Mo) y del 0,10 al 0,22 % de nitrógeno (N).

Para la determinación de la correlación entre la rugosidad de la superficie y la fuerza de cizallamiento en las aleaciones A - C, se obtienen diferentes valores de rugosidad de la superficie usando diferentes correas abrasivas y usando correas abrasivas que se han desgastado más o menos. Además, se consiguen diferentes rugosidades superficiales mediante rectificado en seco o rectificado en húmedo de la superficie. También se prueban las superficies granalladas y decapadas, así como un material que se somete a laminación de ajuste en una línea de procesamiento de bobinas.

Conforme a la invención, las mediciones de rugosidad superficial para los valores de rugosidad superficial R_a (promedio de rugosidad) se realizan con un medidor de rugosidad superficial en que el límite (punto de corte) se

establece en 0,8 mm y la velocidad de recorrido de la aguja en 0,5 mm/s para aquellas muestras con un valor R_a inferior a 2,26 micrómetros. Para las muestras con un valor R_a superior a 2,26 micrómetros, el punto de corte se establece en 2,5 mm y la velocidad de recorrido de la aguja en 1 mm/s.

5 Cada muestra de placa se colocó en la celda electroquímica para lograr un depósito de cobre en la superficie de cada muestra de placa. Antes de iniciar el proceso de cizallamiento, se observó que la interfaz entre el cobre depositado y la muestra revela que el cobre tiene una muy buena penetración en las características topográficas muy pequeñas de la superficie de la muestra.

10 Para medir la adhesión por fuerza de cizallamiento entre el cobre depositado y las superficies de la placa, las muestras con el cobre depositado se colocan en una herramienta para que la muestra pueda moverse, pero el cobre depositado permanece en la posición fija. Luego, la herramienta se coloca en la máquina de ensayo de tracción y la muestra de placa catódica se mueve para medir la fuerza requerida para separar el depósito de cobre de la muestra de placa.

15 Las muestras de placa con su rugosidad superficial, así como las fuerzas de cizallamiento medidas, se enumeran en la siguiente tabla 2 y en la Fig. 1 para la rugosidad superficial R_a . Además, los valores del material de referencia se enumeran en la tabla 2. En la tabla 2, el término “correa desgastada” significa una correa abrasiva que se utilizó para el tratamiento de rectificado al menos una vez antes del tratamiento real, mientras que el término “correa nueva” significa una correa abrasiva que no se usó para el tratamiento conforme con la invención antes del tratamiento real.

Tabla 2

Muestra de ensayo	Aleación	Rugosidad superficial R_a (μm)	Fuerza de cizallamiento (N)
Superficie de referencia (rectificado en seco)	A	0,36	574,8
Superficie de referencia (rectificado en seco)	B	1,87	487,5
Superficie de referencia (rectificado en seco)	B	1,2	480,6
Granallado y decapado	B	2,89	655,8
Correa desgastada - prueba 1 con rectificado en húmedo	B	0,96	262,8
Correa nueva - prueba 1 con rectificado en húmedo	B	2,24	551,5
Correa nueva - prueba 2 con rectificado en húmedo	B	1,55	407,5
Correa desgastada - final de la prueba 3 con rectificado en húmedo	B	5,15	633,3
Correa nueva - final de la prueba 3 con rectificado en húmedo	B	2,26	323,9
Correa desgastada - inicio de la prueba 3 con rectificado en húmedo	B	4,56	560,0
Correa nueva - inicio de la prueba 3 con rectificado en húmedo	B	2,18	301,0

