(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 332 672**

(51) Int. Cl.:
***C25B 1/44*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **07728030 .3**
(96) Fecha de presentación : **12.04.2007**
(97) Número de publicación de la solicitud: **2007927**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **31.12.2008**

(54) Título: **Desintegrador de amalgama destinado a cubas con cátodo de mercurio para la electrolisis de cloruros alcalinos.**

(30) Prioridad: **12.04.2006 IT MI06A0731**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
**10.02.2010**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
**10.02.2010**

(73) Titular/es: **Industrie De Nora S.p.A.**
**Via Bistolfi 35**
**20134 Milano, IT**

(72) Inventor/es: **Meneghini, Giovanni y**
**Bertin, Raffaello**

(74) Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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).



Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

## DESCRIPCIÓN

Desintegrador de amalgama destinado a cubas con cátodo de mercurio para la electrolisis de cloruros alcalinos.

### Antecedentes de la invención

La producción de cloro mediante electrólisis de soluciones de cloruros alcalinos se lleva a cabo normalmente por medio de tres procedimientos diferentes, concretamente la membrana de intercambio iónico, el diafragma poroso y el cátodo de mercurio. A continuación se hará referencia, al objeto de simplificar la descripción, a la electrólisis de soluciones de cloruro sódico; no obstante, la invención puede aplicarse igualmente a la electrólisis de otros cloruros alcalinos tal como cloruro de litio o cloruro potásico. La electrólisis de soluciones de cloruro sódico del tipo en donde se emplea un cátodo de mercurio (cuyas soluciones serán referidas de aquí en adelante como salmuera), basada en una tecnología conocida desde hace tiempo, ha experimentado una mejora continua en la estructura de las cubas (Ullmann's Encyclopaedia of Industrial Chemistry, VCH, Vol. A6, pag. 416), cuya mejora está dirigida esencialmente a la disminución del consumo de energía eléctrica y a la supresión de emisiones de mercurio al medioambiente.

El problema de la reducción del consumo de energía fue enfocado con éxito mediante la sustitución de los ánodos de grafito originales por ánodos de titanio provistos de un revestimiento catalítico a base de óxidos de metales del grupo del platino, particularmente eficaces para el desprendimiento de cloro. Los ánodos de titanio activo se caracterizan también por una larga vida de servicio lo cual permite reducir sustancialmente la cantidad de periodos inactivos de la cuba, muy frecuentes en el caso de ánodos de grafito corroibles: dado que las interrupciones en el mantenimiento son críticas para las emisiones de mercurio, resulta aparente la ventaja obtenida desde este punto de vista. También se consiguió una reducción adicional en las fugas de mercurio mediante modificaciones en el diseño de la cuba, tal como se describe en la WO-A-2007 096338 copendiente, y mediante el uso rutinario de sal recristalizada que permite reducir al mínimo la cantidad de lodos contaminados con mercurio, purgados de la sección de purificación de salmuera, aunque a un mayor coste. Como consecuencia de estas medidas, se puede demostrar hoy día que la liberación de mercurio de una planta bien diseñada y correctamente dirigida asciende a no más de 3 g por tonelada de cloro producto, en comparación con un valor de 10 g con una antigüedad de alrededor de 10 años (Ullmann's Encyclopaedia of Industrial Chemistry, VCH, Vol. A6, página 424).

En las plantas actualmente en funcionamiento, la amalgama de sodio se alimenta a la porción superior de un desintegrador de amalgama configurado como un recipiente generalmente vertical que contiene un relleno de fragmentos de grafito activado con un catalizador, por ejemplo óxido de molibdeno. La amalgama que fluye descendentemente por los intersticios entre las partículas de grafito se encuentra con un flujo en contracorriente de agua desionizada alimentada a la porción inferior del desintegrador de la amalgama. La acción catalítica del grafito permite que la reacción de descomposición de la amalgama proceda a una velocidad aceptable, con formación de sosa cáustica, la cual junto con el cloro es el producto de interés comercial, de acuerdo con el siguiente esquema:

$$Na(Hg)_x + H_2O \rightarrow NaOH + ½\ H_2$$

En realidad, el mecanismo implicado en la reacción global es notablemente más complejo dado que involucra a los pares de gotita de amalgama-partícula de grafito generados estadísticamente en el tiempo. Cada uno de estos pares funciona realmente como una micro-cuba corto-circuitada, en donde la gotita de amalgama y la partícula de grafito actúan respectivamente como zona anódica y zona catódica de acuerdo con las siguientes reacciones parciales, cuya combinación proporciona la reacción global anteriormente indicada:

