

SISTEMA ELECTROQUÍMICO PARA ELECTRODEPOSITAR METALES A PARTIR DE UN CAMPO MAGNÉTICO INDUCIDO

CAMPO DE LA INVENCION

5

[001] La presente invención se ubica en el sector de materiales, principalmente en el área de recubrimientos homogéneos de placas metálicas por ambas caras con metales para su posterior aplicación en procesos de catálisis en reacciones de oxidación de materia orgánica, por ejemplo, para el tratamiento de
10 aguas residuales. También puede ser aplicado para mejorar propiedades físicas de otros materiales que no necesariamente son metálicos por ejemplo el carbón, grafeno, etc.

RESUMEN DE LA INVENCION

15

[002] La invención está dirigida a un sistema o dispositivo y un nuevo proceso de electrodeposición que aplica la agitación magnética producida por un campo magnético inducido por una bobina, en donde el campo magnético generado por una bobina es perpendicular al movimiento de los cationes en el seno de la
20 solución, este se acopla con el campo eléctrico que se genera entre el ánodo y el cátodo con el subsiguiente transporte de cationes hacia las superficies catódicas de manera regular y homogénea produciendo películas resistentes a la corrosión y con distribuciones homogéneas, en donde, además, el sistema o dispositivo de la invención no requiere de la aplicación de potenciostatos.

25

ESTADO DE LA TÉCNICA

[003] Convencionalmente en los procesos de electrodeposición, la homogeneidad y la consistencia de la película que se forma dependen del transporte
30 de carga en el seno de la disolución, pues de ello depende la efectividad de la reducción de los cationes en las superficies de interés, se conocen tres formas de transporte: La difusión, la migración y la convección, de los cuales el transporte por

convención y migración son de interés en este proceso, a su vez, sincronizar estos procesos con el proceso redox en la superficie de los electrodos son temas de investigación, para agitar la disolución con los cationes (convección) normalmente se aplican sistema mecánicos como por ejemplo el sistema de agitación con plancha de calefacción. Estos sistemas de agitación mecánica no proporcionan una agitación regular y homogénea con lo cual se genera entonces distribuciones de electrodepósitos poco uniformes ya que los factores eléctricos del sistema pueden variar. En ocasiones para solucionar este problema, se utiliza un potencióstato que regula el potencial y permite fluir la corriente por el sistema para realizar el proceso electroquímico.

[004] En este sentido, se conoce la patente JPS5534607 que reporta un método de colección y retirar metales a partir de una solución de cromato por medio de electrolisis de diafragma en donde la solución de cromato se encuentra a una temperatura de 35°C o menos y un pH bastante ácido (2 o menos) en un tanque de una celda electrolítica que comprende un tanque de solución de cromato, una primera cámara de ánodo y una segunda cámara de ánodo unidas a través de una tubería para oxidar el Cr^{+3} no oxidado hasta Cr^{+6} , luego se pasan a una cámara de cátodo y las impurezas metálicas tales como Fe y Zn entre otros se depositan sobre el cátodo y posteriormente son separados.

[005] También se conoce la patente de invención caduca GB539006 en donde se reporta la separación de metales a partir de materiales metálicos de desecho tal como cobre, plomo, estaño, zinc, hierro, níquel, antimonio, plata y la recuperación electrolítica de peróxidos de cobre y plomo. Este documento revela celdas electrolíticas en donde los ánodos y los cátodos son placas planas convencionales conectadas a corriente eléctrica.

[006] De otra parte, se conoce la patente JPH02109308 relacionada con un molde formado a partir de polvo magnético y una resina sintética, en donde el molde se sumerge en un recubrimiento soluble en agua y se suministra corriente continua entre el molde y su contra-electrodo, en donde el molde puede actuar como ánodo o como cátodo, luego de la electrodeposición, se somete el molde a calentamiento a fin de lograr una capa de resina sobre la superficie del molde con resistencia y homogeneidad.

5 **[007]** Como se puede notar, estos sistemas convencionales utilizan procesos que involucran por lo general agitación mecánica con accesorios adicionales como planchas de calefacción, pero no proporcionan una agitación regular y homogénea con lo cual se obtienen electrodepósitos poco uniformes toda vez que los factores eléctricos del sistema pueden variar, razón por la cual se incluye potenciostatos que regulan el potencial eléctrico.

10 **[008]** El sistema propuesto en la presente invención comprende una bobina, regula y homogeniza la agitación de cationes garantizando electrodeposiciones con distribuciones uniformes y homogéneas, aplicando un campo magnético inducido perpendicularmente al campo eléctrico que se aplica entre los electrodos, esta configuración permite que las cargas se muevan de manera circular en el mismo sentido en que fluyen los electrones en la bobina y a su vez, se crea un movimiento de cationes desde la bobina hacia el cátodo lográndose de esta manera, unos gradientes de concentración homogéneos, lo cual mejora los proceso de transporte de carga en el seno de la solución. Por tanto, la presente invención hace un aporte importante al estado del arte relacionado con la electrodeposición mediante la aplicación de la agitación magnética producida por un campo magnético inducido de cationes, en donde el campo magnético vertical generado por una bobina ayuda a la agitación, gracias a que el campo magnético se acopla con el campo eléctrico que se genera entre el ánodo y el cátodo, permitiendo el transporte de cationes hasta las superficies catódicas de una manera regular y homogénea, produciendo películas resistentes a la corrosión y con distribuciones homogéneas sin aplicar o incluir potenciostatos.

