

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 634 658**

51 Int. Cl.:

C25C 7/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.05.2014 PCT/FI2014/050413**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2014 WO14195572**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2014 E 14734523 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 3004428**

54 Título: **Aparato para la protección de ánodos y cátodos en un sistema de celdas de electrólisis**

30 Prioridad:

05.06.2013 FI 20135626

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

28.09.2017

73 Titular/es:

**OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**GRANT, DUNCAN;
BARKER, MICHAEL H.;
VIRTANEN, HENRI K.;
SCHMACHTEL, SÖNKE;
RANTALA, ARI y
NORDLUND, LAURI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 634 658 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

Aparato para la protección de ánodos y cátodos en un sistema de celdas de electrólisis

Campo de la invención

5 La invención se refiere al tratamiento electrolítico de metales. Ejemplos de recuperación electrolítica de metales son el refinado electrolítico y la deposición electrolítica. La invención se refiere a un aparato para la protección de ánodos y cátodos en un sistema de celdas de electrólisis según las reivindicaciones.

Antecedentes de la invención

10 En el refinado electrolítico (RE) y la deposición electrolítica (DE) los electrodos se sumergen en un electrolito y se pasa una corriente eléctrica entre ellos. El ánodo se hace positivo y el cátodo se hace negativo de manera que una corriente eléctrica pasa a través del electrolito del ánodo al cátodo.

15 En el refinado electrolítico (RE), el ánodo del metal es soluble. Es decir que el metal entra en el electrolito bajo la influencia del potencial entre el ánodo y el cátodo. Por ejemplo, en el refinado electrolítico de cobre, el ánodo está hecho de cobre y el cobre entra en el electrolito desde el ánodo. El metal, ahora en el electrolito, es transportado a través del electrolito al cátodo donde se deposita. El cátodo puede ser del mismo metal que el metal que se está depositando o puede ser de un metal diferente. Por ejemplo, en el refinado electrolítico del cobre era corriente emplear un cátodo hecho de cobre. Sin embargo, ahora se emplea normalmente un cátodo de acero inoxidable que rápidamente se recubre de cobre y que desde entonces funciona esencialmente como un cátodo de cobre. El cobre depositado se retira mecánicamente del cátodo de acero inoxidable y el cátodo se reutiliza. El cobre depositado sobre el cátodo es muy puro. Las impurezas que estaban en el metal del ánodo caen en forma sólida a medida que el ánodo se disuelve y pueden contener subproductos útiles, por ejemplo, oro. Además del cobre, los metales purificados por RE incluyen oro, plata, plomo, cobalto, níquel, estaño y otros metales.

20 La deposición electrolítica (DE) difiere del refinado electrolítico en que el metal buscado es importado a las celdas a través de, por ejemplo, tuberías, y ya está contenido dentro del electrolito. En el ejemplo del cobre, se emplea generalmente ácido sulfúrico para disolver el cobre a partir de una forma de óxido de mineral de cobre y el líquido resultante, después de la concentración, es importado a una celda de deposición electrolítica para extraer el cobre. Un ánodo y un cátodo se sumergen en el electrolito y se pasa una corriente entre ellos, de nuevo con el ánodo positivo y el cátodo negativo. En la deposición electrolítica, el ánodo no es soluble sino que está hecho de un material inerte. Generalmente, se utiliza un ánodo de aleación de plomo en el caso del cobre. El cátodo puede ser del mismo metal que se está extrayendo del electrolito o puede ser de un material diferente. Por ejemplo, en el caso del cobre, se pueden usar cátodos de cobre, aunque normalmente se emplean cátodos de acero inoxidable que se recubren rápidamente de cobre. Bajo la influencia de la corriente eléctrica, el metal que se obtiene deja la solución electrolítica y se deposita en forma muy pura sobre el cátodo. El electrolito se cambia por este proceso habiendo abandonado una gran proporción de su contenido de metal. Además del cobre, los metales obtenidos por deposición electrolítica incluyen plomo, oro, plata, cinc, cromo, cobalto, manganeso, aluminio y otros metales. Para algunos metales, como el aluminio, el electrolito es un material fundido en lugar de una solución acuosa.

35 Como ejemplo de los voltajes y la corriente implicados, en el refinado de cobre, el voltaje de la celda es en general de aproximadamente 0,3 V y en la deposición electrolítica de cobre es de aproximadamente 2,0 V. En ambos casos la densidad de corriente es de aproximadamente 300 A/m² y el área de cada electrodo en la actualidad es de aproximadamente 1 m². Estas cifras difieren considerablemente para diferentes metales y se pueden usar densidades de corriente muy diferentes para el mismo metal, pero la invención se aplica a el refinado electrolítico y la deposición electrolítica de todos los metales. En RE y DE el punto de partida es un ánodo yuxtapuesto a un cátodo en un electrolito contenido en un depósito. Los ánodos y cátodos pueden ser placas que cuelgan de una percha de soporte. Las placas pueden tener también protuberancias o salientes en ambos lados de las placas, que permiten que las placas cuelguen de barras de soporte, por ejemplo, embarrados de la fuente de alimentación. Pero se pueden usar muchas placas de cátodo y muchas placas de ánodo intercaladas, con todas las placas de ánodo conectadas en paralelo y todas las placas de cátodo conectadas en paralelo contenidas dentro de un solo depósito de electrolito. Eléctricamente esto todavía parece una sola celda y en la industria por lo tanto frecuentemente se denomina una celda. En la industria de RE y DE, "celda" se utiliza casi universalmente en el sentido de un depósito lleno de ánodos y cátodos en paralelo. En la industria de RE y DE, "depósito" puede significar lo mismo que "celda", anteriormente, o puede significar el recipiente solo, dependiendo del contexto. En depósitos cisterna, los "depósitos" están conectados en serie. Por lo tanto, un depósito cisterna típico de RE podría necesitar un suministro eléctrico del orden de 36.000 amperios a 200 voltios.

55 Se hace ahora referencia a la figura 1, que ilustra un depósito cisterna típico en la técnica anterior. Un depósito cisterna 100 comprende un gran número de depósitos tales como los depósitos 110, 120 y 130. Cada depósito comprende una celda. Una celda está compuesta de muchos cátodos tales como los cátodos 126A y 126B en paralelo y muchos ánodos tales como los ánodos 124A y 124B en paralelo. Los cátodos en el depósito 110 están conectados al embarrado 112. Los ánodos en el depósito 120 están conectados al embarrado 122. Los embarrados están conectados a una fuente de alimentación, tal como una fuente de alimentación 102. Un embarrado de ánodos

del depósito 110 está conectado a un terminal positivo 104 de la fuente de alimentación 102, mientras que un embarrado de cátodos del depósito 130 está conectado a un terminal negativo 106 de la fuente de alimentación 102. En la figura 1 los depósitos 110, 120 y 130 están conectados en serie de manera que los embarrados de cátodos y los embarrados de ánodos están conectados en depósitos adyacentes, tal como los depósitos 110 y 120. La fuente de alimentación 102 actúa como una fuente de tensión de corriente continua (CC) y la fuente de tensión de CC está conectada a través del circuito en serie formado por depósitos tales como los depósitos 110, 120 y 130 para forzar la corriente deseada a través de depósitos tales como depósitos 110, 120 y 130. La corriente total se mantiene a un valor deseado. Teóricamente, la corriente debe dividirse equitativamente entre los cátodos, tales como los cátodos 126A y 126B. En la práctica, existe una variación significativa en la resistencia de cada paso de corriente catódica y, por tanto, hay variación en el valor de cada una de las corrientes catódicas. Esto significa en la práctica que el proceso de producción de metal funciona por debajo de la eficiencia óptima. Además, puede haber a veces una interrupción en la operación de parte de una celda cuando se produce un cortocircuito entre una placa anódica y una placa catódica tal como, por ejemplo, el ánodo 124A y el cátodo 126A. Esto generalmente es debido a una protuberancia o punta de metal que crece en una placa catódica y que aumenta de tamaño hasta que conecta la placa de cátodo con una placa anódica adyacente. La punta de metal tiene que retirarse físicamente para permitir que continúe el funcionamiento normal de la celda. Otra interrupción de la producción normal puede ocurrir cuando un cátodo o un ánodo se desconecta del circuito eléctrico.

Se hace ahora referencia a la figura 2, que ilustra una sección transversal de una celda de electrólisis 200 que comprende una lámina 212, que puede ser una lámina de ánodo o una lámina de cátodo, en la técnica anterior. La lámina 212 está sumergida en electrolito 202. Como se ilustra en la figura 2, se hace una conexión eléctrica a la lámina 212 a través de salientes o orejetas en ambos lados de la lámina 212 en el lado superior de la hoja 212. La lámina 212 puede comprender o estar conectada a una percha 210. Los salientes en ambos lados también puede verse formando la percha 210. En el lado derecho de la figura 2, el lado derecho de la percha 210 descansa sobre un embarrado 220 de manera que existe un área de contacto 222 entre el embarrado 220 y la percha (210). El área de contacto (222) hace que el embarrado (220) y la percha (210) formen parte de un circuito eléctrico (no mostrado). Una desconexión del área de contacto 222 es generalmente causada por la corrosión o quemado del área de contacto 222 o por un obstáculo extraño que se atasca entre la percha 210 y el embarrado 220. En el lado izquierdo de la figura 2, el lado izquierdo del embarrado 220 descansa en una barra soporte 230. La barra soporte 230 puede ser también un embarrado de modo que el electrodo 212 esté conectado eléctricamente mediante dos vías para reducir el efecto de un contacto defectuoso a uno de los lados de la percha 210. Un cortocircuito da lugar a una cantidad extraordinariamente grande de corriente que circula en el cátodo 126A y el ánodo 124A en cortocircuito entre sí. Los métodos convencionalmente empleados para detectar cortocircuitos dejan mucho que desear.

