

422735



P.- 56.647

O.No. 30930

OL 894 Hulkatode

MEMORIA DESCRIPTIVA

C25C

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de NORSK HYDRO a.s.

entidad noruega

establecida en Bygdøy alle 2, Oslo 2, Noruega

por: "UN APARATO ELECTROLIZADOR".

(Clase Internacional C22d)



Esta invención se refiere a un método para la producción de metales por electrolisis en sal fundida de cloruros metálicos, y más particularmente a un método de producción de magnesio y cloro a partir de una sal fundida que contiene cloruro de magnesio. Además, la invención se refiere a un electrolizador que tiene cátodos de doble efecto para llevar a cabo el método.

En la producción ordinaria de magnesio por electrolisis en sal fundida de cloruro de magnesio, el electrolito circula en un circuito cerrado entre la zona de electrolización y lo que puede recibir el nombre de zonas externas. Esta circulación natural probablemente es esencial debido al efecto de ascensión del gas. Uno de los requisitos principales para llevar a cabo la electrolisis de cloruro magnésico y para la construcción de células electrolíticas para ésta, es que los dos productos, magnesio y cloro, puedan ser recogidos con un mínimo de pérdidas. Dado que la recombinación de los productos es una posibilidad obvia de pérdida, se considera muy importante evitar ésta buscando una separación rápida y completa del magnesio y el cloro. Habitualmente el gas se elimina primeramente de la mezcla de electrolito/metal en una zona de separación de gas y el metal se retira después del



electrolito en una zona de separación de metal.

5 En los electrolizadores IG clásicos para la electrolisis de cloruro magnésico, el gas cloro y el metal producidos se mantienen separados por medios de pantallas especiales denominadas diafragmas, que divi- den cada célula en zonas para recoger cloro y magne- sio respectivamente. Por consiguiente, un electroliza- dor que tiene una pluralidad de células tiene un cier- to número de zonas de recogida de gas y de metal.

10 Sin embargo, el desarrollo ha tomado una di- rección encaminada hacia tipos mayores y más eficaces de electrolizadores que tienen cátodos de doble efec- to, en donde el gas que procede de las células se re- coge en una zona común y en donde el flujo natural se
15 utiliza también para transportar el metal y el electro- lito desde cada célula a una zona común de separación y recogida de metal. Los electrolizadores que funcio- nan conforme a este principio comprenden tres zonas
20 principales, la zona de electrolisis, la zona de sepa- ración de gas y la zona de separación de metal. La ex- presión "zona de separación de gas" se destina en esta Memoria a significar la zona situada en la parte supe- rior del cátodo o inmediatamente por encima de los cá- todos. En esta zona, el flujo ascendente de sal fundi-
25 da es desviado espectacularmente, como se describe adi-



5 cionalmente más adelante. Las dos zonas mencionadas
primeramente están separadas, en principio, de la úl-
tima zona mencionada por una pared divisoria. Esta pa-
red divisoria tiene aberturas en su extremo inferior
para permitir que el electrolito circule a la zona de
electrolisis. Además, se proporcionan aberturas en
el extremo superior, aun cuando por debajo de la super-
ficie del electrolito, a través de cuyas aberturas el
electrolito y el metal de magnesio formado pueden cir-
10 cular desde las zonas de separación de gas a la zona
de recogida de metal. Un electrolizador de este tipo
se muestra y describe, entre otros lugares, en la Pa-
tente Noruega No. 123.727.

15 Es característico de todas las versiones de
este diseño de electrolizador conocido que tiene una
zona de separación de metal común para un cierto núme-
ro de células y un transporte unificado de electrolito
y metal a ésta, el que la comunicación entre la zona
de separación de gas y la zona de separación de metal
20 tiene lugar mediante "aberturas de ventana" al nivel
de la superficie del electrolito, en la pared diviso-
ria allí existente. Esta solución tiene un cierto nú-
mero de puntos débiles evidentes.