gotita de amalgama (zona anódica): $Na(Hg)_x \rightarrow Na^+ + x\ Hg + e$

partícula de grafito (zona catódica): $H_2O + e \rightarrow ½\ H_2O + OH^-$

Para obtener una alta velocidad de descomposición de la amalgama es necesario que la reacción parcial de desprendimiento de hidrógeno que constituye el cuello de botella de la cinética en general, sea promovida de un modo adecuado. Por este motivo, el grafito, que tiene una actividad moderada, es incorporado en adición con más materiales catalíticos, tal como óxido de molibdeno que se deposita por imbibición de una solución de molibdato amónico seguido por un tratamiento térmico adecuado. El grafito así tratado no es humectable por la amalgama: dicha característica presenta la ventaja de impedir la formación de una película superficial adherente de amalgama, que impedirá el contacto requerido con agua que constituye la primera etapa de la reacción de desprendimiento de hidrógeno. Por otro lado, esto también tiene un efecto negativo, debido a que la falta de humectabilidad entraña una alta resistencia de contacto eléctrico entre la partícula de grafito y la gotita de amalgama, lo cual obstaculiza a su vez en gran medida el flujo de electrones generados por la ionización del sodio sobre la gotita de amalgama y que deben llegar a la partícula de grafito para sostener adecuadamente el desprendimiento de hidrógeno. Según esto, queda demostrado que el grafito no puede ser un catalizador óptimo, pudiéndose aplicar también esto a otras formulaciones de tipo homogéneo, tal como la descrita en US 4.161.433 en donde se proponen catalizadores de descomposición consistentes en boruros y carburos metálicos. Desde un punto de vista ideal de hecho cualquier partícula individual de material catalítico comprendería uno o más pares de zonas microscópicas anódicas y catódicas separadas, siendo humectadas las zonas anódicas por

la amalgama y no siendo humectadas las zonas catódicas y estando en contacto íntimo con el flujo de agua. Además, sería necesario reducir al mínimo la resistencia eléctrica entre los dos tipos de zonas para aportar el menor obstáculo a los electrones que fluyen desde las zonas anódicas, en donde se liberan por la ionización de sodio, hacia las zonas catódicas en donde se consumen en la reacción de desprendimiento de hidrógeno.

Además de los inconvenientes antes citados, las partículas de grafito experimentan cierta molienda bajo la acción erosiva del hidrógeno desprendido; como una primera consecuencia, el material de relleno experimenta una contracción de volumen en el transcurso del tiempo lo que, una vez que se alcanza un valor del 20% aproximadamente, conduce a una pérdida intolerable de capacidad productiva que obliga a los operarios a interrumpir la operación y proceder a la carga de catalizador nuevo.

A partir de la explicación anterior, resultará evidente que el uso de grafito activo representa una solución lejos de la satisfactoria.

La presente invención tiene por finalidad resolver los inconvenientes del estado de la técnica, al proporcionar en particular un nuevo relleno para los desintegradores de amalgama que funcionan en asociación con cubas de electrólisis de cloruros alcalinos del tipo en donde se emplea un cátodo de mercurio.

**Descripción de la invención**

Según un primer aspecto, la invención se refiere a un catalizador consistente en elementos metálicos humectables por la amalgama, cuya superficie está provista parcialmente de un revestimiento catalítico no humectable, a utilizar como relleno para los desintegradores de amalgama.

Los elementos de la invención son con preferencia anillos cilíndricos y la superficie relevante, provista parcialmente de un revestimiento catalítico no humectable, es la superficie externa.

El metal humectable por la amalgama puede seleccionarse convenientemente del grupo consistente en hierro, níquel, acero al carbono, acero inoxidable, pero el experto en la materia será capaz también de seleccionar otros materiales metálicos con características adecuadas; de acuerdo con una modalidad preferida de la invención, el revestimiento catalítico consiste en uno o más carburos de metales seleccionados del grupo consistente en titanio, zirconio, niobio, tántalo, tungsteno.

La aplicación del revestimiento catalítico a la superficie de los elementos metálicos se puede llevar a cabo convenientemente mediante técnicas de pulverización, tal como pulverización a la llama o con plasma de polvos; los anillos revestidos externamente se pueden producir, por ejemplo, aplicando el revestimiento a través de la pulverización de polvo micronizado sobre tubos y posterior corte de los tubos para formar anillos.

Los anillos que tienen una superficie externa provista parcialmente de un revestimiento catalítico también se pueden producir ensamblando una multiplicidad de tubos en una estructura compacta plana, aplicando el revestimiento catalítico mediante pulverización de polvo micronizado sobre las dos superficies principales de la estructura y cortando posteriormente la estructura para formar anillos en donde dos bandas laterales de la superficie externa permanecen libres de revestimiento catalítico.