En la tabla 2, los resultados se basan en tres ensayos en los que la rugosidad de la superficie se logra mediante rectificado en húmedo y un ensayo en el que la rugosidad de la superficie se logra mediante la combinación de granallado y decapado. Se observa que la adhesión medida por la fuerza de cizallamiento aumenta cuando aumentan los valores de rugosidad de la superficie. Se puede observar una tendencia esencialmente lineal para las superficies rectificadas en húmedo. La fuerza de cizallamiento medida entre la placa y el cobre depositado en la superficie de la placa se ajusta mediante la rugosidad de la superficie de la placa y, como se muestra en la Fig. 1, la fuerza de cizallamiento es directamente proporcional a la rugosidad de la superficie de la placa cuando la rugosidad de la superficie de la placa se logra mediante rectificado. El valor de fuerza de cizallamiento más alto se midió para la muestra, que se trató como una combinación de granallado y decapado, primero mediante granallado y luego mediante decapado. Además, también se observó en la interfaz entre el depósito de cobre y la superficie de acero inoxidable que el depósito de cobre tiene una buena penetración en las características topográficas muy pequeñas de la superficie de acero inoxidable. Por lo tanto, la rugosidad superficial R_a de 0,7 a 5,5 micrómetros, preferiblemente de 0,7 a 2,5 micrómetros, es suficiente para la adhesión deseada entre el depósito de cobre y la superficie de acero inoxidable. Por lo tanto, la fuerza de cizallamiento es de 250 a 800 N, preferiblemente de 250 a 650 N.

La conexión entre la rugosidad de la superficie y la fuerza de cizallamiento también se probó a escala industrial, y los resultados se muestran en la tabla 3 y, respectivamente, en la Fig. 2 para la aleación B.

ES 3 011 013 T3

Tabla 3

Muestra	Rugosidad superficial R_a (μm)	Fuerza de cizallamiento (N)
1	0,92	302
2	1,01	397
3	1,1	509
4	0,99	409
5	1,25	521
6	1,35	509
7	1,31	656
8	1,33	507
9	1,18	505
10	1,18	506
11	1,12	516
12	1,09	474
13	1	521
14	1,18	492
15	0,89	370
16	1,27	624

Los resultados de la prueba en la tabla 3 y en la Fig. 2 muestran que la rugosidad de la superficie y la fuerza de cizallamiento tienen una dependencia lineal entre sí. Además, los resultados de la adhesión medida por las fuerzas de cizallamiento están esencialmente en los mismos intervalos que los valores de las fuerzas de cizallamiento a escala de laboratorio.

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar un material de placa adecuado para uso como cátodo para el procesamiento electroquímico de un metal, en el que el metal se deposita sobre una superficie del cátodo durante el procesamiento electroquímico, comprendiendo dicho método los pasos de
•proporcionar una línea de procesamiento que comprende una unidad de laminado en frío y al menos una unidad de tratamiento de superficie que está separada de la unidad de laminado en frío; y
•utilizar la línea de procesamiento para laminar en frío el material de la placa y modificar la rugosidad de la superficie del material de la placa, en el que la superficie del material de placa que se ha modificado es la superficie del cátodo sobre el que se deposita el metal durante el procesamiento electroquímico, la superficie del material de placa que se ha modificado tiene una rugosidad media R_a de 0,7 a 5,5 micrómetros, y la superficie del material de placa que se ha modificado proporciona una fuerza de cizallamiento requerida para separar el metal depositado de la superficie del material de placa que se ha modificado de 250 a 800 N, y
en el que el material de la placa después de la modificación se proporciona en forma de bobina.
2. Método conforme a la reivindicación 1, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mecánicamente.
3. Método conforme a la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mediante rectificado en húmedo.
4. Método conforme a la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mediante rectificado en seco.
5. Método conforme a la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mediante granallado.
6. Método conforme a la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mediante cepillado.
7. Método conforme a la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mediante laminado en patrón.
8. Método conforme a la reivindicación 1, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue químicamente.
9. Método conforme a la reivindicación 1, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mecánica y químicamente.
10. Método conforme a la reivindicación 9, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mediante granallado y decapado.
11. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** la rugosidad de la superficie del material de la placa se consigue mediante una combinación de los tratamientos.
12. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 anteriores, **caracterizado por que** la rugosidad superficial del material de la placa según el promedio de rugosidad R_a es de 0,7 a 2,5 micrómetros.
13. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 anteriores, **caracterizado por que** la fuerza de cizallamiento del material de la placa es de 250 a 650 N.
14. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 anteriores, **caracterizado por que** el material de la placa es para el proceso electroquímico del cobre.
15. Método conforme a la reivindicación 14, **caracterizado por que** el material de la placa es para la electrorrefinación del cobre.
16. Método conforme a la reivindicación 14, **caracterizado por que** el material de la placa es para la extracción electrolítica del cobre.
17. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 anteriores, **caracterizado por que** el material de la placa es para el proceso electroquímico de la plata.