25 El metal que se produce en lugares remotos
de la abertura tendrá un tiempo de permanencia relati-



21 MAR 1974

vamente largo en un electrolito lleno de gas, con un riesgo consiguiente incrementado de recombinación. La corriente principal del electrolito en la zona de electrolisis es diagonal, de modo que el gas se mueve en gran parte hacia la pared divisoria y puede seguir con facilidad al electrolito a través de la abertura. Existe una posibilidad pequeña de controlar la velocidad del electrolito en el frente y en la abertura, de modo que es difícil conseguir una diferencia suficiente entre los vectores de velocidad de la burbuja de gas y el electrolito y una separación eficaz de gas, como consecuencia, del electrolito y el metal.

Este principio fundamental conocido de diseño del electrolizador complica el equilibrio de un tiempo de permanencia que se desea sea lo más corto posible para el metal en las zonas de electrolisis y de separación de gas, y un mínimo deseable de transferencia de gas a la zona de separación de metal.

Estos problemas han buscado su solución de diversos modos. Por ejemplo, se ha propuesto usar una distancia creciente entre los electrodos en la dirección de la pared divisoria, disminuir la altura de los electrodos en la misma dirección y eliminar parcialmente cloro por succión a través de los ánodos, separándose entonces una mayor cantidad cerca de la pared



divisoria.

Además, es conocido permitir que el metal se separe en cada célula y dejar después que el metal sea transferido mediante cubetas invertidas a una zona común de recogida de metal. Las ventajas evidentes de tener pocas zonas de recogida de gas y de metal se utilizan también en este caso. Un electrolizador basado en este principio se muestra y describe, entre otros lugares, en la Patente Noruega N° 87.636.

En esta construcción de la célula, las zonas de separación del gas y del metal son, hablando prácticamente, idénticas o coincidentes. Esto limita las posibilidades de conseguir un gran diferencia en los vectores de velocidad de la burbuja de gas, de la gotita de metal y del electrolito en las regiones críticas. Por consiguiente, otra vez resulta muy complicado el equilibrio entre un tiempo de permanencia lo más corto posible para el metal en las zonas de electrolisis y de separación de gas, y la transferencia menor posible de gas a la zona de recogida de metal. Aún con un ajuste óptimo de los parámetros en cuestión, la circulación resultante que puede ser proporcionada por esta construcción conocida conducirá, sin duda, a una pérdida considerable de gas.

El fin de la presente invención es efectuar



una acumulación de los dos productos principales, magnesio y cloro, en un número pequeño de zonas con un mínimo de pérdidas debidas a su recombinación, proporcionando una separación rápida y completa de gas y de metal. Más particularmente entonces, un fin de la invención es proporcionar un método que proporciona una posibilidad extensa de variar las velocidades de flujo en la región crítica en que ha de tener lugar la separación de gas.

Otras ventajas y fines de la invención serán evidentes de la descripción que figura a continuación.

Conforme a la invención se considera realizar el fin principal de la misma permitiendo que el electrolito y el metal circulen en dirección sustancialmente opuesta a la de las burbujas de gas durante la separación del gas, de modo que los vectores de velocidad en cuestión serán, por ello, tan diferentes como es posible. Este método, como se define en las reivindicaciones de la Patente que se acompañan, se caracteriza porque el metal junto con el electrolito se separan de la corriente de gas cloro ascendente siendo desviados en una dirección sustancialmente opuesta a la dirección de las burbujas de gas que ascienden, haciéndose que el metal y el electrolito circulen, uti-



lizando la convección natural, a través de aberturas
o conductos dispuestos en cada cátodo, cuyos conduc-
tos terminan cerca o en la zona de separación o reco-
gida de metal adyacente, después de lo cual el electro-
5 lito continúa circulando hacia las zonas de electroli-
sis a través de aberturas dispuestas cerca del fondo
del electrolizador, ascendiendo el metal separado a
la superficie de la zona de recogida de metal, como
se sabe per se.