Un método consiste en detectar el sobrecalentamiento de los electrodos resultantes del cortocircuito. Esto es menos que satisfactorio porque pueden haberse producido daños en el electrodo, o en el embarrado conectado a la percha antes de que se detecte el cortocircuito.

Este método será aún menos aceptable a medida que se introduzcan nuevos ánodos, costosos y de alto rendimiento en procesos de deposición electrolítica. En la deposición electrolítica, se han utilizado frecuentemente ánodos de plomo inerte. En los últimos años se han adoptado cada vez más ánodos de titanio recubiertos debido a sus propiedades superiores. Sin embargo, los ánodos de titanio revestidos son más costosos que los ánodos de plomo y se dañan más fácilmente por el calor. Por lo tanto, se vuelve imperativo que estos electrodos de alto valor estén protegidos contra daños.

El documento WO 2012/020243 describe un aparato para su uso en la producción electrolítica de metales, que comprende un gran número de ánodos y un gran número de cátodos en una configuración intercalada, en donde cada par de ánodo y cátodo forma una celda; un gran número de fuentes de alimentación, estando cada celda asociada con una o más fuentes de alimentación respectivas; y las fuentes de alimentación están dispuestas para controlar una corriente continua en una o más celdas a un valor predeterminado.

El documento WO 2011/123896 describe un dispositivo de seguimiento para celdas de deposición electrolítica o de refinado electrolítico con medios de detección para medir parámetros operativos de electrodos, medios de transmisión para transmitir información sobre los parámetros operativos y medio de retención para retener el dispositivo de seguimiento en el electrodo y medios de control mediante conmutadores para el control de flujo de corriente que pueden ser alimentados por una batería o estar adaptados para extraer energía directamente de la celda de deposición electrolítica en la que se utiliza.

El documento WO 2012/087400 describe conjuntos de electrodos modulares utilizados en sistemas de reducción electrolítica que tienen conectores de ensamblaje que conectan a diferentes fuentes de alimentación y proporcionan diferente potencia eléctrica, corriente, voltaje, polaridad a diferentes partes del conjunto que se extienden a través del aislador y soporte de montaje sin contacto eléctrico para aislar una placa de electrodo de cada componente mutuamente.

El problema en las soluciones de la técnica anterior es que los electrodos no están suficientemente protegidos contra daños y que los electrodos no se manejan separadamente para determinar corrientes eléctricas en cada uno de los electrodos.

Compendio de la invención

Un objetivo de la invención es poner a disposición en el conjunto de perchas y láminas una fuente de alimentación autónoma para el control y accionamiento de un sistema electrónico para la protección de dicho conjunto de perchas y láminas. La fuente de alimentación puede utilizarse también para alimentar un sistema de comunicación que permite la transferencia de datos desde y hacia el conjunto de perchas y láminas. El método de control permite extraer energía del suministro de corriente principal al depósito y almacenarla en el conjunto de perchas y electrodos para su uso posterior como fuente de alimentación incorporada para el control local del conjunto de perchas y láminas.

Otro objetivo de la invención es dotar a un conjunto de perchas y láminas de la capacidad de protegerse contra situaciones que pueden causar daños. Esta capacidad puede ser completamente autónoma.

Según la reivindicación independiente 1, la invención es un conjunto de electrodos para el tratamiento electrolítico de un metal en una celda de electrólisis, comprendiendo el conjunto de electrodos: una lámina electrodo que comprende una parte metálica de la percha; una primera orejeta para sujetar la parte metálica de la percha sobre una primera barra de fuente de alimentación; una segunda orejeta para sujetar la parte metálica de la percha en una posición horizontal junto con la primera orejeta; una pieza aislante que conecta la parte de la percha metálica con la primera orejeta; un conmutador eléctrico que controla la alimentación de corriente eléctrica entre la primera orejeta y la parte metálica de la percha basada en señales de control transmitidas a un terminal del conmutador eléctrico; una unidad de control que comprende una memoria y al menos un procesador configurado para transmitir las señales de control al terminal del conmutador eléctrico; y una unidad de almacenamiento de energía configurada para suministrar energía a la unidad de control, cargándose la unidad de almacenamiento de energía a partir de la primera orejeta y la parte metálica de la percha cuando el conmutador eléctrico desconecta la alimentación de corriente eléctrica entre la primera orejeta y la parte metálica de la percha basada en una señal de control para desconectar la alimentación de corriente eléctrica.

Según otro aspecto de la invención, la invención es un depósito con electrodos que comprende: un gran número de conjuntos de electrodos, siendo los electrodos ánodos y cátodos; y un ordenador configurado para determinar corrientes eléctricas entre las primeras orejetas y las partes metálicas de las perchas en el gran número de conjuntos de electrodos, para determinar una diferencia entre una suma de todas las corrientes catódicas y todas las corrientes anódicas y una corriente en un rectificador central que proporciona suministro de alimentación eléctrica al depósito con electrodos y para provocar un cambio en las señales de control a las unidades de conmutación eléctrica para aumentar o disminuir la alimentación de corriente eléctrica entre las primeras orejetas y las partes de perchas metálicas en el gran número de conjuntos de electrodos.

Según la reivindicación independiente 20, la invención es un depósito con electrodos que comprende: al menos tres ánodos y al menos dos cátodos intercalados, siendo al menos los tres ánodos y al menos los dos cátodos intercalados láminas de electrodos; un embarrado que suministra una tensión positiva o una tensión negativa a al menos un lámina electrodo; un conmutador eléctrico que controla la alimentación de corriente eléctrica entre el embarrado y al menos a un lámina electrodo basada en señales de control transmitidas a un terminal del conmutador eléctrico; una unidad de control que comprende una memoria y al menos un procesador configurado para transmitir las señales de control al terminal del conmutador eléctrico; y una unidad de almacenamiento de energía configurada para suministrar energía a la unidad de control, estando cargada la unidad de almacenamiento de energía a partir del embarrado y al menos un lámina electrodo cuando el conmutador eléctrico desconecta la alimentación de corriente eléctrica entre el embarrado y al menos un lámina electrodo basada en una señal de control para desconectar la alimentación de corriente eléctrica.

También se describe un método para crear una fuente de alimentación incorporada para el sistema electrónico de control y comunicación de un ánodo o cátodo autoprotegido. La serie de dispositivos semiconductores que controlan la corriente entre la percha y la lámina se desconectan momentáneamente. Mientras está apagado, el voltaje ánodo-cátodo de la celda aparece a través del dispositivo semiconductor de potencia. Durante este periodo, los terminales del dispositivo semiconductor de potencia pueden utilizarse como fuente de alimentación para cargar un elemento de almacenamiento, que puede ser un condensador. Este elemento de almacenamiento puede utilizarse entonces como fuente de alimentación para los sistemas de control electrónico y comunicación. Cuando la tensión a través del condensador cae por debajo de un nivel predeterminado, el dispositivo semiconductor de potencia puede de nuevo apagarse durante un breve instante para recargar el condensador.

La presencia de esta fuente de alimentación incorporada permite que las técnicas y la tecnología descritas en la técnica anterior se apliquen de forma autónoma a la percha y al conjunto de láminas.

Según otro aspecto de la invención, la detección de corriente se emplea dentro de la percha y el ensamblaje de lámina para que se pueda detectar el desarrollo de una situación adversa y se tomen las medidas apropiadas para proteger el electrodo. Esta acción es probable que sea la desconexión del dispositivo semiconductor de potencia en serie o la regulación de su capacidad para conducir de manera que la corriente que circula a través del lámina electrodo se mantenga a un nivel seguro.

Según otro aspecto de la invención, el sistema de control electrónico de accionamiento autónomo en el conjunto de percha y de lámina comunica los datos de medición recogidos desde el conjunto a un nodo de red que puede estar situado en una sala de control central.

5 En una realización de la invención, el depósito con electrodos puede referirse a una celda electrolítica, por ejemplo, una celda de deposición electrolítica o una celda de refinado electrolítico.

En una realización de la invención, el depósito con electrodos comprende electrolito.

En una realización de la invención, una lámina de la lámina electrodo está al menos parcialmente sumergida en electrolito.

10 En una realización de la invención, las señales de control comprenden al menos dos voltajes. Las señales de control pueden comprender diferentes voltajes. Los voltajes se pueden suministrar al terminal del conmutador eléctrico. El terminal puede ser una puerta. La puerta puede ser la puerta de un gran número de MOSFET tales como los MOSFET de potencia.

15 En una realización de la invención, las señales de control transmitidas al terminal del conmutador eléctrico pueden comprender tensiones de puerta a un gran número de MOSFET de potencia comprendidos en el conmutador eléctrico. La señal de control para desconectar la alimentación de corriente eléctrica puede comprender una tensión de puerta al gran número de MOSFET de potencia comprendidos en el conmutador eléctrico, donde la tensión de puerta está por debajo de una tensión umbral. Las tensiones de puerta pueden referirse a tensiones de puerta a fuente, donde la fuente puede ser la primera orejeta o la parte metálica de la percha. Las tensiones de puerta pueden referirse a voltajes de puerta a fuente, donde la fuente puede ser el embarrado o al menos un lámina electrodo.

En una realización de la invención, el conmutador eléctrico que controla la alimentación de corriente eléctrica entre el embarrado y al menos un lámina electrodo se coloca sobre al menos una superficie de contacto entre el embarrado y al menos un lámina electrodo.

25 En una realización de la invención, las señales de control pueden comprender señales de control analógicas o digitales.

En una realización de la invención, la fuente de alimentación a la unidad de control desde la primera orejeta o la segunda orejeta pasa a través de un rectificador tal como un diodo.

En una realización de la invención, la unidad de almacenamiento de potencia comprende un condensador.

En una realización de la invención, la unidad de almacenamiento de energía comprende una batería recargable.