25 **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS**

[009] La figura 1 muestra una vista frontal de una configuración posible del sistema de acuerdo con la presente invención en donde se puede visualizar de manera esquemática el campo magnético acoplado al campo eléctrico.

30 **[010]** La figura 2 ilustra una vista superior o inferior de una posible configuración del sistema de acuerdo con la presente invención en donde se puede

visualizar de manera esquemática la disposición de los elementos y los gradientes de cargas en el sistema.

[011] La figura 3 muestra una vista en corte longitudinal de la configuración de la figura 2 en donde también se muestra el gradiente de cargas en el sistema.

5 [012] La figura 4 enseña la forma en que la bobina puede estar alrededor del sistema conteniendo a su vez el ánodo y el cátodo del sistema.

[013] La figura 5 enseña de manera esquemática la forma en que se realiza el movimiento de cationes producidos por los campos eléctrico y magnéticos en el sistema de acuerdo con la presente invención.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[014] La presente invención se encuentra dirigida a un sistema (A) el cual comprende un recipiente cilíndrico (1) el cual tiene en la cara externa de sus paredes un embobinado (2), en donde el embobinado (2) se realiza a una altura y con una cantidad de vueltas suficientes para generar un campo magnético verticalmente uniforme, en donde dicho campo magnético (3) generado por la bobina (1) es similar al que genera un solenoide y presenta la trayectoria mostrada en la figura 1 según la Ley de Ampere. El campo magnético (3) del embobinado (2) se concentra en su centro en un campo relativamente uniforme; teniendo en cuenta que el campo magnético (3) en el interior es intenso y en su exterior despreciable, se puede utilizar la Ley de Ampere para estimar el campo magnético (3) generado por el embobinado (2). Como se muestra en la figura 1, el campo eléctrico (4) se forma entre la placa (6) en donde se realiza la electrodeposición la cual cumple las funciones de cátodo y una placa (7) con forma de cilindro de acero también perforada con tamaño de poro de desde 1 mm hasta 10 mm cumple con las funciones de ánodo. De acuerdo con la presente invención, la distancia desde los extremos de la placa (6) (cátodo) a la placa (7) (ánodo) es desde 0.5 cm hasta 100 cm, de preferencia desde 0.5 cm hasta 10 cm, más de preferencia desde 0.5 cm hasta 5 cm. La distancia entre la placa (7) (ánodo) y la pared del cilindro (1) que soporta en su parte externa el embobinado (2) es desde 0.5 cm hasta 3 cm, de preferencia desde 1 cm hasta 2 cm.

15

20

25

30

[015] En cuanto al embobinado (2), este elemento de acuerdo con la presente invención, funciona de desde 9 a 12 Voltios con corrientes de desde 0.5 hasta 1 amperio, más de preferencia de desde 0.667 a 0.880 amperios, con lo cual se genera campos magnéticos (3) con valores de 6.64 mT hasta 8.86 mT.

5 **[016]** De acuerdo con el principio fisicoquímico que rige el sistema (A) de la presente invención, los cationes de metales por efectos del campo magnético (3), giran alrededor de la placa (6) (cátodo) y su velocidad depende de la intensidad del campo magnético (3); a su vez existe un gradiente de concentración de iones desde la placa (7) (ánodo) hacia el embobinado (2). Entre la placa (6) (cátodo) y la placa
10 (7) (ánodo) se forma el campo eléctrico (4) que atrae los cationes hacia el centro en donde está ubicada la placa (6) (cátodo), este fenómeno disminuye el proceso de polarización de los cationes alrededor de la placa (6) (cátodo) y mejora la homogeneidad del seno de la solución puesto que se forman dos regiones con alta densidad de cargas positivas: el centro del recipiente cilíndrico (1) y en las caras
15 internas de las paredes de dicho recipiente que están cerca del embobinado (2) como se ilustra de manera esquemática en las figuras 2 y 3.

[017] En una modalidad de la invención, el recipiente cilíndrico (1) puede tener cualquier dimensión y material, dependiendo de las dimensiones del material a recubrir mediante electrodeposición, por ejemplo, pero sin limitarse, desde vasos
20 de precipitado en vidrio para escala de laboratorio hasta tanques cilíndricos y cónicos en PVC y otros materiales poliméricos de grandes volúmenes por ejemplo desde etnre100 litros hasta 10.000 litros.

[018] La placa (6) sobre la cual se hace la electrodeposición y que actúa como cátodo, puede ser cualquier material conductor de la electricidad, como, por
25 ejemplo, pero sin limitarse a acero, hierro, titanio, aluminio, cobre, zinc, etc.