10 La invención se refiere también a un electro-
lizador para llevar a cabo el método, que tiene cáto-
dos de doble efecto y una pared divisoria entre la zo-
na de electrolisis y la zona de separación de gas en
un lado, y la zona de separación de metal en el otro,
15 estando dispuestos en cada cátodo uno o más conductos
que proporcianan comunicación entre las zonas de sepa-
ración de gas y la zona de separación de metal.

Las aberturas de entrada de los conductos
están situadas, de preferencia, en el plano horizontal
20 de las partes superiores de los cátodos, estando situa-
das las aberturas de salida en el plano vertical de
la pared divisoria.

El método de la invención da como resultado
que la corriente en la zona de electrolisis, que es
25 el espacio existente entre ánodo y cátodo, sea sustan-



cialmente en dirección vertical ascendente. No existe tendencia a un efecto diagonal. Básicamente esta es la configuración del flujo más "correcta", lo que separará gas y metal de aquella zona en un mínimo de tiempo. En la región situada por encima del cátodo, que constituye aquí la zona de separación de gas, la corriente de electrolito y metal efectúan un giro de 180° y continúa verticalmente hacia abajo. Básicamente ésta es la mejor solución con objeto de separar el gas del líquido rápida y completamente. La corriente de electrolito y metal continúa después dentro del cátodo hacia la zona de separación de metal sin interferir con las condiciones existentes en la zona de electrolisis y de separación de gas.

La elección del lugar y forma de la abertura de entrada del conducto permite conseguir un elevado grado de control de las velocidades de flujo en la zona de separación de gas. Variando la anchura de la parte superior del cátodo y de la rendija de salida las velocidades pueden ser ajustadas de modo que el metal puede separarse fácilmente de la zona de separación de gas por el electrolito, mientras que el gas es retenido. Además, la construcción da como resultado que la región total situada por encima del cátodo funciona como una zona de separación de gas, en contra-



posición a células que tienen la abertura de ventana habitual. Así pues, no existe la necesidad de provisiones tales como, por ejemplo, disminuir la altura del electrodo hacia la pared divisoria o aumentar la zona
5 de desgasificación en las proximidades de la misma.

La rápida y eficiente separación de gas de la mezcla de electrolito/metal conseguida por la invención proporciona un cierto número de posibles ventajas.

La disminución del tiempo de contacto entre
10 el gas y el metal hace disminuir el grado de recombinación aumentando por ello la eficacia de corriente de la electrolisis.

La transferencia reducida de gas a la zona de recogida de metal significa una pérdida real inferior de gas y hace disminuir los problemas de contaminación ocasionados por tal pérdida de gas.
15

La eficacia de corriente mejorada, así como también la pérdida de gas disminuida, representa, cada una de ellas, reducciones en el costo.

En la descripción que figura a continuación,
20 la invención será descrita con mayor detalle en relación con una realización de un electrolizador que es particularmente adecuado para llevar a cabo una circulación del electrolito conforme a la invención y que
25 se muestra en el dibujo que se acompaña.



En el dibujo, la Figura 1 es un corte horizontal de un electrolizador que tiene cátodos de doble efecto conforme a la invención.

5 La Figura 2 es un corte vertical a lo largo de la línea A-A en la Figura 1.

La Figura 3 es un corte vertical a lo largo de la línea B-B en la Figura 2.

10 Los ángulos 1 y los cátodos 2 están dispuestos alternativamente de modo que ambos tipos de electrodos son de doble efecto. La zona de electrolisis se muestra mediante la designación numeral 3, la zona de separación de gas mediante 4 y la zona de separación de metal mediante 5. El conducto existente en el cátodo hueco 6 tiene una entrada en 7 y una salida en
15 8. La abertura de entrada del conducto está situada en el plano horizontal de la parte superior del cátodo, mientras que la abertura de salida está situada en el plano vertical de la pared divisoria. El cátodo está soportado por la placa de soporte 9. La pared divisoria ha sido designada por 10. Un extremo superior
20 inclinado de los cátodos 2 está indicado en 11, donde los cátodos se extienden por debajo de la división 10, y en 12, se muestra que el fondo interior del cátodo está en declive.