La invención será descrita ahora con referencia a los siguientes dibujos explicativos:

- Figura 1: dispositivo para la electrólisis de soluciones de cloruros alcalinos que comprende una cuba con cátodo de mercurio, el desintegrador de amalgama relevante y la bomba de reciclo de mercurio desamalgamado.

- Figura 2: esquema del desintegrador de amalgama de la figura 1 con una vista lateral interna parcial del relleno consistente en anillos cilíndricos revestidos catalíticamente, con un detalle que muestra la estructura de una modalidad preferida de los anillos.

- Figura 3: conjunto de tubos dispuestos en una estructura compacta plana durante la pulverización de revestimiento catalítico sobre una superficie principal de los mismos.

El esquema de la figura 1 representa una sección longitudinal de una cuba de electrólisis con cátodo de mercurio con el desintegrador de amalgama relevante en donde (1) identifica la cuba en su conjunto, (2) el cuerpo de la cuba con el nivel (3) de salmuera y con la película (4) de mercurio que fluye sobre el fondo de acero al carbono, (5) la caja con extremo de entrada y con las salidas (6) y (7) respectivamente para salmuera y mercurio desamalgamado, 8 la caja con extremo de entrada y con las salidas (9) y (10) respectivamente para la salmuera agotada y para la amalgama generada en la cuba, (11) los ánodos consistentes en una estructura plana de varillas de titanio revestidas con un revestimiento catalítico para el desprendimiento de cloro basado en óxidos de metales del grupo del platino como es conocido en la técnica, (12) la salida de cloro producto, (13) el desintegrador de amalgama provisto de entradas para la amalgama que proviene de la salida (10) y para agua desmineralizada (14), y con salidas para sosa cáustica (15) e hidrógeno (16). Los ánodos y el fondo de acero al carbono están conectados respectivamente al polo positivo y polo negativo de un rectificador (no mostrado en la figura).

La salmuera se convierte parcialmente en cloro en los ánodos y en amalgama de sodio en la película móvil de mercurio. La salmuera agotada que sale por (9) se suministra a las unidades de descloración, resaturación y purificación. El cloro extraído a través de la boquilla (12) se enfría, se seca y se presuriza antes de su aplicación directa en las plantas del usuario o antes de ser licuificado y comercializado. La amalgama producida en la célula (1) se descompone en el desintegrador de amalgama (13) en donde se pone en contacto con agua desmineralizada en el relleno catalítico (17); la reacción produce sosa cáustica concentrada, hidrógeno y mercurio que se recicla a la cuba en (7). En el estado de la técnica, el relleno (17) consiste en partículas de grafito activadas con óxidos metálicos, por ejemplo óxido de molibdeno. La conversión de la amalgama a sosa cáustica e hidrógeno debe ser lo más completa posible, de manera que el mercurio reciclado a la cuba mediante la bomba (18) solo contenga cantidades residuales mínimas de sodio: debido a la pobre capacidad catalítica del grafito activo, dicho resultado solo se obtiene sobre-dimensionando el desintegrador de la amalgama. Por ejemplo, con cubas de capacidad media accionadas con corrientes de aproximadamente 200 kA, el desintegrador de la amalgama es un recipiente cilíndrico de alrededor de 1.100 mm de diámetros y con una altura total de 2.100 mm, en donde aproximadamente 1.200 mm están ocupados por el relleno.

Los inventores han comprobado de manera sorprendente que los inconvenientes del estado de la técnica, consistentes en la pobre actividad catalítica del grafito, el consecuente sobre-dimensionamiento del desintegrador de la amalgama y la vida de servicio operativa insuficiente, se pueden solucionar mediante la introducción de rellenos que comprenden una multiplicidad de elementos metálicos humectables por la amalgama y caracterizados porque su superficie está revestida parcialmente con un revestimiento no humectable por la amalgama para el desprendimiento de hidrógeno.

