

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 294**

51 Int. Cl.:

C25B 11/04 (2006.01)

C25C 1/12 (2006.01)

C25C 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2006 E 06704985 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.10.2015 EP 1866461**

54 Título: **Placas electrolíticas de acero inoxidable**

30 Prioridad:

09.03.2005 AU 2005901127

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.01.2016

73 Titular/es:

**XSTRATA QUEENSLAND LIMITED (100.0%)
RIVERSIDE CENTRE, LEVEL 9, 123 EAGLE
STREET
BRISBANE, QUEENSLAND 4000, AU**

72 Inventor/es:

WEBB, WAYNE KEITH

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 557 294 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

Placas electrolíticas de acero inoxidable.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a placas electrolíticas y, en particular, a placas de cátodo sustancialmente permanentes adecuadas para utilizarse en la recuperación electrolítica de metales.

10 La invención se ha desarrollado principalmente como una placa de cátodo de acero inoxidable sustancialmente permanente adecuada para utilizarse en la extracción electrolítica de cátodos de cobre. La adherencia operativa de una electrodeposición se ve reforzada por las características de acabado superficial del cátodo; este desarrollo se describirá a continuación con referencia a esta aplicación. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a este campo de uso particular.

15 Antecedentes de la invención

La electro-refinación de cobre incluye una disolución electrolítica de cobre desde unos ánodos impuros de aproximadamente 99,7% Cu, y después un recubriendo selectivo del cobre disuelto en forma pura sobre un cátodo. Esta reacción se produce en una celda que contiene un electrolito, que es sustancialmente una mezcla de sulfato de cobre y ácido sulfúrico.

Existen diversos procesos y aparatos para la electro-refinación de metal. Para la extracción electrolítica del cobre, la mejor práctica de la industria actual se dirige a la producción y el uso de placas de cátodo de acero inoxidable "permanentes". Esta práctica se basa en gran medida en la obra original (y las patentes) de Jim Perry, y otros de Mount Isa Mines, Queensland, Australia. Dichas técnicas se conocen general en la industria como tecnología ISA PROCESS®.

La tecnología ISA PROCESS® (también ISA PROCESS 2000™) es una marca registrada de Mount Isa Mines Limited y ha sido licenciada en Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, China, Chipre, Egipto, Inglaterra, Alemania, India, Indonesia, Irán, Japón, Myanmar, México, Perú, Rusia, Sudáfrica, España, Suecia, Tailandia y EE.UU.

En este proceso, las placas madre de cátodo de acero inoxidable se sumergen en un baño electrolítico con ánodos de cobre. La aplicación de una corriente eléctrica provoca que el metal base sin refinar desde el ánodo se disuelva en el baño electrolítico y posteriormente se deposite en forma refinada en una lámina de cátodo de la placa madre. El cobre electrolíticamente depositado se separa entonces de la hoja flexionando primero la placa de cátodo para hacer que por lo menos parte del depósito de cobre se separe de la misma, y después extrayendo con una cuña o mediante gas el resto del cobre de la hoja.

Esta extracción se lleva a cabo utilizando unas hojas en forma de cuchilla o unas cuñas con borde en cuchilla insertadas entre la lámina de acero y el cobre depositado en el borde superior del cobre. Alternativamente, la extracción puede realizarse haciendo pasar automáticamente los cátodos cargados con cobre a través de una estación de martilleo en la que el cobre depositado es golpeado inteligentemente cerca de su borde superior desde ambos lados. Esto desprende el borde superior de cobre y la extracción finaliza entonces dirigiendo una o más corrientes de aire hacia el pequeño espacio que hay entre el acero y el borde superior del cobre desprendido. Sin embargo, el decapado se realiza más preferiblemente mediante el aparato de flexión desarrollado por los solicitantes y patentado a través de la patente australiana nº AU 712.612, o mediante el procedimiento asociado (patente americana nº US 4.840.710).

La placa madre del cátodo consiste generalmente en una hoja de acero inoxidable y una barra de suspensión conectada al borde superior de la hoja para sujetar y apoyar el cátodo en el baño electrolítico.

El ISA PROCESS® emplea un sistema de múltiples celdas, dispuestas en serie para formar secciones prácticas. En las celdas, los electrodos, cobre anódico y cátodos están conectados en paralelo.

Como alternativa al ISA PROCESS®, otra metodología es el uso de láminas de inicio de cobre de mayor pureza, como sustrato de cátodo sobre el cual se electrodeposita el cobre. Estas láminas de inicio se producen en celdas electrolíticas especiales mediante una electrodeposición de 24 horas de cobre sobre piezas en bruto de cobre o titanio en laminado duro.

La preparación de la lámina de inicio incluye lavado, alisado y refuerzo de la lámina. Las láminas se suspenden entonces de unas barras de suspensión de cobre enrollado mediante unos bucles conectados de tiras de cobre.

La diferencia fundamental entre el ISA PROCESS® y la tecnología de láminas de inicios convencional es que el ISA PROCESS® utiliza una pieza en bruto como cátodo reutilizable "permanente" en lugar de una lámina de inicio de cobre no reutilizable.