25 La configuración del flujo de la construcción



de la célula se indica mediante flechas. Principalmente como resultado del desprendimiento de gas en el ánodo, el electrolito circula, juntamente con el gas y el metal formado en el cátodo, verticalmente hacia arriba en la zona de electrolisis. En la zona de separación de gas la corriente de electrolito/metal hace un giro de 180° circulando verticalmente hacia abajo al conducto dispuesto en el cátodo. Seleccionando las dimensiones apropiadas de la parte superior del cátodo y de la abertura de entrada del conducto, se consigue, según se ha indicado, que el gas, practicamente hablando, deje completamente el líquido mientras que el metal seguirá la corriente de electrolito. Dentro del cátodo la corriente de electrolito/metal efectúa un giro de 90° antes de entrar en la zona de separación de metal. En la última, el metal se separa, asciende a la superficie del electrolito y permanece allí. El electrolito circula hacia abajo, gira circulando bajo los electrodos y desde allí retorna a la zona de electrolisis.

Se comprenderá que el electrolizador mostrado en las Figuras 1-3 representa solamente una realización preferida de un electrolizador usado para llevar a cabo el método de la invención en la práctica y que pueden ser empleadas otras construcciones y mo-



dificaciones que proporcionen una relación adecuada de los parámetros que tienen influencia sobre la configuración del flujo. Por ejemplo, los cátodos pueden estar provistos de cierto número de conductos y sus aberturas de entrada así como también sus aberturas de salida en la zona de separación del metal, pueden ser variados para que se acomoden a la configuración del flujo que se desea obtener.

Para mostrar el valor práctico de la invención, se llevaron a cabo ensayos de operación a gran escala usando células de electrolisis con y sin cátodos huecos.

Ejemplo 1

En un electrolizador que tiene cátodos de doble efecto designados como se muestra en las Figuras 1, 2 y 3, se electrolizó un fundido de sal constituido esencialmente por $MgCl_2$, $CaCl_2$, $NaCl$ y KCl . La concentración de $MgCl_2$ era, por término medio, de 15% en peso aproximadamente y la proporción en peso de $(NaCl+KCl)/CaCl_2$ era de 1,4 aproximadamente. La temperatura del baño fundido era 730°C y la densidad de corriente de 80 kA. Al estabilizarse las operaciones, se obtuvieron los resultados siguientes:



	Voltaje de la célula	4,9 V
	Densidad media de corriente	0,46 amperios/cm ²
	Consumo de energía	13,8 kWh/kg Mg
5	Pérdida de cloro desde la zona de separación de gas a la zona de separación de metal	0,01 kg Cl ₂ /kg Mg

Ejemplo 2

Se repitió el ensayo del Ejemplo 1, excepto que se empleó un electrolizador que tenía cátodos sólidos convencionales y que poseía "aberturas de ventana" en la pared divisoria a nivel de la superficie del electrolito para que el electrolito circulase a la cámara de recogida de metal.

Resultados:

	Voltaje de la células	4,9 V
	Densidad media de corriente	0,46 amperios/cm ²
	Consumo de energía	13,8 kWh/kg Mg
	Pérdida de cloro	0,1 kg Cl ₂ /kg Mg

Así pues, los ensayos muestran que por medio de la invención se consigue una separación de gas cloro del electrólito sustancialmente mejorada, por cuanto la transferencia de gas cloro a la zona de recogida de metal se redujo en un 90%.

10 25 118
- 3 ABR 1975

to se proveen de uno o más conductos para proporcionar una comunicación entre la zona de separación de gas y la zona de separación de metal.

5 2ª.- Un aparato electrolizador según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dicho conducto o conductos tiene/tienen aberturas de entrada cerca de o en el plano horizontal de la parte superior del cátodo.