30 En una realización de la invención, la unidad de control comprende además un transmisor configurado para transmitir mensajes a un ordenador remoto y para recibir mensajes desde la unidad de ordenador remoto, comprendiendo los mensajes recibidos al menos un mensaje para determinar la señal de control.

En una realización de la invención, el conmutador eléctrico comprende un gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor.

35 En una realización de la invención, las fuentes del gran número de transistores de efecto de campo de metal-óxido-semiconductor están conectados a la parte metálica de la percha, los drenajes del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectados a la primera orejeta y las puertas del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectadas al terminal del conmutador eléctrico.

40 En una realización de la invención, los drenajes del gran número de los transistores de efecto de campo semiconductor-metal-óxido están conectados a la parte metálica de la percha, las fuentes del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectadas a la primera orejeta y las puertas del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectadas al terminal del conmutador eléctrico.

45 En una realización de la invención, el gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor son transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor de potencia.

En una realización de la invención, la segunda orejeta sujeta la parte metálica de la percha sobre una segunda barra de alimentación.

50 En una realización de la invención, el conjunto de electrodos comprende además: una unidad de medida de corriente configurada para medir la intensidad de corriente entre la parte metálica de la percha y la primera orejeta; y al menos un procesador configurado para recibir la intensidad de corriente medida desde la unidad de medición de corriente.

En una realización de la invención, el conjunto de electrodos comprende además: al menos un procesador configurado para comparar la intensidad de corriente medida con un valor umbral predefinido y para cambiar la señal de control para limitar la alimentación de corriente eléctrica entre la primera orejeta y la parte metálica de la percha en respuesta a la intensidad de corriente medida que excede el valor umbral predefinido.

- 5 En una realización de la invención, el valor umbral predefinido indica una corriente en cortocircuito.

En una realización de la invención, el valor umbral predefinido se recibe desde un ordenador remoto.

- 10 En una realización de la invención, la unidad de ordenador remoto está configurada para determinar corrientes eléctricas entre las primeras orejetas y las partes metálicas de perchas en un gran número de conjuntos de electrodos, para determinar una diferencia entre una suma de todas las corrientes catódicas y todas las corrientes anódicas y una corriente en un rectificador central que proporciona alimentación al depósito con electrodos para transmitir un mensaje de control a la unidad de control basado en la diferencia, comprendiendo el mensaje de control el valor umbral predefinido.

En una realización de la invención, el metal es el cobre.

En una realización de la invención, el electrodo es un ánodo.

- 15 En una realización de la invención, el electrodo es un cátodo.

En una realización de la invención, el tratamiento electrolítico es deposición electrolítica o refinado electrolítico.

- 20 En una realización de la invención, utilizando el dispositivo semiconductor de potencia en serie en modo lineal, se puede hacer que cada cátodo o cada ánodo en un sistema RE o DE extraiga un valor predeterminado idéntico de corriente sin ningún control externo o necesite de alimentación eléctrica auxiliar o sistema de comunicación. Por lo tanto, y por ejemplo, pueden instalarse cátodos en un sistema electrolítico conociendo el valor exacto de la corriente que extraerán de los ánodos adyacentes en todo momento. Este valor de corriente se puede fijar si los electrodos no incluyen un sistema de comunicación o puede ajustarse después de cargar en el depósito si están dotados de una disposición de comunicación.

- 25 Las realizaciones de la invención descritas en esta memoria anteriormente pueden utilizarse en cualquier combinación entre si. Varias de las realizaciones pueden combinarse entre sí para formar otra realización de la invención. Un conjunto de electrodos o un depósito electrolítico al que la invención se refiere puede comprender al menos una de las realizaciones de la invención descritas anteriormente en esta memoria.

- 30 Debe entenderse que cualquiera de las realizaciones o modificaciones anteriores puede aplicarse una a una o en combinación a los respectivos aspectos a los que se refieren, a menos que se indique expresamente que excluyen alternativas.

La ventaja de la presente invención es que es posible proporcionar conjuntos de electrodos con unidades de control locales que son alimentadas fácilmente desde los electrodos. No se requiere un cableado separado de la fuente de alimentación para las unidades de control específicas del electrodo.

Breve descripción de los dibujos

- 35 Los dibujos adjuntos, que se incluyen para proporcionar una comprensión adicional de la invención y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y junto con la descripción ayudan a explicar los principios de la invención. En los dibujos:

La fig. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema que comprende un gran número de celdas de electrólisis, es decir, depósitos y una fuente de alimentación en la técnica anterior;

- 40 la fig. 2 ilustra una sección transversal de una celda de electrólisis que comprende una lámina de ánodo o de cátodo sumergida en electrolito en la técnica anterior;

la fig. 3 ilustra una lámina de ánodo o una lámina de cátodo sujeta en una percha y un conjunto de percha que comprende una unidad de control accionada localmente para una disposición de embarrado de doble contacto en una realización de la invención;

- 45 la fig. 4 ilustra una lámina de ánodo o una lámina de cátodo sujeta en una percha y un conjunto de percha que comprende una unidad de control para una disposición de embarrado de un solo contacto en una realización de la invención;

- 50 la fig. 5 ilustra un circuito eléctrico que comprende una fuente de alimentación desde un embarrado, un dispositivo semiconductor de potencia para la conmutación y un ánodo y un cátodo, un condensador y una unidad de control con alimentación desde el embarrado en una realización de la invención;

la fig. 6A ilustra el voltaje disponible para cargar el condensador de la figura 5 en refinado electrolítico en una realización de la invención;

la fig. 6B ilustra el voltaje disponible para cargar el condensador de la figura 5 en deposición electrolítica en una realización de la invención;

- 5 la fig. 7 muestra una superficie de conmutación para un tipo de conmutadores de zapata y manguito basado en el dispositivo semiconductor de potencia de la figura 5 en una realización de la invención;

la fig. 8A muestra una versión en contacto activo de un conmutador basada en el dispositivo semiconductor de potencia de la figura 5 en una realización de la invención;

- 10 la fig. 8B muestra una versión en contacto activo de un conmutador basada en el dispositivo semiconductor de potencia de la figura 5 en una realización de la invención;

la fig. 8C muestra una versión en contacto activo de un conmutador basada en el dispositivo semiconductor de potencia de la figura 5 en una realización de la invención; y

- 15 la fig. 9 ilustra un circuito eléctrico que comprende una fuente de alimentación desde un embarrado, un dispositivo semiconductor de potencia para conmutación y un ánodo y un cátodo, un condensador y una unidad de control con alimentación desde el embarrado en una realización de la invención.

Descripción detallada de la invención

A continuación se hará referencia en detalle a las realizaciones de la presente invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos.

- 20 La figura 3 ilustra una lámina de ánodo o una lámina de cátodo sujeta en una percha y un conjunto de percha que comprende una unidad de control accionada localmente para una disposición de embarrado de doble contacto en una realización de la invención. Los componentes de la figura 3 no están dibujados para corresponder a sus tamaños y formas en una aplicación real. Sus tamaños y formas son sólo con fines ilustrativos.

- 25 En la figura 3 hay una lámina 300, que puede ser un ánodo o un cátodo de una celda electrolítica. A la lámina 300 está conectada una percha 310. La percha 310 puede estar formada también por una parte superior de la lámina 300. En el extremo izquierdo de la percha 310 hay una orejeta izquierda conductora 314L unida mecánicamente a la percha 310 mediante la pieza de conexión aislante 312L. En el extremo derecho de la percha 310 hay una orejeta derecha conductora 314R unida mecánicamente a la percha 310 mediante la pieza de conexión aislante 312R. Las piezas de conexión aislantes 312L y 312R permiten que las orejetas de conducción 314L y 314R estén separadas eléctricamente de la percha 310, pero conectadas mecánicamente a un solo conjunto con la percha 310 que sujeta la lámina 300. Las orejetas de conducción 314L y 314R están fijadas a las piezas de conexión aislantes 312L y 312R, respectivamente, utilizando pernos o tornillos. Las piezas de conexión aislantes 312L y 312R se fijan mediante pernos o tornillos a los respectivos extremos izquierdo y derecho de la percha 310. La disposición de la figura 3 puede verse que es simétrica con respecto a un eje Y (no mostrado) en el centro o figura 3, lo que puede implicar que ambos extremos de la percha 310 descansan sobre embarrados conductores. En una realización de la invención, sólo un extremo de una percha, tal como la percha 310, descansa sobre un embarrado conductor. Si la lámina 300 es un ánodo, la corriente pasa de la percha 310 a la lámina 300. El paso de corriente desde la percha 310 a los embarrados 316L y 316R es a través de unos conmutadores respectivos 320L y 320R y las orejetas de conducción 314L y 314R, si la lámina 300 es un cátodo. El paso de la corriente está en dirección inversa, si la lámina 300 es un ánodo.

- 40 Debido a que la orejeta conductora 314L y la orejeta conductora 314R están separadas eléctricamente de la percha 310, no existe conexión eléctrica permanente fija desde la orejeta conductora 314L y 314R a la percha 310. La conexión eléctrica de las orejetas 314L y 314R a la percha 310 se hace mediante los conmutadores 320L y 320R. Las unidades de conmutación 320L y 320R son conmutadores semiconductores de potencia, cada uno de los cuales puede comprender, por ejemplo, un gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor (MOSFET) de potencia. Las unidades de conmutación 320L y 320R se controlan mediante señales de control respectivas transmitidas a las unidades de conmutación 320L y 320R. La señal de control puede ser las tensiones de control suministradas a las unidades de conmutación 320L y 320R. Se pueden suministrar voltajes de control a las puertas de gran número de MOSFET de potencia. Los MOSFET de potencia están orientados dependiendo de si la lámina 300 es un ánodo o cátodo para permitir que la corriente circule entre la orejeta 314L o 314R y la percha 310 cuando los MOSFET de potencia están en el estado encendido y bloquear dicho flujo de corriente cuando los MOSFET de potencia están en estado apagado. Las unidades de conmutación 320L y 320R contienen un número suficiente de MOSFET de potencia en paralelo que la resistencia de las unidades de conmutación 320L y 320R en los MOSFET de potencia en estado encendido es muy baja de modo que al transportar la corriente de electrodo máxima deseada la caída de tensión a través de las unidades de conmutación 320L Y 320R es pequeña comparada con la caída de tensión entre los cátodos y los ánodos de una celda.