- 5 El elemento clave de la tecnología es el diseño propietario de la placa de cátodo ISA PROCESS®. La propia placa está fabricada en acero inoxidable "316L", soldada a una barra de suspensión de sección rectangular hueca de acero inoxidable. La barra de suspensión está encapsulada con cobre galvanizado para obtener conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión.
- 10 El acero inoxidable es un metal a base de hierro que contiene niveles muy bajos de carbono (en comparación con el acero suave) y varios niveles de cromo. El cromo se combina con el oxígeno para formar una película superficial adherente resistente a la oxidación. El acero inoxidable 316L de la placa de cátodo ISA PROCESS® tiene una composición aproximada de: <0,03% carbono, 16-18,5% cromo, 10-14% níquel, 2-3% molibdeno, <2% manganeso, <1% silicio, <0,045% fósforo, <0,03% azufre y el resto hierro.
- 15 El 316L austenítico es la calidad para cojinetes de molibdeno estándar. El molibdeno proporciona al 316L unas excelentes propiedades de resistencia a la corrosión global, en particular una mayor resistencia al picado y a la corrosión de grietas en entornos ácidos.
- 20 Sin embargo, una selección adecuada del acero no constituye, por sí misma, una garantía de éxito. Las características de adherencia superficial deseada de una placa de cátodo son que le proporciona una tenacidad de unión suficiente entre la chapa de acero y el cobre depositado sobre la misma para evitar que el cobre se desprenda o caiga del acero por sí mismo.
- 25 Para este fin, al acero inoxidable 316L se le proporcionó el acabado superficial "2B". El acabado 2B tiene un brillo intermedio o mate, siendo una superficie gris plateada semi-brillante producida por laminado en frío, suavizado y descalcificado, y después laminado final ligeramente con rodillos pulidos. El resultado es una superficie gris semi-brillante que se denomina "laminado *skinpass*" o "2B" ("B" = brillante) y tiene un índice de rugosidad superficial (R_a) entre 0,1 y 0,5 μm . El acero 2B se utiliza a menudo para equipos de procesamiento en la industria alimentaria cuando se requiere una superficie que sea fácil de mantener limpia.
- 30 La suavidad y la reflectividad de la superficie mejoran a medida que el material se lamina a tamaños cada vez más delgados. Cualquier recocido que se requiera realizar con el fin de efectuar la reducción de calibre necesaria, y el recocido final, se lleva a cabo en una atmósfera inerte muy controlada. Por lo tanto, no se produce sustancialmente ninguna oxidación o formación de escamas de la superficie y no hay necesidad de decapado y pasivado adicional.
- 35 Tal como se utiliza en el ISA PROCESS®, la hoja de acero 316L con acabado 2B tiene un grosor de 3,25 mm, la cual se suelda a una barra de suspensión de sección de acero inoxidable hueca (solicitud de patente internacional, número de publicación WO 03/062497; publicación de patente americana nº US 2005126906). Para mejorar la conductividad eléctrica, la barra de suspensión se encapsula con una gruesa capa de cobre galvanizado de 2,5 mm. Los bordes verticales (patente australiana nº AU 646.450) se marcan con unas tiras laterales de plástico (solicitud de patente internacional nº PCT/AU00/00668) para evitar que el cátodo de cobre se extienda alrededor de los bordes. El borde inferior es enmascarado con una película delgada de cera que, aunque evita que el cobre envuelva la placa, no proporciona un saliente para recoger la caída de fangos anódicos, que de otro modo contaminarían el cátodo de cobre.
- 45 Debido a que la fabricación y el cambio de láminas de inicio resulta cada vez más costoso, las refinerías que operan a través de estos medios generalmente operan dos ciclos de cátodo por ciclo de ánodo, a saber, cada uno de los cátodos de lámina de inicio se recubren generalmente con cobre metálico durante 12 a 14 días antes de retirarlos; a continuación, se inserta una segunda lámina de inicio entre los ánodos. En consecuencia, el ciclo del ánodo es generalmente del orden de 24 a 28 días. Al final del ciclo del cátodo el desecho del ánodo se retira, se lava y se devuelve a la instalación de fundición para la fusión y la refundición en ánodos para ciclos adicionales de electro-refinación.
- 50 Aunque la tecnología de cátodo ISA PROCESS® puede adaptarse a cátodos que tienen tiempos variables entre 5 y 14 días, generalmente se considera ideal un ciclo de cátodo de 7 días, ya que encaja con el horario de trabajo semanal y semanas de trabajo más cortas.
- 55 El ciclo más corto tiene numerosos beneficios para la calidad del cátodo. Cuando extrae, una única placa de cátodo produce dos láminas individuales de cobre de cátodo puro. Esta tecnología de cátodo ha dado lugar a importantes avances en los sistemas de manipulación de electrodos de depósitos de cobre. Las placas de cátodo de acero inoxidable ofrecen precisión en la rectitud y la verticalidad de la placa de cátodo de acero inoxidable en comparación con la lámina de inicio delgada alternativa. El cátodo de acero inoxidable permanente tiene menos posibilidades de
- 60

atrapar la caída de lodos y otras impurezas en el depósito del cátodo durante la electrólisis. En resumen, el uso de cátodos de acero inoxidable permanentes permite obtener eficiencias en los procesos que, de lo contrario, serían inalcanzables empleando láminas de inicio.

5 Además, el uso de una placa de cátodo de acero inoxidable mejora la eficiencia actual ya que se producen menos cortocircuitos y, por lo tanto, se forman menos nodulaciones de cobre. La calidad del cátodo también se mejoró mediante la extracción de bucles de láminas de inicio.

10 La calidad química del cátodo es muy importante con las exigencias cada vez más estrictas (superiores a calidad LME A) que se imponen a los productores de varillas de cobre por cajones de alambre fino. Estas exigencias de calidad deben comenzar necesariamente en la fuente de producción de cobre - las propias refinerías de cobre catódico.

15 A pesar de que los principales beneficios del ISA PROCESS® se han dado en las refinerías, se han obtenido beneficios secundarios tangibles para el usuario final, que obtiene un producto más consistente y de mayor calidad. La intensidad de refinación se incrementó en gran medida por los beneficios del cátodo de acero inoxidable permanente. El espacio entre electrodos entre el par ánodo/cátodo podría reducirse, aumentando de este modo el área activa para la electrólisis por unidad de longitud de celda.

20 En consecuencia, la densidad de corriente eléctrica para la electrólisis puede aumentarse, y actualmente, las refinerías de ISA PROCESS® operan a aproximadamente 330 A/m², mientras que las refinerías de lámina de inicio convencionales normalmente operan a aproximadamente 240 A/m².

25 El inventario de cobre en el proceso es una consideración importante en una operación de refinería. En combinación, las diversas eficiencias del ISA PROCESS® aludidas anteriormente pueden reducir el cobre en el proceso del orden de un 12% - un resultado enormemente significativo.

30 En WO 01/88224 A se describe un cátodo que comprende un acero inoxidable dúplex como elemento electrocatalítico y anticorrosión. En US-A-5 254 225 se describe un electrodo realizado en una aleación de acero inoxidable que incluye aceros inoxidables dúplex. En el documento "Database CA [Online] Chemical Abstracts Service, Columbus, Ohio, US; Urda-Kiel, M. et al.: "Nucleation and initial stages of growth of copper electrodeposited on anodized 304 stainless steel" se describe el uso de la placa de acero inoxidable para el depósito de cobre.

Objetivo de la invención

35 Un objetivo de la presente invención es superar o mejorar por lo menos uno de los inconvenientes de la técnica anterior, o proporcionar una alternativa útil.

40 Otro objetivo de la invención en otra forma preferida es proporcionar un procedimiento para producir una placa electrolítica de acero dúplex adecuada para la electrodeposición y adherencia de un metal sobre la misma.

Descripción de la invención

45 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se dispone una placa electrolítica de acuerdo con la reivindicación 1 que es adecuada como sustrato para la electrodeposición de un metal, comprendiendo dicha placa, por lo menos parcialmente, acero inoxidable dúplex.