10 3ª.- Un aparato electrolizador según la reivindicación 2ª, caracterizado porque los cátodos tienen paredes dobles y son huecos con una sección transversal de forma de U y tienen la parte superior del cátodo abierta, estando extendidos a través de la pared divisoria vertical, de modo que las aberturas de salida de dichos conductos están en el plano vertical de dicha pared divisoria.

15 4ª.- Un aparato electrolizador según la reivindicación 3ª, caracterizado porque en la porción extendida de los cátodos, los conductos se proveen con un techo en pendiente hacia abajo.

20 5ª.- Un aparato electrolizador según la reivindicación 4ª, caracterizado porque la parte del fondo de dichos conductos se hace ligeramente en declive hacia la pared divisoria.

6ª.- UN APARATO ELECTROLIZADOR.

Tal y como se ha descrito en la Memoria

ME 25

24-3-75

10
- 3 ABR 1975
10

que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas a máquina por una sola cara.

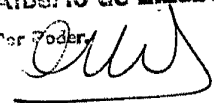
5

Madrid,
P.A.

- 3 ABR. 1975

Alberto de Elcoburu

Per Poder



10

mE

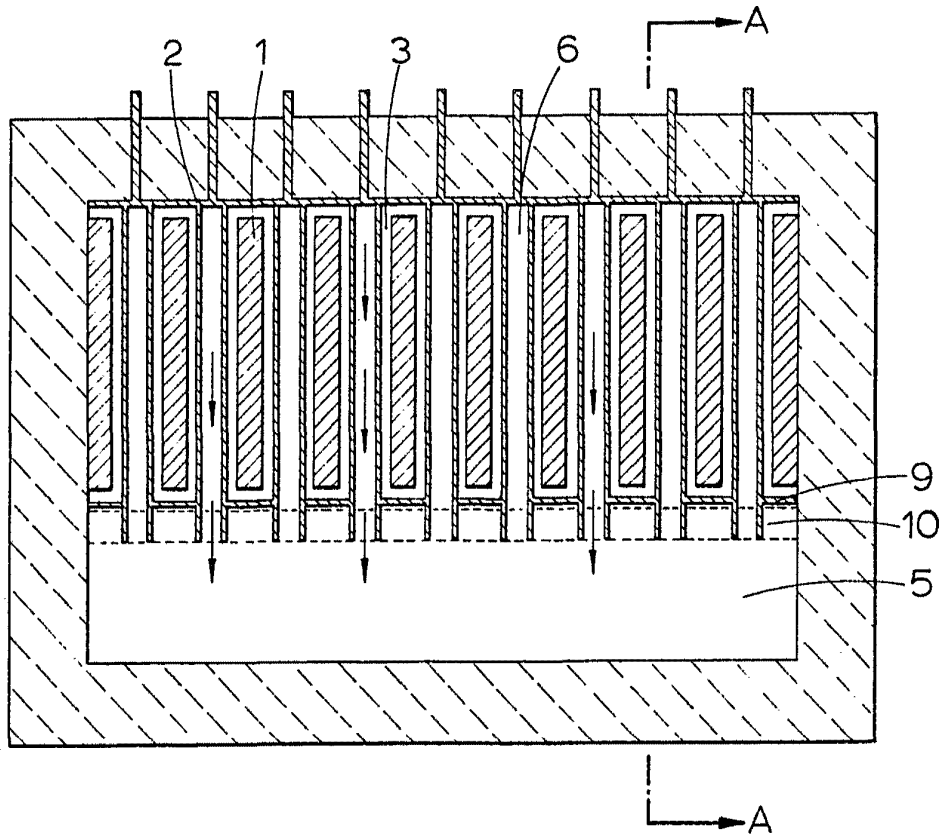
24-3-75
ecv.

- 17 -

4.56607



Fig. 1.



Alberto de *[Signature]*
Per Fogli

Fig. 2.