En una realización de la invención, los MOSFET de potencia en las unidades de conmutación 320L y 320R están térmicamente conectados a una masa en forma de al menos una de entre la percha 310, la orejeta 314L y la orejeta 314R. La conexión térmica permite disipar el calor de los MOSFET de potencia en la masa para su refrigeración ya que la masa es metálica. La disipación de calor hace posible el funcionamiento de los dispositivos semiconductores MOSFET de potencia en el régimen lineal y por lo tanto pueden regular el flujo de corriente en el electrodo.

En la figura 3 se ilustra una unidad de control 340. Las unidades de conmutación 320L y 320R están conectadas eléctricamente a la unidad de control 340. La unidad de control 340 puede comprender al menos un procesador y una memoria. La unidad de control está comunicativamente conectada a las unidades de conmutación 320L y 320R. La unidad de control 340 también puede estar comunicativamente conectada a una unidad de control del depósito cisterna (no mostrada). La conexión a la unidad de control del depósito cisterna puede ser cableada o inalámbrica. En el caso de que la conexión sea la unidad de control inalámbrica 340 puede comprender además al menos una antena, un transmisor y un receptor. Al menos una antena puede estar alojada en un tubo para cables tal como un tubo para cables 344 o 346. La unidad de control 340 puede comprender una pantalla (no mostrada), por ejemplo, al menos una conducida para indicar, por ejemplo, el estado de la unidad de control 340 o la intensidad de corriente a través de las unidades de conmutación 320L y 320R.

En una realización de la invención, la unidad de control 340 también puede estar comunicativamente conectada a un gran número de voltímetros que miden una caída de tensión en la percha 310 entre dos puntos. Un primer punto puede estar situado dentro de 0 - 10 centímetros del centro de la percha 310 o sustancialmente cerca del centro de la percha 310 y un segundo punto puede estar situado dentro de 0 a 20 centímetros de un lado izquierdo o derecho de la percha 310 o sustancialmente en el extremo izquierdo o derecho de la percha 310. El gran número de voltímetros puede transmitir las tensiones medidas a la unidad de control 340 que puede utilizar las mediciones para determinar la corriente en la percha 310. La unidad de control 340 también puede estar comunicativamente conectada a al menos unos detectores de temperatura dispuestos para medir la temperatura en un lugar en la percha 310 o en la lámina 300. La unidad de control 340 puede configurarse para transmitir una señal de control a las unidades de conmutación 320L y 320R para cambiar la resistencia a través de las unidades de conmutación 320L y 320R de manera que la corrección de un cambio de resistencia se puede aplicar debido al cambio de temperatura.

Pueden usarse conexiones eléctricas para transmitir señales de control respectivas desde la unidad de control 340 a las unidades de conmutación 320L y 320R. Los cables para conectar las unidades de conmutación 320L y 320R a la unidad de control 340 pueden alojarse en un tubo para cables, tales como tubos para cables 342, 344, 346 y 348 para evitar daños. En una realización de la invención, los cables también pueden estar protegidos contra daños al estar contenidos en una ranura o canal tubular dentro de la percha 310. La unidad de control 340 comprende un dispositivo de almacenamiento de energía 350. El dispositivo de almacenamiento de energía 350 puede comprender un condensador, por ejemplo, super-condensador o ultra-condensador, electrolítico, de papel de aluminio. El dispositivo de almacenamiento de energía puede comprender también una batería de almacenamiento recargable como alternativa o un suplemento al condensador. La unidad de control 340 puede estar conectada eléctricamente utilizando cables para conmutar las unidades 320L y 320R. Los cables se utilizan para transmitir señales de conmutación u otras señales de comando desde la unidad de control 340 a las unidades de conmutación 320L y 320R, por ejemplo, en el caso de un control lineal. En una realización de la invención, ambas unidades de conmutación 320L y 320R comprenden una unidad de control separada similar a la unidad de control 340. En una realización de la invención, las orejetas 314L y 314R pueden usarse como alternativas para sujetar reservas en caso de fallo de contacto entre la orejeta 314L y el embarrado 316L o la orejeta 314R y el embarrado 316R. Esto forma un sistema de dos contactos. Para asegurar en un sistema de dos contactos que la corriente total en la lámina 300 está controlada, será necesario que haya alguna forma de comunicación entre las dos unidades de control, si hay dos unidades de control. En un sistema de dos contactos, la dirección del flujo de corriente en la secundaria, es decir, no la orejeta principal podría estar en cualquier dirección y en la unidad de conmutación asociada a la orejeta secundaria, los MOSFET de potencia son bidireccionales. Los MOSFET de potencia pueden estar en anti-serie.

En la figura 3 hay unidades de detección de corriente 330L y 330R, que pueden llevarse a cabo utilizando elementos Hall. Las unidades de detección de corriente 330L y 330R también pueden llevarse a cabo utilizando detectores de bucle abierto o de bucle cerrado que emplean un circuito magnético o utilizando cualquier otro medio apropiado para la detección de corriente. La unidad de detección de corriente 330L está conectada a la unidad de control 340 usando cables en el tubo para cables 344. De manera similar, la unidad de detección de corriente 330R está conectada a la unidad de control 340 utilizando cables en el tubo para cables 346. Las unidades de detección de corriente 330L y 330R pueden estar dispuestas para transmitir señales que indican presencia de corriente en la percha 310. Las unidades de detección de corriente 330L y 330R pueden estar dispuestas para transmitir señales que indican la intensidad de corriente en la percha 310 a la unidad de control 340. Las unidades de detección de corriente 330L y 330R detectan la presencia de corriente o intensidad de corriente en sus respectivas posiciones alrededor de la percha 310 o en la superficie de la percha 310. Si la intensidad de corriente indicada por la unidad de detección de corriente 330L o unidad de detección de corriente 330R a la unidad de control 340 excede un valor umbral predefinido que indica un cortocircuito, la unidad de control 340 puede transmitir una señal de control a las unidades de conmutación 320L y 320R para apagar las unidades de conmutación 320L y 320R para proteger la lámina 300 y la percha 310 de daños. Si la intensidad de corriente indicada por la unidad de detección de corriente 330L o la unidad de detección de corriente 330R a la unidad de control 340 excede un valor umbral predefinido por

intensidad de corriente demasiado alta para funcionamiento a temperatura normal o protección de circuito, pero no corriente de cortocircuito, la unidad de control 340 puede transmitir señales de control a las unidades de conmutación 320L y 320R para poner las unidades de conmutación 320L y 320R en modo lineal para regular la corriente. En una realización de la invención, la unidad de control 340 puede transmitir también señales de control a las unidades de conmutación 320L y 320R para poner las unidades de conmutación 320L y 320R en modo lineal en funcionamiento normal para limitar la corriente a una intensidad que requiere el proceso de deposición electrolítica o refinado electrolítico para continuar normalmente pero no consume energía extra.

La figura 4 ilustra una lámina de ánodo o una lámina de cátodo sostenida por una percha y un conjunto de percha que comprende una unidad de control para una disposición de embarrado de un solo contacto en una realización de la invención.

En la figura 4, el embarrado 316L se ha sustituido por un soporte aislante físico. En la figura 4, la unidad de control 340 de la figura 3 está colocada conjuntamente con la unidad de conmutación 320R como unidad de control 400. La unidad de control 400 es similar a la unidad de control 340 con la distinción de falta de unidad de conmutación 320L y unidad de detección de corriente 330L. La unidad de control 340 se puede incorporar en el mismo alojamiento con la unidad de conmutación 320R.

La figura 5 ilustra un circuito eléctrico que comprende una fuente de alimentación desde un embarrado, un dispositivo semiconductor de potencia para la conmutación y un ánodo y un cátodo, un condensador y una unidad de control con alimentación desde el embarrado en una realización de la invención. La figura 5 muestra un esbozo esquemático de las conexiones eléctricas para un sistema de un solo contacto. A modo de ejemplo, se ilustra un sistema de autoprotección del ánodo. En un sistema de cátodo autoprotegido, se invertirá la dirección del flujo de corriente, al igual que la orientación de los componentes en el sistema a tener en cuenta de polaridades de voltaje cambiadas.