[019] La placa (7) que es cilíndrica que actúa como cátodo y que circunda parcial o totalmente la longitud de la placa (6), tiene preferencialmente orificios (7a) (Fig. 4) en cualquier forma de disposición, por ejemplo, y con tamaños de diámetro desde 0.1 cm hasta 100 cm dependiendo del tamaño y las dimensiones del sistema
30 completo.

[020] En relación con el embobinado (2) este corresponde a un enchaquetado que comprende un material metálico en alambre al cual se

proporciona una forma en espiral con un diámetro mayor que el diámetro del recipiente cilíndrico (1). El número de vueltas del embobinado (2) depende de las dimensiones de la placa (6) (cátodo) y la placa (7) (ánodo). Sin embargo, el número de vueltas podía variar, pero sin limitarse desde 1 hasta infinito, por ejemplo, desde
5 1 hasta 10.000 vueltas o cualquier número de vueltas que sea apropiado para el sistema de acuerdo con la presente invención

[021] De acuerdo con la modalidad mostrada en las figuras, en la figura se observa: las paredes del recipiente (1) que contiene el sistema de acuerdo con la presente invención, el cual puede ser, pero sin limitarse a vidrio, plástico, madera,
10 o cualquier otro material que pueda ser aislante y pueda contener y soportar el sistema de la invención. Adicionalmente, en la figura 1 se muestra el embobinado (2), el cual puede ser un embobinado convencional aproximadamente formado y enrollando de un alambre calibre 18 con un peso aproximado de 500 g. el calibre del cable, el peso del mismo y el número de vueltas depende del tamaño y
15 capacidad del recipiente (1). La figura 1 también muestra como es el sentido y la dirección del campo magnético (3), el cual es perpendicular al movimiento de las cargas que fluyen por el embobinado (2) y que se forma al interior del recipiente (1). Como se ilustra en la figura 1, la dirección y sentido del campo eléctrico (4) formado entre el ánodo (7) y el cátodo (6) es perpendicular al campo magnético (3) y es
20 generado por la aplicación del potencial eléctrico entre dicha placa catódica (6) donde ocurre el proceso de electrodeposición y la placa anódica (7) que se caracteriza por ser una placa perforada y que encierra el circuito del sistema de electrodeposición que se lleva a cabo con el sistema de acuerdo con la invención.

[022] Con referencia a la figura 2, como se mencionó anteriormente, la
25 misma es una representación de la vista superior del sistema de acuerdo con la invención, en donde se pueden observar las flechas circulares entre el ánodo (7) y las paredes del recipiente (1) esquematizando la agitación regular de los cationes que se mueven de acuerdo al movimiento de los electrones dentro del embobinado (2); este movimiento se transmite por flujos laminares (fenómenos de transporte de
30 carga) en todo el seno de la solución contenida en el recipiente (1). En la figura 2 también se puede observar flechas que van desde el embobinado (2) hacia el cátodo (6) las cuales indican el movimiento perpendicular al campo magnético (3)

de los cationes por influencia del campo eléctrico (4) formado entre el ánodo (7) y el cátodo (6), en donde, los cationes ubicados en la parte más externa del ánodo (7) y cerca al embobinado (2) pasan por los orificios (7a) de la placa anódica (7) la cual por interacciones fisicoquímicas repele éstas cargas que luego son aceleradas hacia el cátodo (6). En este orden de ideas, el sistema de la presente invención se caracteriza porque en él se combinan dos movimientos perpendiculares entre sí.

[023] De acuerdo con la modalidad de la invención representada en la figura 3, que corresponde a la vista longitudinal del sistema, se muestra cómo puede ser la conexión (8) entre la Placa catódica (6) y la placa anódica (7), en donde dicha conexión (8) va hacia una fuente de poder para formar el campo eléctrico, en donde las condiciones eléctricas dependen del catión a electrodepositar sobre la lámina del cátodo (6), teniendo en cuenta que la velocidad de agitación y la velocidad de transporte de carga de un ion en el seno de la solución depende de la relación masa-carga.

[024] De acuerdo con las figuras 4 y 5, se muestra la configuración del embobinado (2) y la configuración de los electrodos (6) y (7); además se representa el movimiento poco relevante de los cationes y depende de la forma como se enrolla el cable del embobinado (2). Como cualquier bobina formada por un tipo de embobinado como el embobinado (2), tiene dos extremos: donde se inicia el enrollado y donde termina. Normalmente, se inicia de abajo hacia arriba, en este caso se conecta el polo negativo de la fuente que alimenta el embobinado (2) en el extremo inferior y el polo positivo en el extremo superior; teniendo así un efecto despreciable dado que el embobinado (2) tiene varias capas, unas son enrolladas de arriba hacia abajo en el recipiente (1) y otras de abajo hacia arriba y por lo tanto, las primeras tienen la tendencia de llevar los cationes hacia abajo del recipiente (1) pero las segundas hacia la parte superior del recipiente (1), unas realizan este fenómeno, pero otras realizan el fenómeno contrario.