18. Método conforme a la reivindicación 17, **caracterizado por que** el material de la placa es para la electrorrefinación de la plata.
- 5 19. Método conforme a la reivindicación 17, **caracterizado por que** el material de la placa es para la extracción electrolítica de la plata.
20. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13 anteriores, **caracterizado por que** el material de la placa es para el proceso electroquímico del níquel.
- 10 21. Método conforme a la reivindicación 20, **caracterizado por que** el material de la placa es para la electrorrefinación del níquel.
- 15 22. Método conforme a la reivindicación 20, **caracterizado por que** el material de la placa es para la extracción electrolítica del níquel.
- 20 23. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el material de la placa, como producto de una línea de procesamiento de bobinas, está hecho de un acero inoxidable austenítico que contiene, en % en peso, menos del 0,03 % de carbono (C), menos del 2 % de manganeso (Mn), del 16,5 al 18,5 % de cromo (Cr), del 10 al 13 % de níquel, del 2 al 2,5 % de molibdeno (Mo) y menos del 0,10 % de nitrógeno (N).
- 25 24. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22 anteriores, **caracterizado por que** el material de la placa, como producto de una línea de procesamiento de bobinas, está hecho de un acero inoxidable ferrítico austenítico dúplex que contiene, en % en peso, menos del 0,04 % de carbono (C), del 4 al 6 % de manganeso (Mn), del 21 al 22 % de cromo (Cr), del 1,35 al 1,70 % de níquel, del 0,1 al 0,8 % de molibdeno (Mo), del 0,2 al 0,25 % de nitrógeno (N) y del 0,1 al 0,8 de cobre (Cu).
- 30 25. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22 anteriores, **caracterizado por que** el material de la placa como producto de una línea de procesamiento de bobinas está hecho de un acero inoxidable ferrítico austenítico dúplex que contiene, en % en peso, menos del 0,03 % de carbono (C), menos del 2 % de manganeso (Mn), del 21 al 23 % de cromo (Cr), del 4,5 al 6,5 % de níquel, del 2,5 al 3,5 % de molibdeno (Mo) y del 0,10 al 0,22 % de nitrógeno (N).
- 35 26. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, **caracterizado por que** el material de la placa se produce en forma de bobina.
- 40 27. Método conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 25, **caracterizado por que** el material de placa se produce en forma de placa.
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