En la figura 5 se ilustra una unidad de control 500. La unidad de control comprende al menos un procesador 552, una memoria 554, un controlador de entrada y salida 558, un transceptor 560 y un message bus 556. Al transceptor 560 se puede conectar al menos una antena (no mostrada). El transceptor 560 puede estar configurado para transmitir 560 y recibir 562 señales de una unidad de control en el depósito cisterna (no mostrada). El transceptor 562 puede estar comunicativamente conectado a la unidad de control en el depósito cisterna. La unidad de control 500 suministra energía a través de los terminales 502 y 504. El terminal 502 se mantiene en un potencial positivo y el terminal 504 se mantiene a un potencial negativo. En la figura 5, a la percha 520 se suministra corriente desde la orejeta 510 a través de la unidad de conmutación 512, referida también como Q1. La unidad de conmutación 512 puede ser un MOSFET de potencia. La orejeta 510 está conectada a un embarrado (no mostrado) que es una fuente de tensión positiva para la orejeta 510. Durante la deposición electrolítica o el refinado electrolítico normales la unidad conmutadora 512 se conecta o el conmutador 512 está en régimen lineal de MOSFET de potencia. Durante el funcionamiento normal, la corriente circula desde la percha 520 a través de una resistencia que comprende la lámina del ánodo conectada a la percha 520, la resistencia del electrolito y la resistencia de la lámina de cátodo 540. Estas resistencias se ilustran en la figura 5 en forma de reostato 522. En el caso de la deposición electrolítica, existe también un sobrepotencial de red que se opone al flujo de la corriente, así como la caída de tensión asociada al flujo de corriente a través de la resistencia ilustrada con el reostato 522. El condensador 516 está conectado al terminal negativo 504 y al terminal positivo 502. El terminal positivo 502 se mantiene a un potencial positivo por estar conectado a la orejeta 510 que está conectada al embarrado que actúa como fuente de tensión positiva. El terminal negativo 504 se mantiene en un potencial negativo por estar conectado a la percha 520 de manera que la unidad de conmutación 512 se desconecta. El condensador 516 es la fuente de alimentación para la unidad de control 500 y posibles dispositivos eléctricos alimentados a través de la unidad de control 500. El condensador 516 se carga desconectando momentáneamente la unidad de conmutación 512 transmitiendo una señal de control de apagado, por ejemplo, manteniendo el voltaje de entrada para la unidad de conmutación 512 a través del accionador de puerta 518 a una tensión que hace que la unidad de conmutación 512 se apague. La tensión de puerta a la unidad de conmutación 512 puede proporcionarse mediante un controlador de entrada-salida que controla un accionador de puerta 518 para suministrar voltaje de puerta a un nivel determinado por al menos un procesador 552. Como resultado de la conmutación la unidad de conmutación 512 se apaga, aparece un voltaje a través de la unidad de conmutación 512. El condensador se carga a través del diodo 514, lo que impide que el condensador 516 se descargue a través de la unidad de conmutación 512 cuando se conecta la unidad de conmutación 512. Un ánodo del diodo 514 está conectado eléctricamente a la orejeta 510, mientras que un cátodo del diodo 514 está conectado al terminal positivo 502 de la unidad de control 500. Después de cargarse el condensador 516, la unidad de conmutación 512 se conecta de modo que el funcionamiento normal de la deposición electrolítica o refinado electrolítico puede resumirse. En una realización de la invención, en lugar del diodo 514 se puede usar un MOSFET de potencia de la manera bien conocida de un rectificador síncrono en el que el diodo 514 se convierte en el diodo de drenaje de cuerpo del MOSFET de potencia y se enciende el canal del MOSFET cuando se espera que este diodo esté en conducción, es decir, cuando se desconecta la unidad de conmutación 512. La unidad de control 500 está configurada para supervisar la tensión a través del condensador 516 y repite el proceso de carga cuando la tensión cae por debajo de una tensión umbral predeterminada.

En una realización de la invención, la percha 520 está provista de una unidad de detección de corriente, por ejemplo, un elemento Hall 530. A la unidad de detección de corriente puede suministrarse una tensión de referencia V_{CC}

mediante conexión eléctrica 534 por la unidad de control 500. Dependiendo de la intensidad de la corriente en la percha 520, la unidad de detección de corriente puede emitir una señal de intensidad de corriente V_{OUT} a la unidad de control 500 usando la conexión eléctrica 532 entre la unidad de detección de corriente 530 y la unidad de control 500. La unidad de detección de corriente 530 también puede conectarse eléctricamente a tierra.

- 5 La figura 6A ilustra el voltaje disponible para cargar el condensador de la figura 5 en refinado electrolítico en una realización de la invención.

En la figura 6A se asignan a los cátodos tales como el cátodo 620 una tensión de 0 V. Los ánodos tales como el ánodo 622 están a una tensión del orden de 0,25 V. Un espacio 614 representa un aislamiento eléctrico entre una percha de un cátodo y la orejeta conectada a la percha. El espacio 614 está puentado por una unidad de conmutador semiconductor, tal como la unidad de conmutación 320R, que ahora se considera que está en el estado de desconexión. La percha del cátodo flotante, tal como la percha 310, está de hecho conectada a los ánodos a ambos lados por el electrolito, lo que se ilustra mediante reostatos 602, 604, 606 y 608 y un condensador conectado a través del espacio 614 puede cargarse a 0,25 V. De manera similar, un espacio 612 entre una percha del ánodo y la orejeta conectada a la percha de ánodo puede cargarse a 0,25 V. Por lo tanto, los ánodos y los cátodos en un sistema de refinado electrolítico pueden controlarse como se describe en relación con la figura 5. El voltaje del condensador 516 de la figura 5 caerá a medida que se descargue el condensador 516. Así, la unidad de control 500 tendrá una alimentación disponible para ella en el intervalo de, por ejemplo, 0,25 V a 0,15 V. Los expertos en la técnica apreciarán que este es un voltaje perfectamente adecuado para el funcionamiento de un transformador de tensión en modo conmutado del que pueden derivarse suministros de un voltaje más alto.

- 20 La figura 6B ilustra el voltaje disponible para cargar el condensador de la figura 5 en la deposición electrolítica en una realización de la invención.

La figura 6B repite la descripción junto con la figura 6A para un sistema de deposición electrolítica. En la figura 6B hay cátodos tales como el cátodo 670 conectado a un embarrado de cátodos. En la figura 6B hay ánodos tales como el ánodo 672 conectado a un embarrado de ánodos. Un espacio 664 representa un aislamiento eléctrico entre una percha de un cátodo y la orejeta conectada a la percha. Un espacio 662 representa un aislamiento eléctrico entre una percha de un ánodo y la orejeta conectada a la percha. La percha del cátodo flotante, tal como la percha 310, está conectada a los ánodos a ambos lados por el electrolito, lo que se ilustra mediante reostatos 652, 654, 656 y 658. La principal diferencia entre las figuras 6A y 6B es que los ánodos tales como el ánodo 672 estarán a una tensión de aproximadamente 2,0 V con respecto a los cátodos tales como el cátodo 670. Por lo tanto, pueden estar disponible 2,0 V a través de los espacios 664 y 662 para cargar el condensador 516. Sin embargo, el ánodo y el cátodo en una celda de deposición electrolítica son de metales distintos y por lo tanto existirá un sobrepotencial neto entre el cátodo y el ánodo que tenderá a disminuir el voltaje disponible para que el voltaje disponible pueda reducirse al mismo valor que el disponible en el caso del refinado electrolítico. En un depósito con electrodos en el que la unidad de conmutación 512 está totalmente encendida o completamente apagada, la protección para el electrodo asociado se obtiene desconectando la unidad de conmutación 512 cuando la intensidad de corriente aumenta hasta un nivel inaceptable. En este caso, la corriente dejada por el electrodo puede ser recogida por otros electrodos. En una realización de la invención, se puede permitir un margen de sobrecorriente en todos los electrodos. Sin el margen puede haber un efecto de cascada en los electrodos y todos los electrodos se apagarán.

40 En una realización de la invención, en un depósito cisterna con electrodos en el que la unidad de conmutación 512 opera en modo lineal para mantener la corriente de los electrodos constante, la suma de todas las corrientes catódicas y la suma de todas las corrientes anódicas debe ser igual al valor de la corriente en un rectificador central que suministra una fuente de alimentación a los depósitos de electrolito del depósito cisterna en serie. Esto puede implicar que si un cátodo o ánodo deja de conducir por alguna razón, por ejemplo, debido a un contacto defectuoso entre una orejeta y su embarrado, que la corriente objetivo para todos los ánodos y todos los cátodos debe alterarse.

45 En una realización de la invención, la alteración de la corriente objetivo para todos los ánodos y cátodos en un depósito se consigue emitiendo una señal de control desde una unidad de control de depósito cisterna a unidades de control asociadas a electrodos tales como unidad de control 500. La unidad de control 500 puede transmitir una señal de control para conmutar unidades tales como la unidad de conmutación 512, que a su vez controla la corriente de drenaje del MOSFET de potencia en un gran número de MOSFET de potencia basándose en la señal de control. La señal de control puede ser una tensión de puerta para el gran número de MOSFET de potencia.

50 La figura 7 muestra versiones alternativas de un conmutador que no requiere una percha dividida.

En una realización de la invención, relacionada con la percha 700 hay una zapata 702, que tiene una superficie de conmutación 704 que comprende un gran número de componentes de conmutación eléctrica.

55 En una realización de la invención, relacionada con la percha 724 hay un manguito 720, que tiene una superficie de conmutación 722 que comprende un gran número de componentes de conmutación eléctrica.

En una realización de la invención, relacionada con la percha 724 hay un manguito 730, que tiene una superficie de conmutación 732 que comprende un gran número de componentes de conmutación eléctrica. La percha 734 tiene

una muesca (no mostrada) cortada en la percha 734 para mantener la percha 734 de manera que permanezca en la misma elevación que ocupaba antes de la colocación de una zapata o manguito.

5 En una realización de la invención, los componentes de conmutación eléctrica son controlados por una unidad de control tal como la unidad de control 500. Los componentes de conmutación eléctrica pueden ser MOSFET de potencia.

La figura 8A muestra una versión en contacto activo de un conmutador basado en el dispositivo semiconductor de potencia de la figura 5 en una realización de la invención. En la figura 8A hay una parte de la percha 800. Debajo de la percha 800 existe un área de componente de conmutación 810 que comprende un gran número de componentes de conmutación eléctrica. La superficie del componente de conmutación 810 puede estar unida a la percha 800.

10 La figura 8B muestra una versión en contacto activo de un conmutador basado en el dispositivo semiconductor de potencia de la figura 5 en una realización de la invención. En la figura 8B hay una parte de la percha 800. Hay una superficie del componente de conmutación 812 que comprende un gran número de componentes de conmutación eléctrica. La superficie del componente de conmutación 812 puede ser una capa en un embarrado 820 conectado eléctricamente a la percha 800. Sobre la superficie del componente de conmutación 812 hay una capa de metal
15 conductor del embarrado.