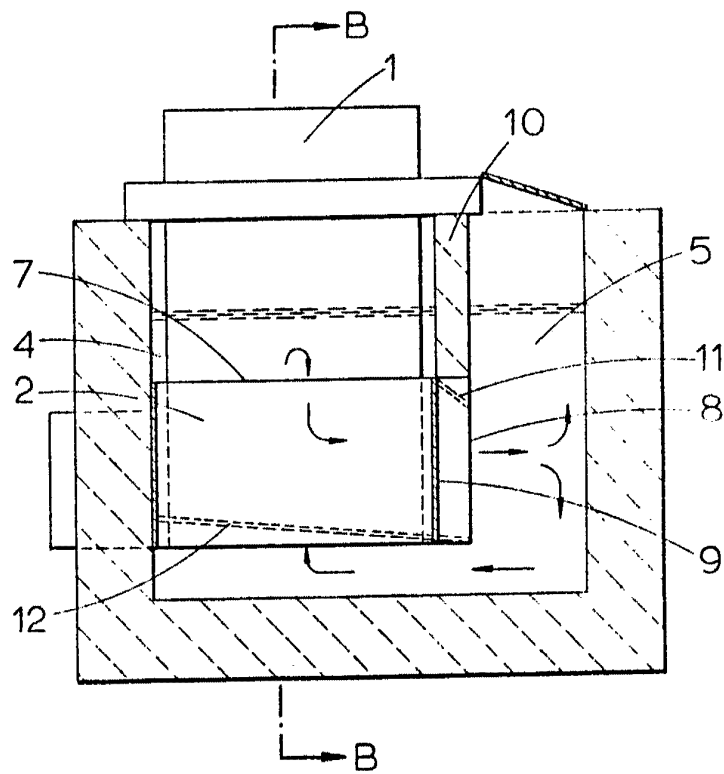
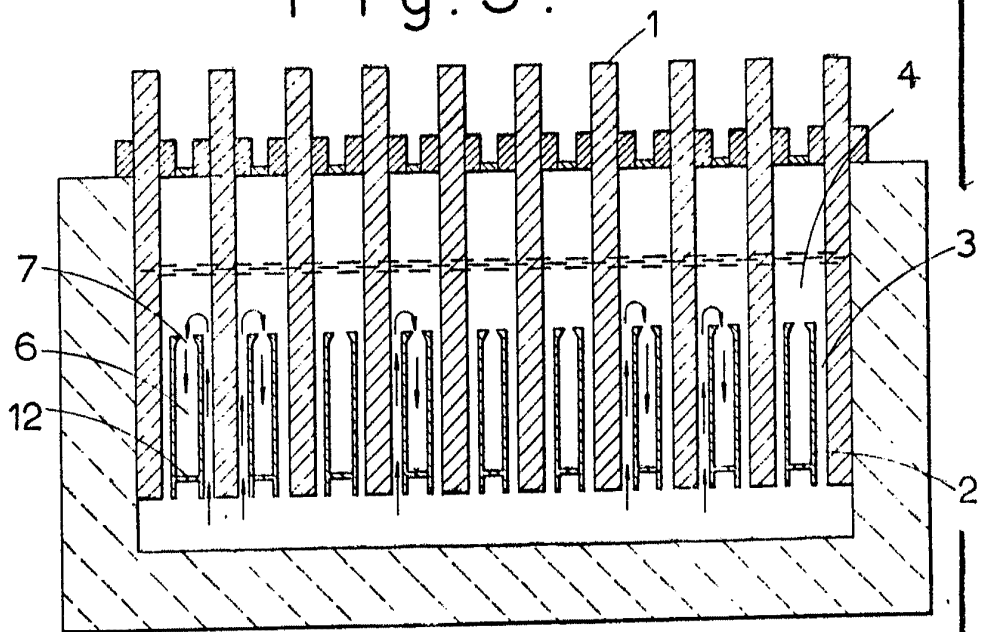


Fig. 3.



Alberto de Elzaburu
Pat. 21447