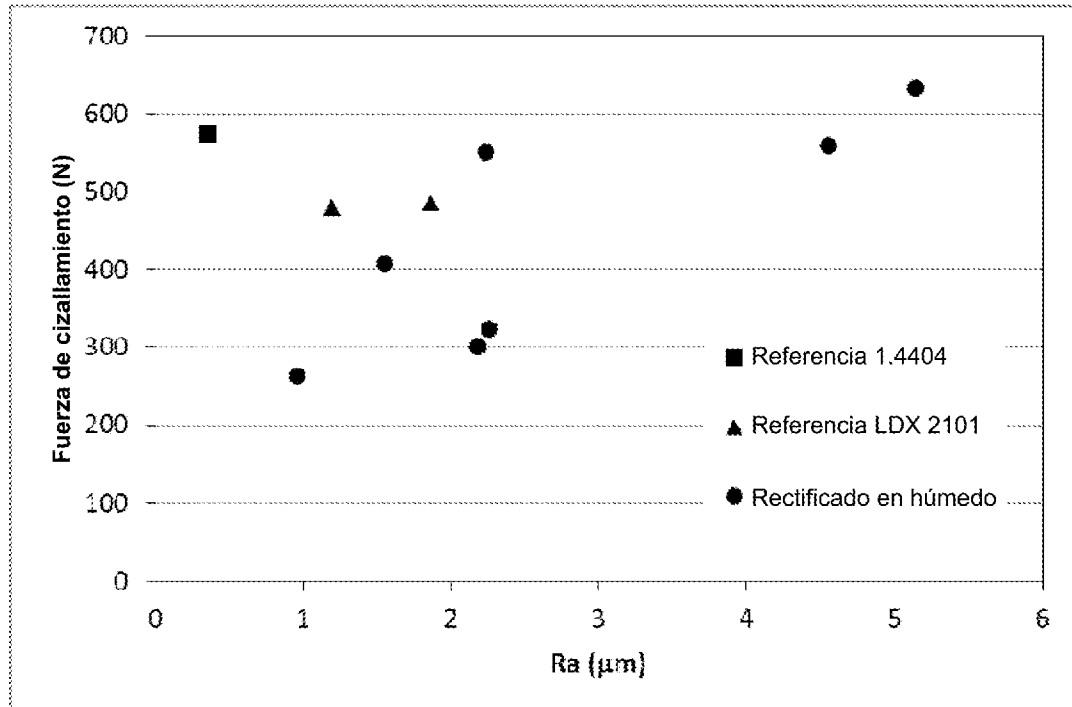


Figura 1

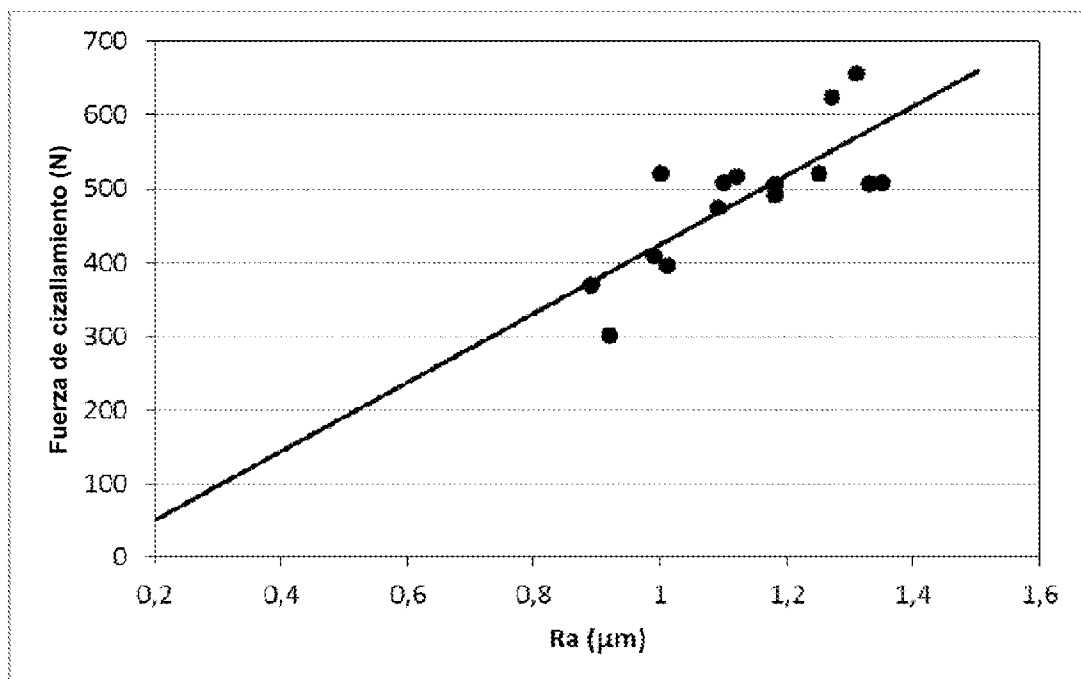


Figura 2