La figura 8C muestra una versión de contacto activo de un conmutador basado en el dispositivo semiconductor de potencia de la figura 5 en una realización de la invención. En la figura 8C hay una parte de la percha 800. En la figura 8C, la superficie del componente de conmutación 812 está controlada por una unidad de control 830 que está asociada con un depósito de electrolito (no mostrado). La unidad de control es funcionalmente similar a la unidad de control 500 de la figura 5. En la realización de la figura 8C, la percha 800 puede retirarse de manera que la unidad de control 830 permanezca asociada al depósito de electrolito. En este caso, el circuito de control puede operarse desde un suministro desde el lado del depósito en lugar de desde un elemento de almacenamiento situado en el electrodo. Se observará que en esta configuración los ánodos y cátodos no necesitan ninguna modificación.

20 La figura 9 ilustra un circuito eléctrico que comprende alimentación desde un embarrado, un dispositivo semiconductor de potencia para conmutación y un ánodo y un cátodo, un condensador y una unidad de control con alimentación desde el embarrado en una realización de la invención. En la figura 9, la unidad de control 500 recibe energía del embarrado 910 en lugar de la orejeta 510. En la figura 9, la percha 520 no tiene orejetas aisladas eléctricamente separadas, pero la percha 520 está conectada directamente al embarrado 910. La unidad conmutadora 512 está dispuesta para ser un área del componente conmutador en el embarrado 910 que la corriente eléctrica entre el embarrado 910 y la percha 520 cruza cuando la unidad conmutadora 512 está encendida o el conmutador 512 está en régimen lineal MOSFET de potencia. La superficie de conmutación está en una interfaz de contacto entre el embarrado 910 y la percha 520. La unidad conmutadora 512 puede ser un MOSFET de potencia. El embarrado 910 es una fuente de voltaje positivo en la figura 9.

25 Las realizaciones de la invención descritas en esta memoria anteriormente pueden usarse en cualquier combinación entre sí. Varias de las realizaciones pueden combinarse entre sí para formar una realización adicional de la invención. Un sistema o un aparato al que está relacionada la invención puede comprender al menos una de las realizaciones de la invención descritas anteriormente en la presente invención.

30 Es evidente para un experto en la técnica que con el avance de la tecnología, la idea básica de la invención puede llevarse a cabo de diversas maneras. La invención y sus realizaciones no están por lo tanto limitadas a los ejemplos descritos anteriormente; en su lugar, pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de electrodos para el tratamiento electrolítico de un metal en una celda de electrólisis, comprendiendo el conjunto de electrodos:
 - una lámina de electrodos (300) que comprende una parte metálica de la percha (310);
- 5 una primera orejeta (314R) para sujetar la parte metálica de la percha (310) sobre una primera barra de alimentación (316R);
 - una segunda orejeta (314L) para sujetar la parte metálica de la percha en posición horizontal junto con la primera orejeta;
 - una pieza aislante (312R) que conecta la parte metálica de la percha (310) con la primera orejeta (314R);
- 10 un conmutador eléctrico (320R, 512) que controla la alimentación de corriente eléctrica entre la primera orejeta (314R) y la parte metálica de la percha (310) basándose en señales de control transmitidas a un terminal del conmutador eléctrico (512);
 - una unidad de control (500) que comprende una memoria (554) y al menos un procesador (552) configurado para transmitir las señales de control al terminal del conmutador eléctrico (512); y
- 15 una unidad de almacenamiento de potencia (516) configurada para suministrar energía a la unidad de control (500), estando cargada la unidad de almacenamiento de potencia desde la primera orejeta (314R, 510) y la parte metálica de la percha (520) cuando el conmutador eléctrico (320R, 512) desactiva la alimentación de corriente eléctrica entre la primera orejeta (314R, 510) y la parte metálica de la percha (520, 310) basándose de una señal de control para desconectar la alimentación de corriente eléctrica.
- 20 2. El conjunto de electrodos según la reivindicación 1, en donde la unidad de almacenamiento de potencia (516) comprende un condensador.
3. El conjunto de electrodos según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, en donde la unidad de almacenamiento de energía comprende una batería recargable.
4. El conjunto de electrodos según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en donde la unidad de control (500) comprende además un transceptor (560) configurado para transmitir mensajes a una unidad de ordenador remoto y para recibir mensajes desde la unidad de ordenador remoto, comprendiendo los mensajes recibidos al menos un mensaje para determinar las señales de control.
- 25 5. El conjunto de electrodos según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en donde el conmutador eléctrico (512) comprende un gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor.
- 30 6. El conjunto de electrodos según la reivindicación 5, en donde las fuentes del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectadas a la parte metálica de la percha (310, 520), las purgas del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectadas a la primera orejeta (314R, 510) y las puertas del gran número de los transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectadas al terminal del conmutador eléctrico (512).
- 35 7. El conjunto de electrodos según la reivindicación 5, en donde los drenajes del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectados a la parte metálica de la percha (310, 520), fuentes del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectados a la primera orejeta (314R, 510) y las puertas del gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor están conectadas al terminal del conmutador eléctrico (512).
- 40 8. El conjunto de electrodos según la reivindicación 5, en donde el gran número de transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor son transistores de efecto de campo metal-óxido-semiconductor de potencia.
9. El conjunto de electrodos según la reivindicación 1, en donde la segunda orejeta (314L) sujeta la parte metálica de la percha en una segunda barra de alimentación (410).
10. El conjunto de electrodos según la reivindicación 1, comprendiendo el conjunto de electrodos, además:
- 45 una unidad de medición de corriente (530) configurada para medir la intensidad de corriente entre la parte metálica de la percha y la primera orejeta; y
 - al menos un procesador (552) configurado para recibir la intensidad de corriente medida desde la unidad de medición de corriente (530).
11. El conjunto de electrodos según la reivindicación 10, comprendiendo además el conjunto de electrodos:

al menos un procesador (552) configurado para comparar la intensidad de corriente medida con un valor umbral predefinido y para cambiar las señales de control para limitar la alimentación de corriente eléctrica entre la primera orejeta y la parte metálica de la percha en respuesta a la intensidad de corriente medida que excede del valor umbral predefinido.

- 5 12. El conjunto de electrodos según la reivindicación 11, en donde el valor umbral predefinido indica una corriente en cortocircuito.
13. El conjunto de electrodos según la reivindicación 11, en donde el valor umbral predefinido se recibe desde una unidad de ordenador remoto.
- 10 14. El conjunto de electrodos según la reivindicación 13, en donde la unidad de ordenador remoto está configurada para determinar corrientes eléctricas entre las primeras orejetas (314R) y las partes metálicas de perchas (310) en un gran número de conjuntos de electrodos, para determinar una diferencia entre una suma de todas las corrientes catódicas y todas las corrientes anódicas y una corriente en un rectificador central que proporciona alimentación al depósito de electrodos (200), para transmitir un mensaje de control a la unidad de control basado en la diferencia, comprendiendo el mensaje de control el valor umbral predefinido.
- 15 15. El conjunto de electrodos según cualquiera de las reivindicaciones 1 – 14, en donde el metal es el cobre.
16. El conjunto de electrodos según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 15, en donde el electrodo es un ánodo.
17. El conjunto de electrodos según cualquiera de las reivindicaciones 1 - 16, en donde el electrodo es un cátodo.
18. El conjunto de electrodos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 17, en donde el proceso electrolítico es deposición electrolítica o refinado electrolítico.
- 20 19. Un depósito con electrodos que comprende: un gran número de conjuntos de electrodos según la reivindicación 1, siendo los electrodos ánodos y cátodos; y
- 25 una unidad de ordenador (500) configurada para determinar corrientes eléctricas entre las primeras orejetas (314R) y las partes metálicas de las perchas (310) en el gran número de conjuntos de electrodos, para determinar una diferencia entre una suma de todas las corrientes catódicas y todas las corrientes anódicas y una corriente en un rectificador central que proporciona alimentación al depósito de electrodos (200), y para producir un cambio en las señales de control a las unidades de conmutación eléctrica para aumentar o disminuir la alimentación de corriente eléctrica entre las primeras orejetas (314R) y las partes metálicas de las perchas (310) en el gran número de conjuntos de electrodos.
20. Un depósito con electrodos (200) que comprende:
- 30 al menos tres ánodos (520) y al menos dos cátodos intercalados (540), siendo al menos tres ánodos y al menos dos cátodos intercalados láminas de electrodos (300);
- un embarrado (910) que suministra una tensión positiva o una tensión negativa al menos a una lámina electrodo (300, 520);
- 35 un conmutador eléctrico (512) que controla la alimentación de corriente eléctrica entre el embarrado (910) y al menos una lámina electrodo (300, 520) basado en señales de control transmitidas a un terminal de la unidad de conmutación eléctrica (512);
- una unidad de control (500) que comprende una memoria (554) y al menos un procesador (552) configurado para transmitir las señales de control al terminal de la unidad de conmutación eléctrica (512); y
- 40 una unidad de almacenamiento de potencia (516) configurada para suministrar energía eléctrica a la unidad de control (500), estando cargada la unidad de almacenamiento de potencia desde el embarrado (910) y al menos una lámina electrodo (530) cuando de la unidad de conmutación eléctrica (512) desconecta la alimentación de corriente eléctrica entre el embarrado (910) y al menos una lámina electrodo (520) sobre la base de una señal de control para desconectar la alimentación de corriente eléctrica.