El término "elementos" está destinado aquí a representar porciones de metal de diversas formas geométricas, dimensionados con el fin de proporcionar, una vez acubados para formar el relleno, una superficie de contacto extensa para la reacción entre la amalgama y el agua. Este objeto es común en muchos procesos químicos, tal como por ejemplo la absorción de gases en fases líquidas o, por el contrario, la separación de gases de fases líquidas; para dichos procesos, se desarrollaron rellenos muy eficaces, consistentes en un acubamiento de elementos individuales, por ejemplo en forma de anillos cilíndricos, semi-anillos cilíndricos o anillos Raschig. Los inventores han verificado que todos estos elementos se pueden seleccionar convenientemente para el relleno (17): en particular, se comprobó que un relleno particularmente adecuado, no solo en términos de eficacia en la descomposición de la amalgama sino también en cuanto al coste y facilidad de aplicación del revestimiento, consiste en anillos cilíndricos con un diámetro interno de 10-40 mm, un espesor de alrededor de 1 mm y una longitud comprendida entre 10 y 40 mm. La figura 2 muestra un esquema más detallado del desintegrador de la amalgama (13) de acuerdo con una modalidad de la invención, en donde el relleno (17) está formado por un acubamiento de anillos cilíndricos (19) soportados por una rejilla (20). El relleno comprende además un elemento para homogeneizar la alimentación de amalgama, consistente por ejemplo en una placa perforada (21) que también contribuye a mantener los anillos en su posición evitando vibraciones perjudiciales que podrían ser causadas por el desprendimiento de hidrógeno. La amalgama, que entra desde la boquilla (22), fluye en forma de gotitas (23) a través de los anillos cilíndricos (19) en contacto continuo con sus superficies. Un flujo de agua desmineralizada (24) fluye en contracorriente hacia la parte superior del desintegrador de la amalgama, alimentada a través de la boquilla (25): el agua reacciona con la amalgama con ayuda de la acción catalítica de los anillos (19). La estructura de una modalidad de anillos preferidos se muestra también con detalle en la figura 2: el anillo (19) tiene una superficie externa provista parcialmente de un revestimiento catalítico (26) y una superficie interna libre de revestimiento (27). El metal de los anillos (19) es humectable por la amalgama y se elige convenientemente del grupo consistente en hierro puro, aceros al carbono, preferentemente con un contenido en carbono por debajo de 0,1%, níquel y cobalto. La capacidad de humectación reduce la resistencia de contacto eléctrica entre las gotitas de amalgama (23) y la superficie interna y opcionalmente la porción sin revestir de la superficie externa de los anillos. El revestimiento (26) aplicado a la superficie externa es, por el contrario, no humectable, una característica que impide la adherencia de las gotitas de amalgama asegurando con ello un fácil acceso del agua a la superficie catalítica. La reacción global, como se ha citado, implica la ionización del sodio liberado en la fase acuosa en forma de $Na^+$ por las gotitas de amalgama (23) y el paso de electrones de un lado a otro del metal hasta la superficie revestida con catalizador (26) en donde participan en el desprendimiento de burbujas de hidrógeno (28). En una modalidad preferida de los anillos ilustrada con detalle en la figura 2, la superficie externa está revestida solo en parte con el catalizador: por ejemplo, la banda (29) presenta una superficie metálica sin revestir enfrentada con una superficie equivalente (27) con el fin de incrementar la posibilidad de contacto con las gotitas de amalgama. El hidrógeno producto sube hacia la parte superior del desintegrador de la amalgama y sale por la boquilla (31) después de separarse de la sosa cáustica (30) descargada en (32). El mercurio, que solo contiene trazas pequeñas de sodio residual, es aspirado en (33) por la bomba de reciclo (18) para ser enviado de nuevo a la cuba.

El revestimiento catalítico de acuerdo con la invención puede comprender una variedad de componentes siempre que los mismos, como se han indicado anteriormente, sean suficientemente activos hacia el desprendimiento de hidrógeno y no sean humectables por la amalgama. Se comprobó que dichos requisitos son satisfechos a costes razonables por carburos de metales de importante conductividad eléctrica seleccionados del grupo consistente en titanio, zirconio, niobio, tántalo, tungsteno y carburos de silicio. El método preferido para su aplicación a los elementos de relleno es la pulverización a la llama o con plasma de polvos micronizados fácilmente disponibles en tamaños comprendidos entre 10 y 100 $\mu$m a costes razonables debido a su amplia utilización como revestimientos anti-desgaste en la industria metalúrgica. En particular, detalles referentes a la tecnología con plasma, preferida respecto a la uniformidad y adherencia de los revestimientos depositados, se describen en el folleto "Plasma spray technology, fundamentals and applications, 1975" editado por la Plasma-Technik AG Company, Alemania. De acuerdo con las indicaciones del folleto, el plasma se puede obtener con una mezcla de hidrógeno y nitrógeno en una relación comprendida, por ejemplo, entre 70:30

y 95:5, alimentar a una velocidad de flujo de 5-20 litros/min. El gas portador del polvo es nitrógeno. La aplicación se efectúa a una corriente de 200-600 A y un voltaje de 50-90 V. La distancia entre el dispositivo (36) y el objeto a revestir se establece entre 120 y 300 mm.