50 Preferiblemente, el acero inoxidable dúplex es un acero con bajo contenido en níquel y/o bajo contenido en molibdeno respecto a un acero inoxidable 316L. Preferiblemente, el acero dúplex se caracteriza sustancialmente por una composición que incluye aproximadamente: 22-26% Cr; 4-7% Ni; 0-3% Mo; y 0,1-0,3% N. Alternativamente, el acero dúplex se caracteriza sustancialmente por una composición que incluye aproximadamente: 1,5% Ni; 21,5% Cr; 5% Mn; 0,2% N.

55 En una realización, la placa electrolítica es adecuada para utilizarse como pieza en bruto de cátodo de lámina de inicio.

60 En realizaciones, la(s) superficie(s) de la placa electrolítica se modifica(n) con el fin de impartir sobre la placa unas características de adhesión predeterminadas. El término "características de adhesión predeterminadas" debe interpretarse en el sentido de una superficie sobre la cual se busca la electrodeposición de metal, que tiene su rugosidad superficial modificada para producir la adherencia necesaria para permitir una adherencia operativa de un electrodeposito y su posterior manipulación, siendo la adherencia insuficientemente fuerte para impedir la separación mecánica del electrodeposito desde la superficie modificada.

En una realización preferida, la placa electrolítica es un cátodo y la electrodeposición es de cobre, ya sea por electro-refinación o extracción electrolítica.

5 En otra realización, un acabado superficial pulido imparte sobre la placa unas características de adhesión predeterminadas. Preferiblemente, el acabado superficial pulido es una superficie de recubrimiento a la que se ha modificado su rugosidad para producir la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa de un metal electrodepositado y una posterior manipulación del mismo insuficiente, sin embargo, para impedir la separación mecánica del metal electrodepositado desde la superficie modificada.

10 En una realización, el acabado modificado está definido por una rugosidad superficial R_a típicamente en el intervalo aproximado entre 0,6 y 2,5 μm .

En una realización particularmente preferida, el acabado pulido está definido por una rugosidad superficial R_a típicamente en el intervalo aproximado entre 0,6 y 1,2 μm .

15 Preferiblemente, el acabado pulido puede aplicarse mediante dispositivos tales como herramientas de desbarbado, amoladoras angulares, máquinas de lijado eléctricas o de accionamiento neumático, o una combinación de las mismas.

20 En otra realización, en la superficie de la placa hay formadas una o más cavidades, para impartir así sobre la placa unas características de adhesión predeterminadas.

25 En una realización, por lo menos algunas de las cavidades se extienden completamente a través de la profundidad de la placa, mientras que, en una realización alternativa, por lo menos algunas de las cavidades se extienden sólo parcialmente a través de la profundidad de la placa.

30 En otra realización, las cavidades están separadas de la línea superior de la deposición de metal electrodepositado de manera que el metal depositado encima de la cavidad más superior es relativamente fácil de extraer y el metal depositado en el nivel de la cavidad superior o por debajo de la misma es relativamente difícil de extraer.

Preferiblemente, las cavidades están situadas sustancialmente a 15 a 20 cm desde la parte superior de la placa, para facilitar así la formación de una parte metálica superior que sea relativamente fácil de extraer y una parte metálica inferior que sea relativamente difícil de extraer.

35 En una realización, el metal electrodepositado puede extraerse mediante un aparato de flexión acuñando primero entre la parte metálica superior y la placa.

40 En otra realización, en la superficie de la placa están formadas una o más partes de ranura para impartir así sobre la placa unas características de adhesión predeterminadas. Las partes de ranura puede ser sustancialmente de cualquier forma u orientación sobre la superficie de la placa, pero preferiblemente son no horizontales debido a la limitación de ranura en V junto con el hecho de que el aparato de separación extrae el metal electrodepositado de arriba a abajo.

45 En otra realización, sobre la superficie de la placa están situadas una o más partes salientes, para impartir así sobre la placa unas características de adhesión predeterminadas. Las partes salientes pueden ser sustancialmente de cualquier forma u orientación sobre la superficie de la placa. La(s) parte(s) saliente(s) sustancialmente horizontal(es), proporciona(n) una mayor adherencia operativa, con la consiguiente compensación de que puede acumularse más lodos de ánodo sobre la(s) misma(s), comprometiéndose así la pureza de la electrodeposición.

50 En otra realización, la superficie de la placa se graba, para impartir así sobre la placa unas características de adhesión predeterminadas. Preferiblemente, el grabado se realiza por medios electroquímicos.

55 En otras realizaciones, la placa incluye tecnología de esquinas recortadas y/o tecnología de ranuras en V, para facilitar así la extracción de electrodeposición de la misma.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se dispone un procedimiento de electrodeposición de un metal sobre una placa electrolítica de acuerdo con el primer aspecto y/o el segundo aspecto.

60 De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se dispone un procedimiento para producir una placa electrolítica de acero dúplex adecuado para la electrodeposición y la adhesión de metales sobre la misma, incluyendo dicho procedimiento:

- 5 modificar la superficie de una placa de acero dúplex para obtener una superficie de revestimiento con una rugosidad superficial modificada para producir la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa de un depósito de metal electrolítico y su posterior manipulación, siendo dicha adherencia lo insuficientemente fuerte como para evitar la separación mecánica de dicho metal electrodepositado desde dicha superficie modificada.
- De acuerdo con un quinto aspecto de la presente invención, se dispone una placa electrolítica de acero inoxidable dúplex cuando se forma a través de un procedimiento de acuerdo con el cuarto aspecto.
- 10 De acuerdo con un sexto aspecto de la presente invención, se dispone un procedimiento para producir una placa electrolítica de acero de calidad 304 adecuada para la electrodeposición y la adherencia de metal sobre la misma, incluyendo dicho procedimiento:
- 15 modificar la superficie de una placa de acero de calidad 304 para obtener una superficie de revestimiento con una rugosidad superficial modificada para producir la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa de un depósito de metal electrolítico y su posterior manipulación, siendo dicha adherencia lo insuficientemente fuerte como para evitar la separación mecánica de dicho metal electrodepositado desde dicha superficie modificada.
- 20 De acuerdo con un séptimo aspecto de la presente invención, se dispone placa de acero de calidad 304 cuando se forma a través de un procedimiento de acuerdo con el sexto aspecto.
- A pesar de las ventajas indicadas anteriormente, el imprevisible precio (y actualmente en rápido aumento) tanto del níquel como del molibdeno ha impuesto una creciente presión sobre el uso económico de acero inoxidable 316L como industria de placa de cátodo estándar.
- 25 La tecnología de cátodo reutilizable empleada actualmente adolece del inconveniente del prohibitivo coste de las materias primas asociadas a ésta. En consecuencia, el ámbito de uso de cátodos de reutilizables es pequeño. Sorprendentemente, se ha encontrado que la combinación de nuevos materiales y un acabado superficial gestionado pueden permitir ahorros tanto en cantidad como en coste de las materias primas utilizadas en la fabricación del cátodo. Las reducciones de coste, a su vez, pueden aumentar el ámbito del mercado del cátodo reutilizable y puede existir el potencial de extender esto a la electrodeposición de otros metales.
- 30 Existe una oportunidad para el desarrollo de una placa de cátodo "permanente" alternativa viable. Desafortunadamente, un material de este tipo no ha sido fácilmente inminente, debido por lo menos en parte a los problemas duales de disponer una placa de cátodo que simultáneamente presente:
- 35 1. Una resistencia a la corrosión suficiente en el medio $H_2SO_4/CuSO_4$ fuertemente ácido; y
- 40 2. Una adherencia de contacto operativa suficiente del depósito de cobre para permitir un transporte seguro de los electrodos chapados hasta las máquinas de tratamiento de electrodos, en el que la adhesión debe permitir una fácil separación a través de medios físicos del depósito sin daño químico o físico a la hoja del cátodo.
- 45 Por consiguiente, existe la necesidad de materiales alternativos que presenten las anteriores características, así como de producir una placa de cátodo que sea económicamente más viable. Se ha considerado el uso de aceros inoxidables austeníticos con menor contenido en níquel, al igual que el uso de aceros no austeníticos. Sin embargo, el uso de aceros dúplex de bajo contenido en níquel se consideró una placa de cátodo alternativa viable, en caso de que estuviera disponible en un acabado apropiado.
- 50 El tipo de acero inoxidable más ampliamente utilizado es el acero inoxidable 'Austenítico'. Una estructura de acero "totalmente austenítico" tiene un contenido de níquel de por lo menos un 7%, lo que le da ductilidad, una gran escala de temperaturas de trabajo, propiedades no magnéticas y una buena soldabilidad. La gama de aplicaciones del acero inoxidable austenítico incluye artículos para el hogar, recipientes, tuberías y receptáculos industriales, fachadas arquitectónicas y estructuras de construcción.
- 55 El acero inoxidable 'ferrítico' tiene propiedades similares a las de acero dulce, pero con mejor resistencia a la corrosión. El más común de estos aceros incluye entre un 12 y un 17% de cromo, utilizándose principalmente un 12% en aplicaciones estructurales y un 17% en artículos para el hogar, calderas, lavadoras y arquitectura de interiores.
- 60 El acero 'dúplex' tiene una estructura de dos fases de proporciones casi iguales de austenita y ferrita. La estructura dúplex ofrece tanto resistencia como ductilidad. Los aceros dúplex se utilizan principalmente en la industria petroquímica, del papel, la pulpa y de construcción naval. Pueden utilizarse varias combinaciones de elementos de

aleación para obtener este estado ferrítico/austenítico. La composición de los aceros dúplex más comunes se encuentra dentro de los límites: 22-26% Cr; 4- 7% Ni; 0-3% Mo; con una pequeña cantidad de nitrógeno (0,1-0,3%) para estabilizar la austenita. Un acero inoxidable dúplex comercial adecuado contiene aproximadamente un 1,5% Ni; un 21,5% Cr; un 5% Mn; y un 0,2% N.

Tal como se ha mencionado anteriormente, el conocimiento generalmente aceptado en la industria de la electro-refinación es que el acabado 2B es necesario en una placa de cátodo si se va a adherir suficientemente un metal electrodepositado a la misma. Aunque parte de la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables dúplex disponible presentan una resistencia a la corrosión consistente con los requisitos de la industria de la electro-refinación, estos materiales no están disponibles en un acabado 2B.

Dado que el acabado 2B no puede impartirse sobre acero dúplex por fabricación, se pensó una alternativa viable para imitar sus características de adhesión superficial, a saber, la producción de un acabado "similar al 2B" por pulido y/o cepillado de la superficie del acero dúplex.

Contrariamente al conocimiento aceptado que requiere un acabado 2B, los solicitantes han encontrado sorprendentemente que cuando se utiliza acero dúplex "tal cual" en una placa de cátodo para la extracción electrolítica de cobre, entonces la adhesión operativa del depósito a la placa es aceptablemente rápida como para permitir la posterior manipulación necesaria.

Sin embargo, se han desarrollado otras dos modificaciones dentro del alcance de la presente invención con el fin de ampliar la eficacia de placas de cátodo de acero dúplex.

En primer lugar, a la superficie del cátodo puede aplicarse un "bloqueo físico", tal como salientes, ranuras y/o orificios. Los salientes y/o ranuras pueden ser horizontales, verticales, diagonales o cualquier combinación de los mismos a través de una o más superficies del cátodo. Opcionalmente, el(los) saliente(s) y/o ranura(s) puede(n) disponerse sustancialmente horizontal(es) a lo ancho de la parte del pie tanto de la cara anterior como posterior del cátodo. El(los) saliente(s) y/o ranura(s) sirve(n) para evitar el "enrollado" de un depósito de cobre por electrodeposición proporcionando una superficie contra la cual un depósito sólido no pueda "deslizar" por gravedad. Sin embargo, una saliente sustancialmente horizontal adolece del problema mencionado anteriormente de proporcionar una superficie sobre la cual pueden acumularse lodos de ánodo, y una ranura sustancialmente horizontal imparte una limitación de ranuras en V sobre la superficie del cátodo.

Preferiblemente, la(s) ranura(s) está(n) dispuesta(s) sustancialmente vertical(es) sustancialmente a lo largo de la placa. Esta preferencia surge del modo de funcionamiento normal del dispositivo de extracción de flexión ISA PROCESS®, que funciona de arriba a abajo. En caso de que las ranuras se dispongan horizontales, entonces la limitación de ranuras en V resultante puede provocar que el metal electrodepositado extraído de la superficie se fracture alrededor de la ranura.

Del mismo modo, la colocación de uno o más orificios en la(s) superficie(s) de la placa de cátodo permite que el cobre recubra el interior de los orificios, proporcionando así una mejor adherencia al cátodo. El(los) orificio(s) puede(n) extenderse total o parcialmente a través de la profundidad/anchura de la placa, y preferentemente están situados a 15-20 cm desde la parte superior de la placa para permitir la deposición de una parte chapada superior por encima del orificio más superior, y una parte chapada inferior en el nivel del orificio superior y por debajo del mismo.