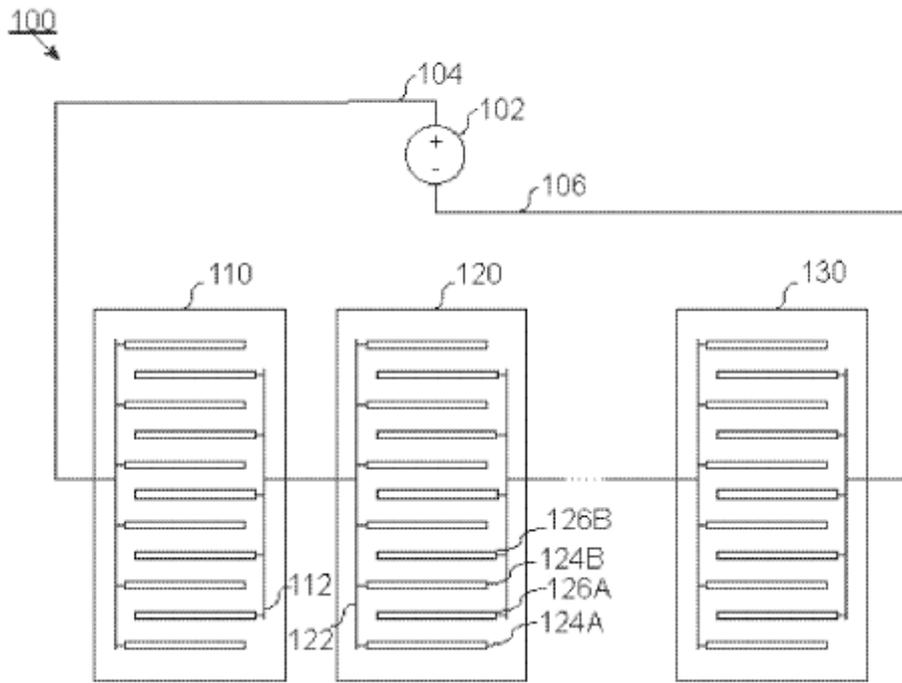


FIG. 1

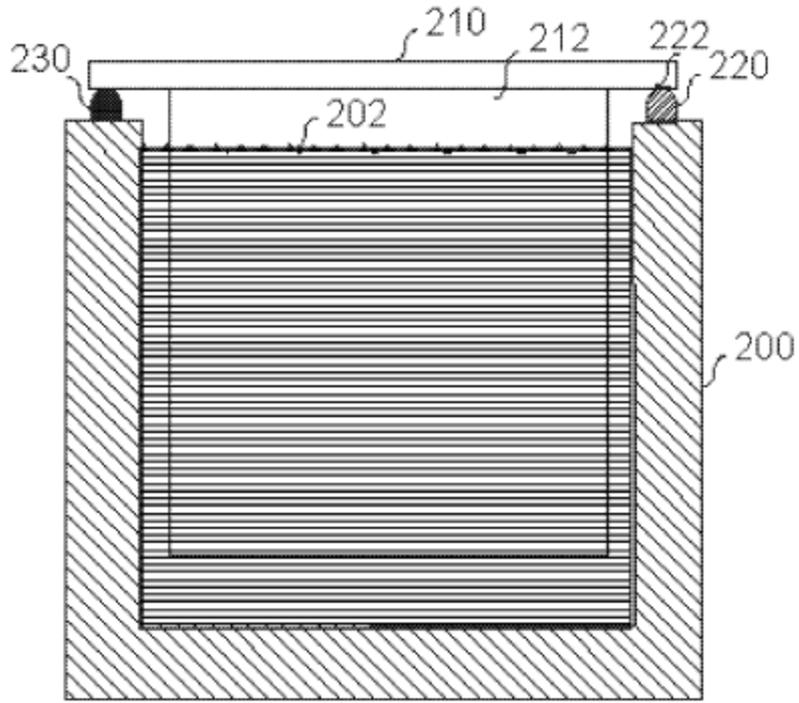


FIG. 2

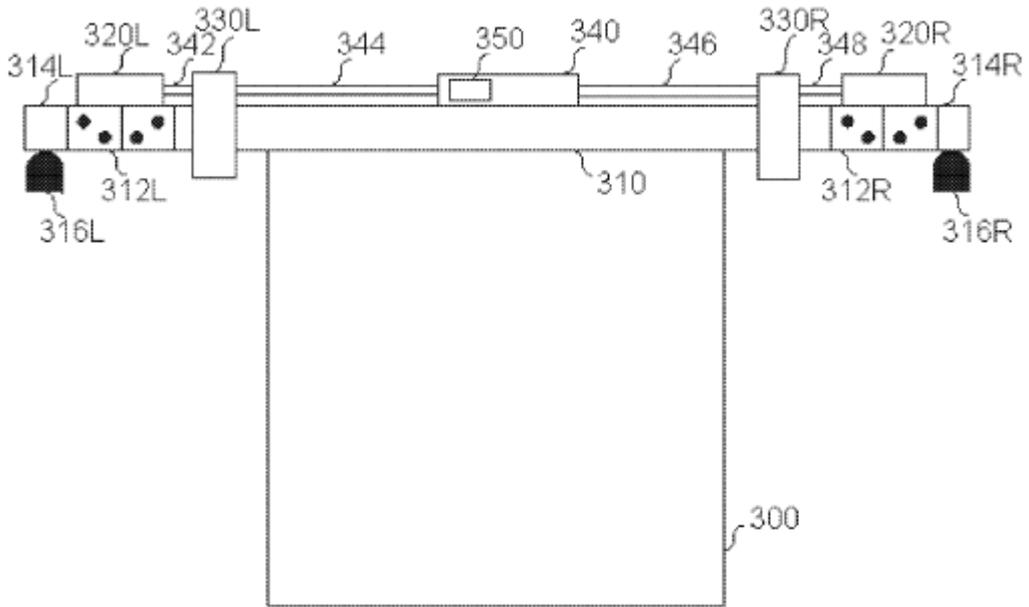


FIG. 3

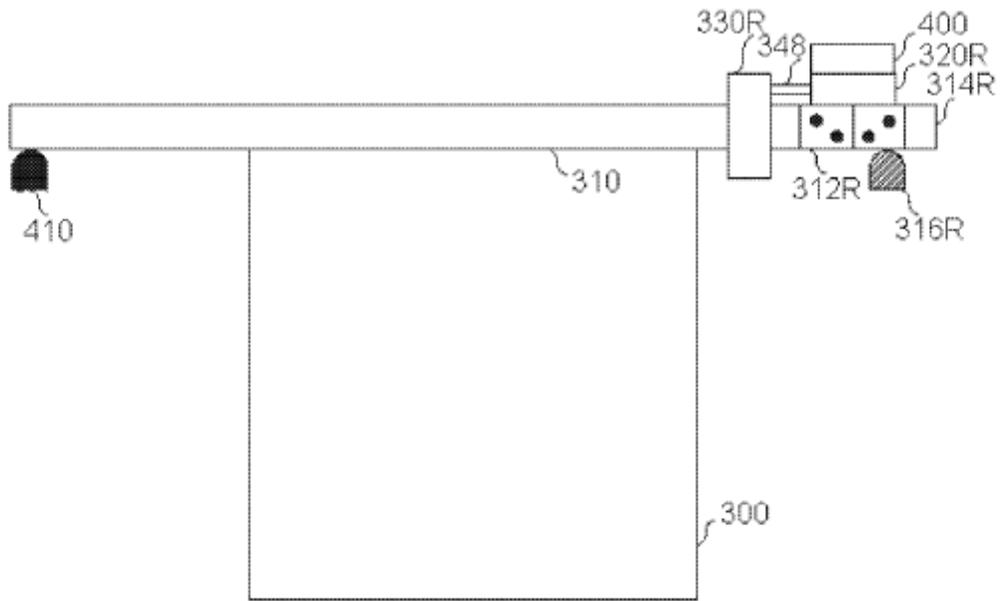


FIG. 4

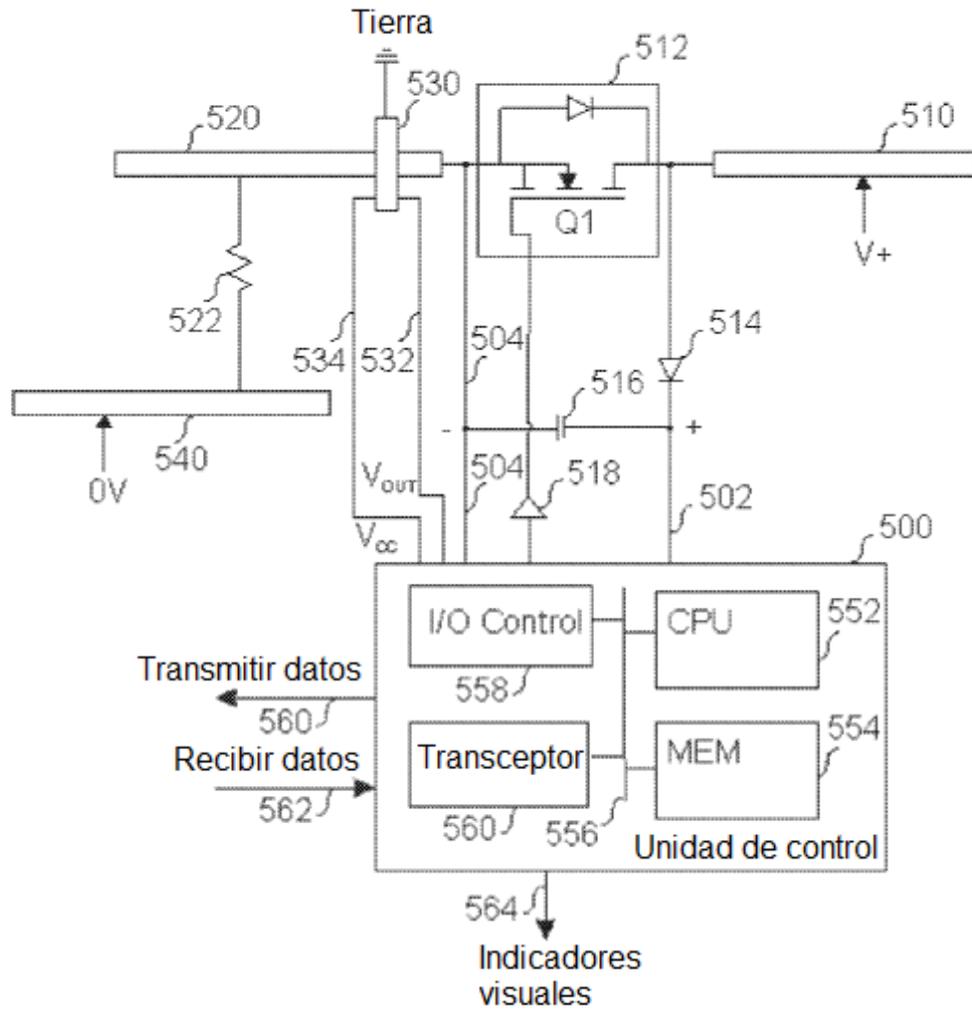
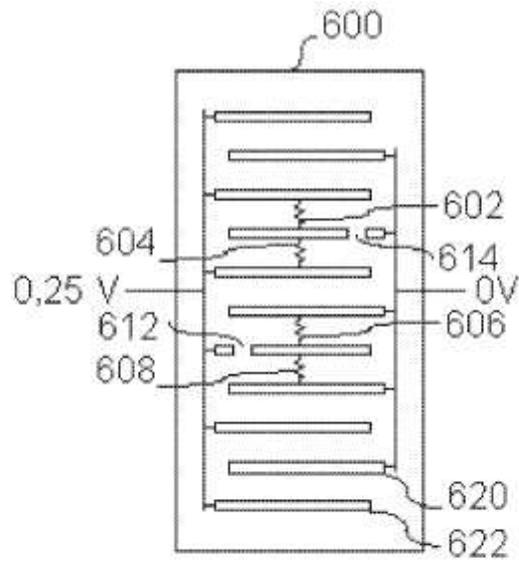
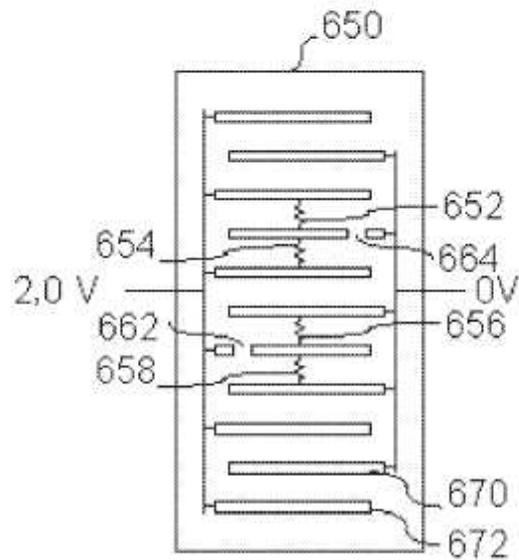


FIG. 5