Cuando los elementos del relleno son anillos cilíndricos, la aplicación del revestimiento se efectúa convenientemente sobre tubos de diámetro adecuado, por ejemplo de acero al carbono, que son girados frente al aparato de pulverización hasta obtener un espesor predeterminado de material catalítico; una vez terminada la etapa de aplicación, los tubos revestidos se cortan en porciones iguales obteniendo con ello anillos cilíndricos caracterizados de acuerdo con la invención por tener la superficie externa y la superficie interna respectivamente revestida y sin revestir. La forma cilíndrica particularmente preferida de los anillos de la figura 2 se puede obtener empleando el procedimiento resumido en la figura 3. Los tubos de acero al carbono de diámetro adecuado (34) se disponen lado con lado para formar una estructura sustancialmente plana (35): un dispositivo de pulverización a la llama o con plasma (36), que puede moverse horizontal y verticalmente de forma paralela al plano principal de la estructura (35), se coloca frente a esta última. El desplazamiento automatizado del dispositivo (36) permite aplicar el revestimiento catalítico sobre los tubos (34) en forma de material pulverizado (37). Cuando la aplicación se lleva a cabo sobre una sola cara de la estructura (35), el corte da lugar a anillos que presentan aproximadamente 50% y toda la superficie interna libre de revestimiento catalítico. En cualquier caso, se comprobó que se obtienen los mejores resultados con el tipo de anillo mostrado en la figura 3 obtenido mediante corte de los tubos después de efectuar la aplicación del revestimiento catalítico sobre ambas caras de la estructura (35): en este caso, la porción sin revestir corresponde a toda la superficie interna del anillo y dos bandas externas laterales (29) correspondientes a las zonas de la estructura (35) inaccesibles al material pulverizado (37) debido al contacto entre pares de tubos adyacentes. Este tipo de anillo cilíndrico resultó ser óptimo para la descomposición de la amalgama debido probablemente a la proximidad entre las gotitas de amalgama en contacto con las bandas (29) y la superficie catalíticamente revestida (26).

A continuación se ofrece, como un ejemplo no limitativo, uno de los muchos ensayos experimentales realizados por los inventores.

Se sometieron a la aplicación de un revestimiento catalítico consistente en carburo de titanio, conjuntos de 50 piezas de acero al carbono del tipo Fe 410,2 que tienen una longitud de 1 m, un diámetro interno de 20 mm y un espesor de 1 mm, dispuestos en contacto mutuo entre sí para formar una estructura plana del tipo indicado como (35) en la figura 3 con un tamaño global de 1 m x 1 m. Los tubos fueron previamente chorreados con arena con hierro en polvo hasta obtener una rugosidad superficial de 30-40 $\mu$m, tras lo cual se sumergieron en ácido clorhídrico al 20% durante 10 minutos aproximadamente. La aplicación del revestimiento se llevó a cabo por medio de un aparato de plasma Plasmatechnik empleando polvo AMPERIT 570,3 proporcionado por H.C. Starck. El gas de origen para el plasma fue una mezcla de helio a una velocidad de flujo de 1,3 litros/min y nitrógeno a una velocidad de flujo de 2,5 litros/min. El gas portador para el polvo de carburo de titanio fue nitrógeno a una velocidad de flujo de 6,5 litros/min.

La corriente se estableció en 560 A aproximadamente, el voltaje en 62 V, la velocidad de traslación del dispositivo pulverizador (36) en 12 mm/min aproximadamente y el espacio de separación entre el dispositivo pulverizador y la estructura en 35 ± 1,50 mm.

La aplicación se terminó después de la deposición de 50-80 g/m$^2$ de carburo de titanio. Los tubos revestidos se cortaron entonces en anillos de 2 cm de longitud obteniendo un total de 125.000 piezas del tipo preferido ilustrado con detalle en la figura 2.

Los anillos se cargaron entonces en un desintegrador de una cuba industrial de 200 kA de 1.000 mm de diámetro, con una altura de relleno de 1.200 mm para un total de 90.000 anillos y una altura total de 2.100 mm.

El sistema desintegrador de amalgama de la cuba se puso entonces en marcha con los siguientes parámetros operativos principales detectados después de unas pocas horas en condiciones estables:

- corriente 200 kA
- voltaje de la cuba 4,2 V
- velocidad de flujo de mercurio 4,2 m$^3$/h
- concentración de sodio en la amalgama en la salida de la cuba 0,3%
- concentración de sodio en la salida del desintegrador de amalgama 0,004%
- concentración de sosa cáustica en la salida del desintegrador de amalgama 49,8% a 110ºC.

El funcionamiento se prolongó durante 6.000 horas más aproximadamente sin observarse ninguna variación importante. Después de este experimento, la cuba se detuvo y el desintegrador de la amalgama fue abierto e inspeccionado sin detectar problema alguno: en particular, la altura del relleno fue sustancialmente la misma que la medida al comienzo del experimento. Se retiró parte de los anillos reduciendo la altura del relleno a solo 830 mm. En estas nuevas condiciones operativas, se puso la cuba de nuevo en marcha y se recogieron de nuevo los datos operativos: se observó

que el funcionamiento del desintegrador de amalgama no varió, repitiéndose en particular los valores de concentración de sodio en la amalgama en la entrada y salida y de la concentración de sosa cáustica previamente obtenida con el relleno de 1.200 mm de altura. Además, las condiciones de funcionamiento permanecieron estables durante 5.700 horas más.