La parte chapada superior será relativamente fácil de extraer, ya que su adhesión a la placa no se mejora respecto a la placa no perforada. Sin embargo, la parte chapada inferior será relativamente difícil de extraer ya que la mayor adherencia operativa provocada por el recubrimiento metálico dentro de una o más cavidades mejora la adherencia operativa. Por consiguiente, el dispositivo de extracción, que funciona de arriba a abajo sobre la superficie de la placa electrolítica hace cuña entre la parte chapada superior y la propia placa para facilitar más la extracción posterior de la parte chapada inferior.

La placa queda sujeta y flexionada en la primera etapa de extracción del depósito de cobre. Preferiblemente, un depósito formado dentro de un orificio y la adherencia proporcionada por éste puede romperse con una máquina. Por lo tanto, el tamaño/número/colocación/profundidad óptimo de los orificios pueden variar de acuerdo con la escala, duración del ciclo del cátodo y el metal que se refina.

Un segundo medio para proporcionar una mejor adherencia operativa es grabar electroquímicamente la superficie del cátodo con el fin de crear una superficie grabada a la cual pueda adherirse mejor un depósito de cobre por electrodeposición. Este grabado electroquímico debe conservar, sin embargo, la verticalidad sustancial de la placa de acero inoxidable de manera que a partir de ésta todavía pueda producirse una hoja de cobre sustancialmente plana.

Una ventaja obvia de las placas de cátodo de acero dúplex se confirma en el coste. El acero dúplex es generalmente más económico que el acero 316L. Además, el acero dúplex es mucho más fuerte que el acero 316L utilizado actualmente en placas de cátodo, lo que significa que las placas de cátodo dúplex previsiblemente podrán producirse más delgadas, sin comprometer su funcionalidad esencial. Necesariamente una placa debe ser lo suficientemente fuerte como para someterse a una flexión de separación del electrodepósito desde la superficie del cátodo. Mientras que las placas de cátodo 316L tienen típicamente un grosor del orden de 3,25 mm, el acero dúplex es, en principio, lo suficientemente fuerte como para sostener una placa de cátodo de un grosor de aproximadamente 1 mm. Sin embargo, la colocación selectiva de salientes, ranuras y/u orificios sobre la(s) superficie(s) de la placa de cátodo significa que tales placas tienen un grosor preferiblemente del orden de entre 2,0 y 2,25 mm. En cualquier caso, con los precios actuales, un cátodo de acero inoxidable dúplex de 2,25 mm de grosor representa un ahorro de coste significativo adicional respecto a la placa de cátodo 316L de 3.25 mm de grosor funcionalmente equivalente. La importancia de este ahorro en términos de eficiencia económica de electro-refinerías a escala industrial no debe subestimarse.

Otro mercado para la placa de cátodo de acero inoxidable dúplex es como lámina de inicio. La tecnología de láminas de inicio se ha descrito anteriormente, y las ventajas de obtener una lámina de inicio de acero dúplex apropiada se manifiesta tanto en eficiencia de costes como de proceso.

Otro desarrollo dentro del alcance de la presente invención ha sido el uso de un acero "304" de menor calidad como placa de cátodo. El acero de calidad 304 tiene una composición típica de: <0,8% C; 17,5-20% Cr; 8-11% Ni; <2% Mn; <1% Si; 0,045% P; <0.03% S; y el resto en Fe.

La calidad 304 es el acero inoxidable más versátil y ampliamente utilizado. La estructura austenítica equilibrada del 304 permite embutirlo severamente sin recocido intermedio, lo que ha hecho que esta calidad sea dominante en la fabricación de piezas inoxidables embutidas tales como fregaderos, piezas huecas y cacerolas. La calidad 304 se forma fácilmente por doblado o enrollado en una variedad de componentes para aplicaciones en campos industriales, arquitectónicos, y de transporte. La estructura austenítica también le da al 304 una excelente tenacidad.

El acero de calidad 304 ha sufrido, sin embargo, el estigma de considerarse demasiado susceptible a la corrosión para ser eficaz como placa de cátodo. Está sujeto a picadas y a la corrosión de grietas en entornos cálidos de cloruros; se considera resistente al agua potable con cloruros de hasta aproximadamente 200 mg/L a temperatura ambiente, reduciéndose a aproximadamente 150 mg/L a 60 °C. Por estas razones, el acero de calidad 304 se ha ignorado en gran medida como potencial placa de cátodo sustancialmente permanente.

Sin embargo, el acero de calidad 304 puede producirse en un acabado 2B, y los solicitantes han encontrado sorprendentemente que las placas de cátodo con acabado 2B realizadas en acero 304 con un grosor de 3,0-3,25 mm son inesperadamente eficaces cuando se utiliza en la extracción electrolítica de cobre.

Los solicitantes han desarrollado un acabado pulido o desbarbado, adecuado para producir una adherencia operativa suficiente de un depósito de cobre por electrodeposición, y aún así permitir la separación inmediata del depósito con maquinaria de extracción de cátodo ISA PROCESS® ahora convencional.

El acero inoxidable puede "pulirse" antes o después del montaje en una configuración de cátodo. En consecuencia, el equipo utilizado en cada caso será diferente. Lo principal es utilizar una de las herramientas comerciales disponibles para desbastar o pulir metales. Éstas pueden ser herramientas, amoladoras angulares, máquinas de lijado eléctricas o de accionamiento neumático. La elección de los medios de pulido y la selección de la velocidad del dispositivo utilizado es crucial para obtener el acabado correcto de la superficie de chapado del diseño del cátodo previsto.

Otro desarrollo previsible dentro del alcance de la presente invención es la aplicación de la tecnología de cátodo de esquinas recortadas a la(s) placa(s) de cátodo(s) dúplex y/o calidad 304. La tecnología de cátodo de esquinas recortadas se describe en la solicitud de patente internacional de los solicitantes nº PCT/AU2004/000565. La periferia lateral y la periferia inferior de la hoja del cátodo terminan cerca de la respectiva inferior y lateral con partes de borde de esquina extendiéndose y conectándose entre extremos opuestos del borde inferior a los respectivos bordes laterales.