Refinado electrolítico

FIG. 6A



Deposición electrolítica

FIG. 6B

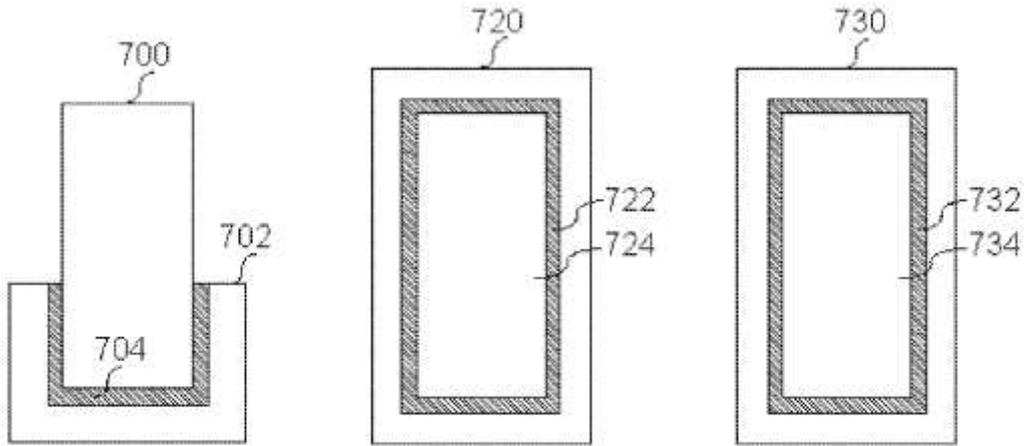


FIG. 7

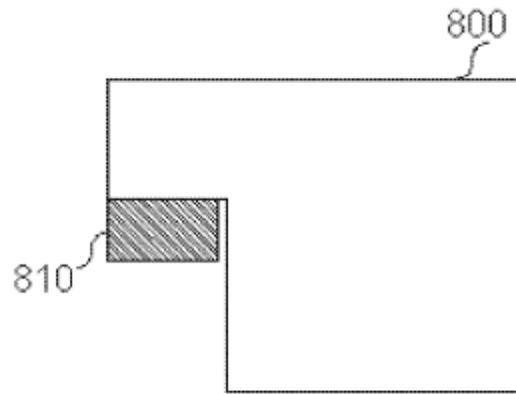


FIG. 8A 800

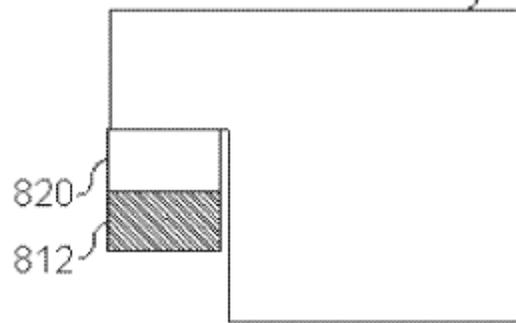


FIG. 8B 800

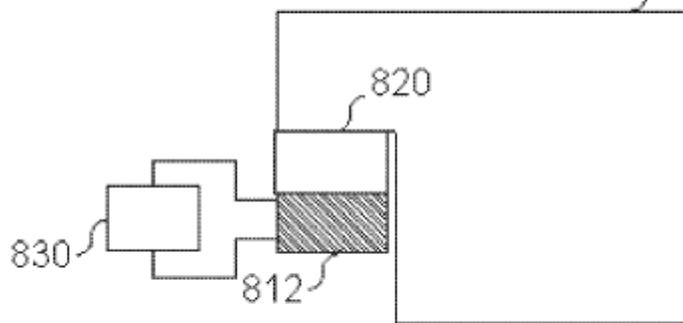


FIG. 8C

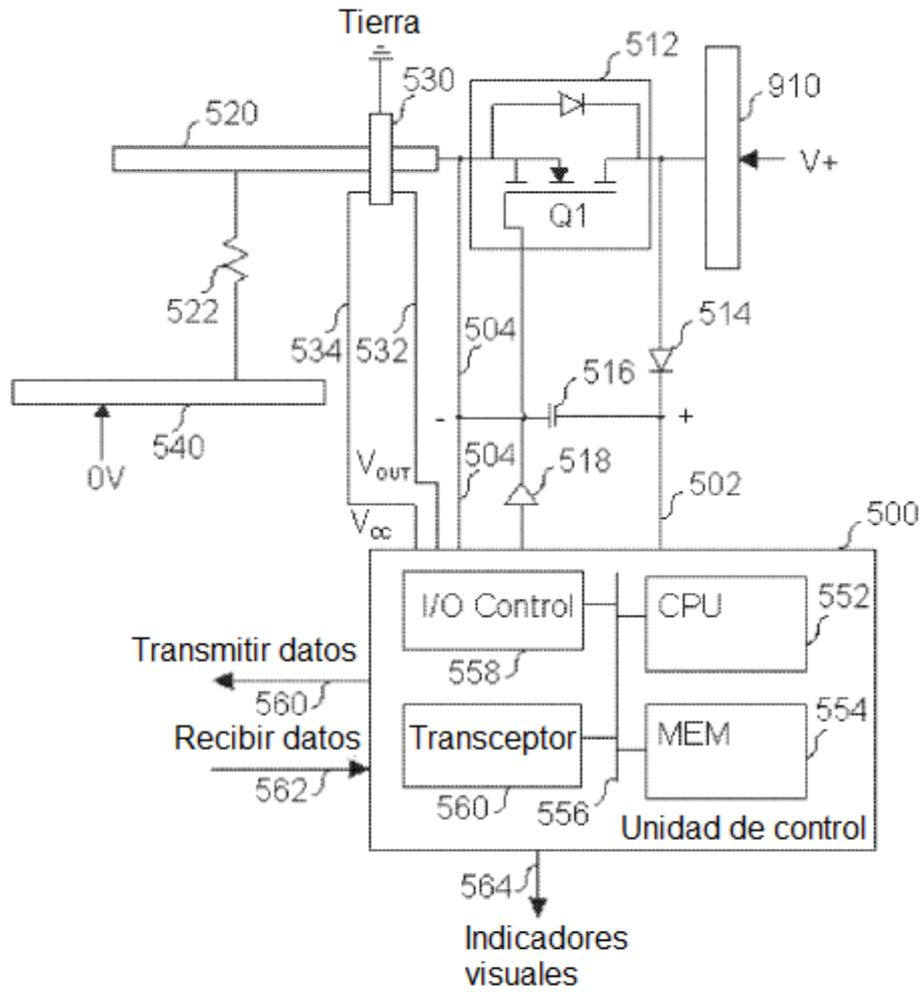


FIG. 9