Esta segunda fase experimental demuestra la alta eficacia del relleno consistente en un acubamiento de anillos proporcionados con superficies humectables por la amalgama y superficies no humectables revestidas con catalizador, en donde dichas superficies están separadas macroscópicamente: dicha conclusión es demostrada por la capacidad de mantener un funcionamiento perfectamente regular incluso cuando el relleno se redujo en 30% aproximadamente, una condición que, en el caso de un relleno de grafito del estado de la técnica, conduciría a una concentración de sodio residual en el mercurio a la salida del desintegrador de la amalgama de aproximadamente 0,1%, lo cual es totalmente inaceptable para una operación electrolítica regular.

La descripción anterior no intenta limitar la invención, la cual se puede poner en práctica según diferentes modalidades sin desviarse por ello del alcance de la misma, y cuya extensión viene definida de manera inequívoca por las reivindicaciones adjuntas.

En toda la descripción y reivindicaciones de la presente solicitud, el término “comprenden” y variantes del mismo tales como “que comprenden” y “comprende” no intenta excluir la presencia de otros elementos o aditivos.

## REIVINDICACIONES

1. Un desintegrador de amalgama destinado a cubas electrolíticas del tipo que utilizan cátodo de mercurio que comprende un recipiente vertical provisto de un relleno catalítico interno para la descomposición con agua de la amalgama generada dentro de la cuba, **caracterizado** porque el relleno comprende una multiplicidad de elementos metálicos humectables por la amalgama cuya superficie está parcialmente sin revestir y proporcionada parcialmente con un revestimiento catalítico, siendo dicho revestimiento catalítico no humectable por la amalgama.

2. Un desintegrador de amalgama según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho metal humectable por la amalgama se elige del grupo consistente en hierro puro, acero al carbono, níquel y cobalto.

3. Un desintegrador de amalgama según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicho acero al carbono tiene un contenido en carbono por debajo de 0,1%.

4. Un desintegrador de amalgama según las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicho revestimiento catalítico comprende al menos un carburo metálico.

5. Un desintegrador de amalgama según la reivindicación 4, **caracterizado** porque dicho o dichos carburos metálicos son conductores de la electricidad.

6. Un desintegrador de amalgama según la reivindicación 4 o 5, **caracterizado** porque dicho o dichos carburos metálicos se eligen del grupo consistente en carburos de titanio, zirconio, niobio, tántalo, tungsteno y silicio.

7. Un desintegrador de amalgama según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicha multiplicidad de elementos comprende anillos cilíndricos, semi-anillos cilíndricos o anillos Raschig.

8. Un desintegrador de amalgama según la reivindicación 7, **caracterizado** porque dichos anillos cilíndricos tienen una superficie interna sin revestir y una superficie externa proporcionada parcialmente con un revestimiento catalítico.

9. Un desintegrador de amalgama según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicha superficie externa comprende dos bandas laterales sin revestir.

10. Un desintegrador de amalgama según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque dichos anillos cilíndricos tienen un diámetro y una longitud del orden, independientemente, de 10 a 40 mm.

11. Procedimiento para la fabricación de dicha multiplicidad de elementos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de aplicar dicho revestimiento catalítico a una parte de la superficie de dichos elementos mediante pulverización a la llama o con plasma de polvos, al mismo tiempo que se deja sin revestir otra parte de dicha superficie.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque dicha etapa de aplicación de dicho revestimiento catalítico por pulverización se lleva a cabo sobre la superficie externa de tubos posteriormente cortados en una multiplicidad de anillos.

13. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque dicha etapa de aplicación de dicho revestimiento catalítico por pulverización se lleva a cabo sobre al menos una superficie externa de una estructura compacta plana consistente en un conjunto de tubos, siendo cortada posteriormente dicha estructura plana en una multiplicidad de anillos.