Además, se prevé que las placas de cátodo dúplex y/o calidad 304 de la presente invención puedan utilizarse en combinación con la tecnología de ranuras en V. Las partes del borde inferior y/o del borde de esquina de la placa de cátodo incluyen una ranura tal como una ranura en V para ayudar en la separación del cobre de la hoja de cátodo en dos láminas separadas.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá una realización preferida de la invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista frontal de una placa electrolítica de acuerdo con una realización de la presente invención, que muestra una pluralidad de cavidades dentro de la superficie frontal de la placa para aumentar la adherencia operativa de un electrodeposición;

La figura 2 es una vista en sección según la línea 2-2 de la figura 1, que muestra las cavidades que se extienden por toda la profundidad de la placa electrolítica;

La figura 3 es una vista frontal de una placa electrolítica de acuerdo con otra realización de la presente invención, que muestra una parte de una ranura horizontal que se extiende sustancialmente a través de la anchura de la placa;

La figura 4 es una vista en sección según la línea 4-4 de la figura 3, que muestra la profundidad relativa a la que puede formarse la parte de la ranura;

La figura 5 es una vista frontal de una placa electrolítica de acuerdo con otra realización de la presente invención, que muestra una parte saliente horizontal que se extiende sustancialmente a través de la anchura de la parte del pie de la placa;

La figura 6 es una vista lateral de la placa electrolítica mostrada en la figura 5, que muestra la parte saliente que se extiende tanto a la cara delantera como trasera de la placa;

La figura 7 es una vista frontal de una realización particularmente preferida de la presente invención, que incorpora la realización mostrada en las figuras 1 y 2 con tecnología de esquinas recortadas;

La figura 8 es una vista lateral ampliada de la parte de pie de otra realización particularmente preferida de la presente invención, que incorpora tecnología de ranuras en V; y

La figura 9 es una fotografía de una placa de ensayo fabricada de acuerdo con la presente invención.

Realización preferida de la invención

Haciendo referencia a los dibujos, la placa electrolítica 1 adecuada como sustrato para la electrodeposición de un metal 2 se compone de acero inoxidable dúplex o acero de calidad 304.

Si se requiere una placa electrolítica de acero inoxidable dúplex, el acero adecuado es un acero con bajo contenido en níquel y/o bajo contenido en molibdeno respecto a un acero inoxidable 316L y la placa es adecuada para utilizarse como pieza en bruto de cátodo de lámina de inicio.

Si se requiere una placa electrolítica de acero de calidad 304, la placa es sustancialmente permanente y/o reutilizable. En una realización particularmente preferida, el acero de calidad 304 se prepara con un acabado 2B.

Si el acero dúplex o bien de calidad 304 es suficiente, la(s) superficie(s) de la placa electrolítica 1 se modifica(n) con el fin de impartir sobre la placa unas "características de adhesión predeterminadas". Este término debe entenderse en el sentido de que se ha modificado la rugosidad superficial de la superficie 3 de la placa electrolítica 1 sobre la cual se busca la electrodeposición del metal 2 para producir la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa del metal electrodepositado 2 y la posterior manipulación del mismo, siendo la adherencia insuficientemente fuerte para evitar la separación mecánica de la electrodeposición 2 desde la superficie modificada 3.

En una realización particularmente preferida, la placa electrolítica 1 es un cátodo y el metal electrodepositado 2 es cobre por electrodeposición.

Un medio de impartir las buscadas características de adhesión predeterminadas al cátodo 1 es por medio de un acabado superficial pulido. El acabado superficial pulido es una superficie chapada 3 a la que se ha modificado su rugosidad superficial para producir la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa del depósito de cobre por electrodeposición 2 y la posterior manipulación del mismo y, sin embargo, insuficiente para impedir la separación mecánica del cobre por electrodeposición desde la superficie modificada 3. El acabado pulido está definido por una rugosidad superficial R_a típicamente en el intervalo aproximado entre 0,6 y 2,5 μm , y más preferiblemente en el intervalo aproximado entre 0,6 y 1,2 μm . El acabado pulido puede aplicarse mediante dispositivos tales como herramientas de desbarbado, amoladoras angulares, máquinas de lijado eléctricas o de accionamiento neumático, o una combinación de las mismas.

Haciendo referencia específicamente a las figuras 1 y 2 de los dibujos adjuntos, que definen otra realización preferida, en la superficie 3 de la placa 1 se forman una o más cavidades 4, para impartir de este modo las características de adhesión predeterminadas sobre la placa. Las dimensiones y características físicas de estas cavidades se seleccionan de manera que se evite un puente o unión entre las dos partes con eficacia.

Las cavidades pueden extenderse completamente a través de la profundidad de la placa (figura 2), o sólo parcialmente a través de la profundidad de la placa. Las cavidades 4 están separadas de la línea de deposición superior 5 del metal electrodepositado 2 de manera que el metal depositado encima de la cavidad más superior 4 es relativamente fácil de extraer y el metal depositado en el nivel de dicha cavidad superior o por debajo de la misma es relativamente difícil de extraer. Las cavidades 4 se encuentran sustancialmente a 15 a 20 cm de la parte superior 6 de la placa 1, para facilitar así la formación de una parte de metal superior que se extraiga de una manera relativamente fácil 7 y una parte metálica inferior que se extraiga de una manera relativamente difícil 8. El metal electrodepositado 2 es extraíble mediante un aparato de flexión 9 haciendo cuña primero entre la parte metálica superior 7 y la superficie chapada 3.

Haciendo referencia específicamente a las figuras 3 y 4 de los dibujos adjuntos, que definen otra realización preferida, en la superficie 3 de la placa 1 hay formada una o más partes de ranura 10, impartiendo de este modo las características de adhesión predeterminadas sobre la placa. Las partes de ranura pueden ser sustancialmente de cualquier forma u orientación sobre la superficie de dicha placa. Sin embargo, una parte de ranura sustancialmente horizontal imparte una limitación inherente de ranuras en V sobre la superficie chapada 3.

Haciendo referencia específicamente a las figuras 5 y 6 de los dibujos adjuntos, que definen todavía otra realización preferida, en la superficie 3 de la placa 1 hay formadas una o más partes salientes 11, para impartir así las características de adhesión predeterminadas sobre la placa. Las partes salientes pueden ser sustancialmente de cualquier forma u orientación sobre la superficie de la placa.

Todavía en otra realización preferida, las características de adhesión predeterminadas se imparten en la superficie de la placa 3 por grabado electroquímico.

Haciendo referencia específicamente a la figura 7, que define todavía otra realización preferida, la placa electrolítica 1 puede incorporar tecnología de esquinas recortadas 12.

Haciendo referencia específicamente a la figura 8, que define todavía otra realización preferida, la placa electrolítica 1 puede incorporar tecnología de ranuras en V 13.

En funcionamiento, se evita que el cobre por electrodeposición 2 depositado sobre el cátodo 1 se desacople de la placa por una o más de la(s) modificación(es) superficial(es) de acuerdo con una o más realizaciones de la invención, tal como se ha descrito anteriormente.