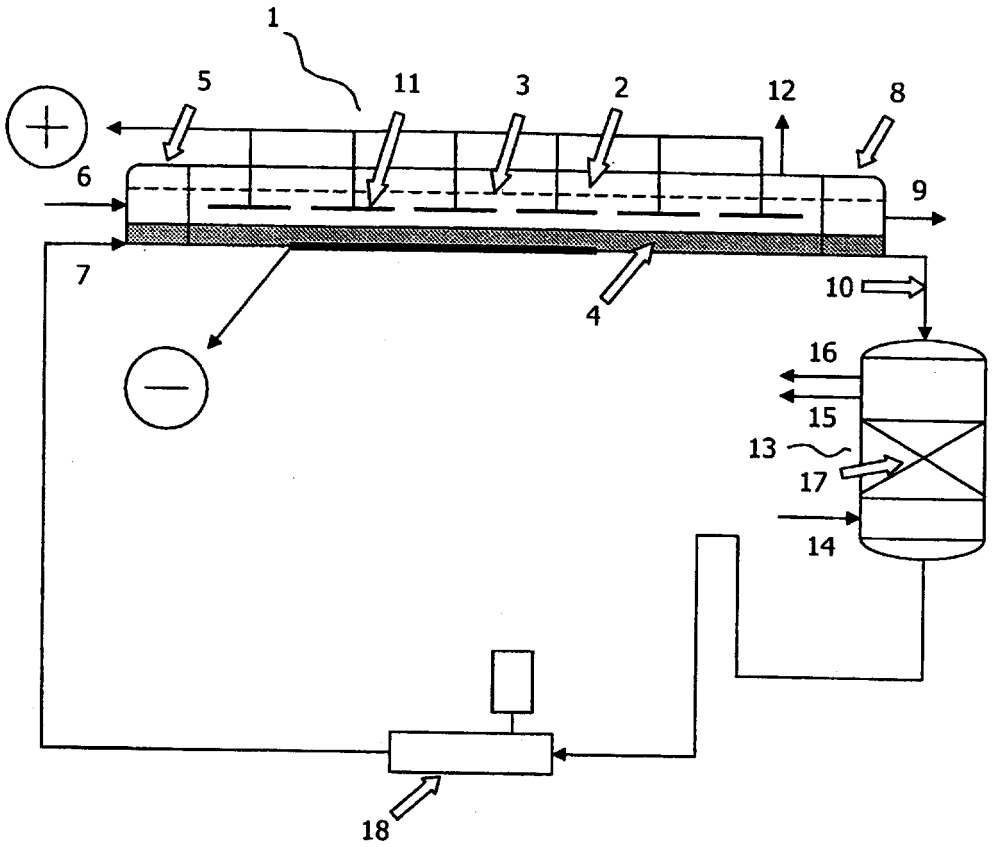



Fig. 1

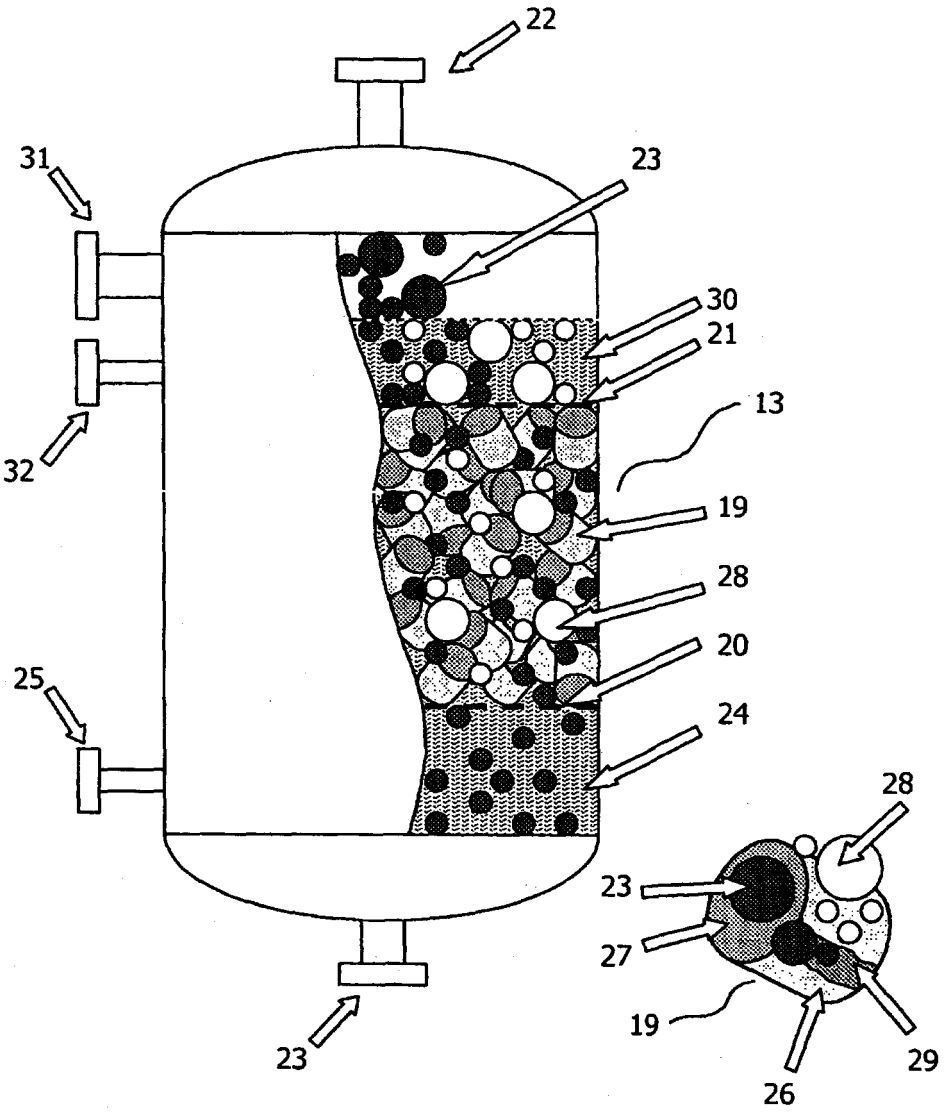



Fig. 2

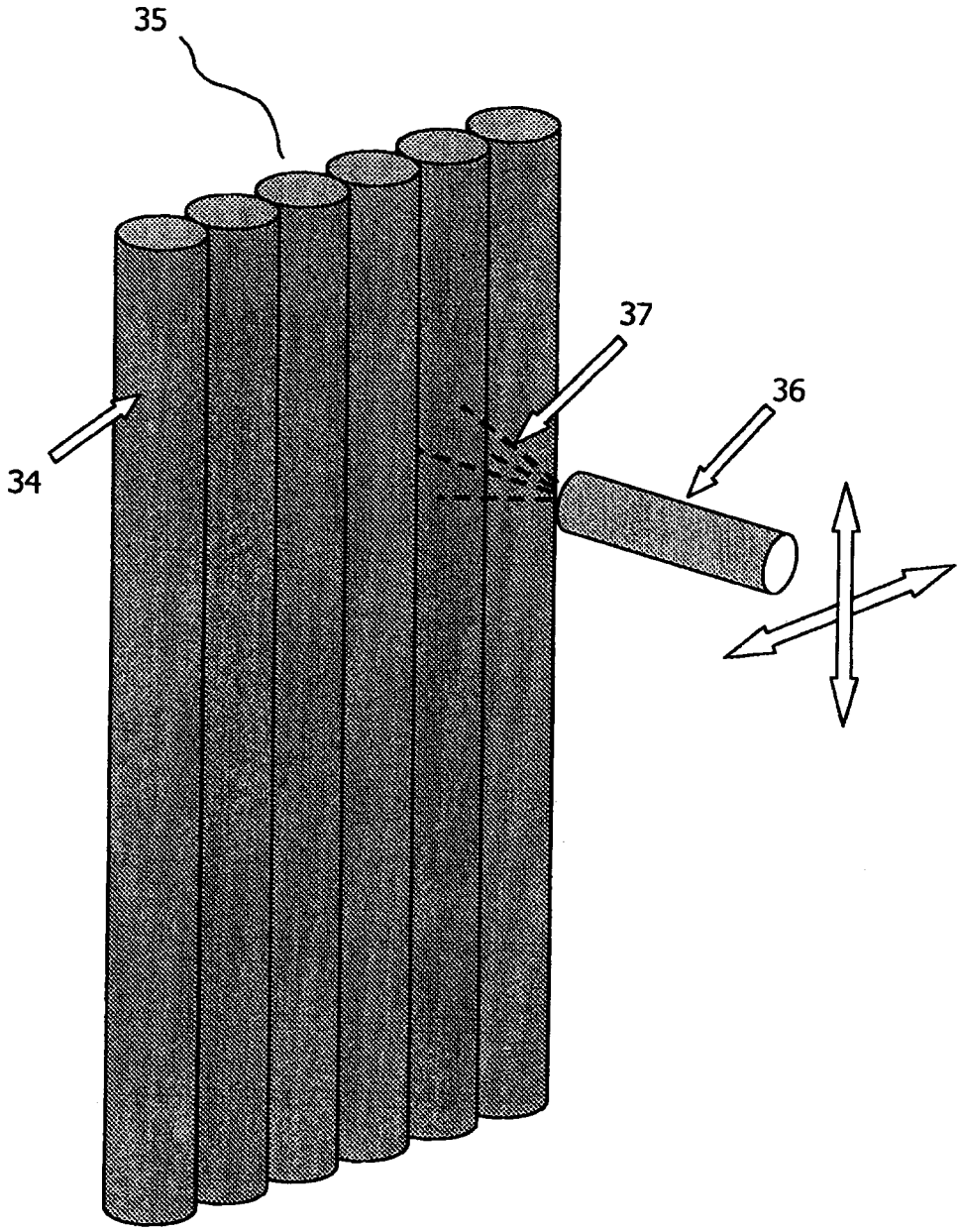



Fig. 3