Se dispone también un procedimiento para producir una placa electrolítica de acero 1 de acero inoxidable dúplex o de calidad 304 adecuado para la electrodeposición y la adhesión de metal 2 sobre la misma, incluyendo el procedimiento modificar la superficie 3 de la placa 1 para obtener una superficie chapada 3 con una rugosidad superficial modificada para producir la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa de un depósito de metal electrolítico 2 y su posterior manipulación, siendo la adherencia insuficientemente fuerte como para evitar la separación mecánica del metal electrodepositado 2 desde la superficie modificada 3.

Se apreciará que la invención ilustrada proporciona una placa de cátodo de acero inoxidable dúplex sustancialmente permanente adecuada para utilizarse en electro-refinación y/o electrodeposición de cátodos de cobre.

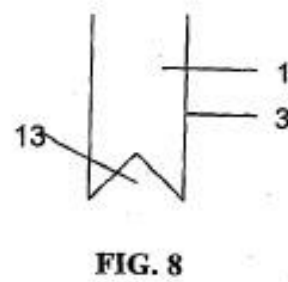
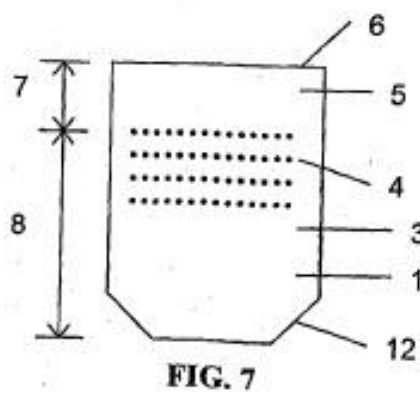
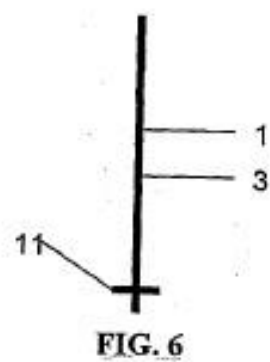
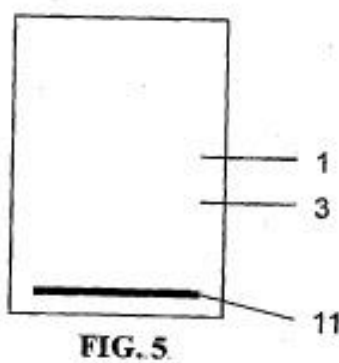
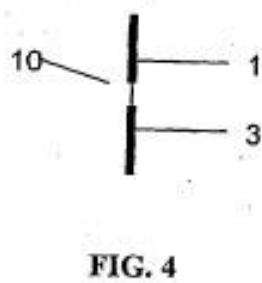
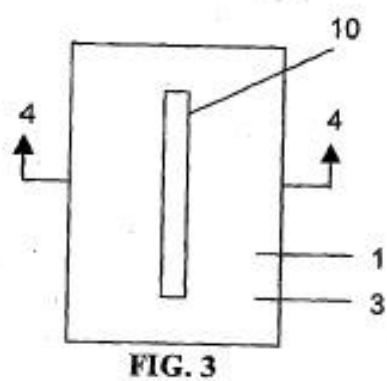
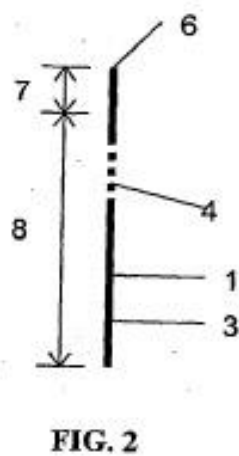
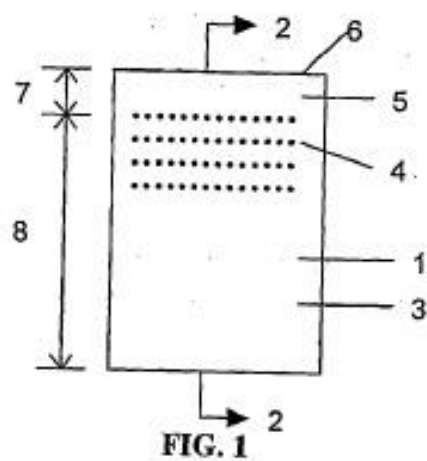
Aunque la invención se ha descrito con referencia a un ejemplo específico, los expertos en la materia apreciarán que la invención puede realizarse de muchas otras formas.

REIVINDICACIONES

1. Placa electrolítica (1) adecuada como sustrato para la electrodeposición de un metal (2), estando compuesta dicha placa (1) por lo menos parcialmente de acero inoxidable dúplex, presentando dicha placa por lo menos una superficie (3) para electrodeposición de dicho metal (2) sobre la misma con un acabado superficial modificado, presentando dicha superficie (3) una rugosidad superficial para producir la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa de un electrodepósito y su manipulación posterior, siendo dicha adherencia insuficientemente fuerte para impedir la separación mecánica de dicho electrodepósito desde la superficie (3), en la que dicho acabado modificado está definido por una rugosidad superficial R_a típicamente en el intervalo entre 0,6 y 2,5 μm .
2. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicho acero inoxidable dúplex es un acero con bajo contenido en níquel y/o bajo contenido en molibdeno respecto al acero inoxidable 316L.
3. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que dicho acero dúplex se caracteriza sustancialmente por una composición que comprende aproximadamente: 22-26% Cr; 4,7% Ni; 0-3% Mo; y 0,1-0,3% N.
4. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que dicho acero dúplex se caracteriza sustancialmente por una composición que comprende aproximadamente: 1,5% Ni; 21,5% Cr; 5% Mn; 0,2% N.
5. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa (1) es adecuada para utilizarse como pieza en bruto de cátodo de lámina de inicio en blanco.
6. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa electrolítica (1) es un cátodo y dicha electrodeposición es de cobre, por electro-refinación o bien por electrodeposición.
7. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que dicha rugosidad superficial R_a es típicamente en el intervalo aproximado entre 0,6 y 1,2 μm .
8. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha rugosidad superficial se aplica mediante dispositivos tales como herramienta de desbarbado, amoladora angular, máquina de lijado eléctrica/de accionamiento neumático, o una combinación de las mismas.
9. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que en la superficie (3) de dicha placa (1) hay formada una o más cavidades (4) para impartir así sobre dicha placa (1) la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa de un electrodepósito y su posterior manipulación, siendo la adherencia insuficientemente fuerte para impedir la separación mecánica de dicho electrodepósito desde la superficie (3).
10. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que algunas de dichas cavidades (4) se extienden completamente a través de la profundidad de dicha placa (1).
11. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que algunas de dichas cavidades (4) se extienden sólo parcialmente a través de la profundidad de dicha placa (1).
12. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en la que dichas cavidades (4) quedan separadas de la línea de deposición superior de dicho metal electrodepositado (2) de manera que el metal depositado (2) encima de dicha cavidad más superior (4) es relativamente fácil de extraer y el metal depositado (2) en el nivel de dicha más superior (4) o por debajo del mismo es relativamente difícil de extraer.
13. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en la caracterizada por el hecho de que dichas cavidades (4) se encuentran situadas entre 15 y 20 cm desde la parte superior de dicha placa (1) para facilitar así la formación de una parte metálica superior (7) que sea relativamente fácil de extraer y una parte metálica inferior (8) que sea relativamente difícil de extraer.
14. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 13, en la que dicho metal electrodepositado (2) puede extraerse mediante un aparato de flexión haciendo cuña primero entre dicha parte metálica superior (7) y dicha placa (1).
15. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que en la superficie (3) de la placa (1) hay formadas una o más partes de ranura para impartir así sobre dicha placa (1) las características

de adhesión necesarias para permitir una adherencia operativa de un electrodepósito y su posterior manipulación, siendo la adherencia insuficientemente fuerte para impedir la separación mecánica de dicho electrodepósito desde la superficie (3).

- 5 16. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 15, en la que dichas partes de ranura pueden ser sustancialmente de cualquier forma u orientación sobre la superficie (3) de dicha placa (1).
- 10 17. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que sobre la superficie (3) de la placa (1) hay formadas una o más partes salientes, para impartir así sobre dicha placa (1) las características de adhesión necesarias para permitir una adherencia operativa de un electrodepósito y su posterior manipulación, siendo la adherencia insuficientemente fuerte para impedir la separación mecánica de dicho electrodepósito desde la superficie (3).
- 15 18. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 17, en la que dichas partes salientes pueden ser sustancialmente de cualquier forma u orientación sobre la superficie (3) de dicha placa (1).
- 20 19. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la superficie (3) de la placa (4) se graba, para impartir así sobre dicha placa (1) la adhesión necesaria para permitir una adherencia operativa de un electrodepósito y su posterior manipulación, siendo la adherencia insuficientemente fuerte para impedir la separación mecánica de dicho electrodepósito desde la superficie (3).
- 25 20. Placa electrolítica (1) de acuerdo con la reivindicación 19, en la que dicho grabado se realiza por medios electroquímicos.
- 30 21. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa (1) incluye tecnología de esquinas recortadas.
22. Placa electrolítica (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa (1) incluye tecnología de ranuras en V.



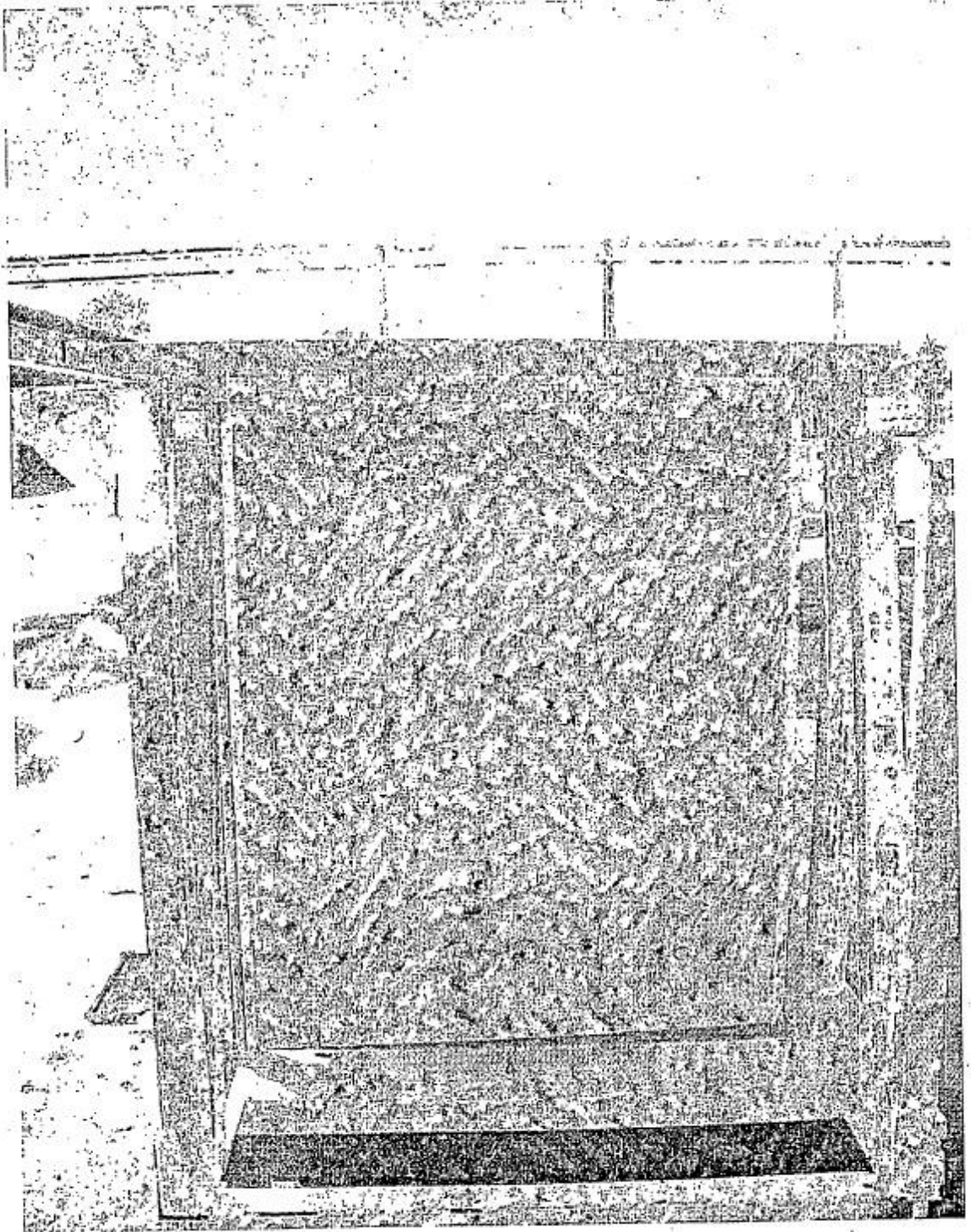


FIG. 9