

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

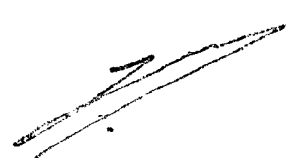
N.º 100.253

REQUERENTE: SOLVAY (Société Anonyme), belga, industrial e comercial,
com sede em 33, Rue du Prince Albert, B-1050 Bruxelles,
Bélgica.

EPÍGRAFE: "ELECTRODO BIPOLAR PARA ELECTROLISADOR DO TIPO SERIE E
ELECTROLISADOR DO TIPO SERIE"

INVENTORES: Frédéric MURET e Emile CABARAUX

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883. O primeiro pedido desta patente foi apresentado
na Bélgica, em 20 de Março de 1991, sob o No. 09100262.



Descrição referente à patente de invenção de SOLVAY (Société Anonyme), belga, industrial e comercial, com sede em 33, Rue du Prince Albert, B-1050 Bruxelles, Bélgica, para:

"ELECTRODO BIPOLAR PARA ELECTROLISADOR DO TIPO SÉRIE E ELECTROLISADOR DO TIPO SÉRIE"

A presente invenção refere-se a electrolisadores do tipo série, de eléctrodos bipolares.

Refere-se mais particularmente a um eléctrodo bipolar destinado aos referidos electrolisadores.

Os electrolisadores do tipo série são geralmente constituídos por uma sucessão de células de electrólise elementares, separadas por eléctrodos bipolares. Cada célula elementar compreende um ânodo e um cátodo, e cada eléctrodo bipolar compreende uma parede comum às duas células elementares contiguas e suporta o ânodo de uma destas 2 células e o cátodo da outra célula. Para este efeito a parede comum referida acima é habitualmente formada por 2 placas de metais diferentes, soldadas uma à outra. No caso de electrolisadores utilizados para a electrólise de soluções aquosas de cloreto de sódio, a placa que suporta o ânodo é geralmente de titânio, sendo a

outra placa de ferro, de aço, de níquel ou de uma liga destes metais. A presença de uma placa de titânio soldada a uma placa de um metal diferente pode conduzir a dificuldades na exploração do electrolisador. Estas dificuldades estão associadas à produção de hidrogénio atómico sobre o cátodo no decurso da electrólise; uma parte do hidrogénio atómico migra através das placas da parede comum e forma hidreto de titânio no seio da placa de titânio, o que tem como resultado torná-la frágil. Por outro lado, há o risco da formação de hidrogénio molecular na junção das placas da parede metálica, conduzindo a tensões mecânicas internas susceptíveis de fissurar as placas ou de destruir localmente a junta de soldadura que assegura a sua junção.

Para remediar este inconveniente foi proposto interpôr entre as 2 placas uma folha de um material de barreira tendo a propriedade de se opôr a uma migração do hidrogéneo atómico até à placa de titânio. Para o material de barreira foi proposto o tungsténio, o zinco, o boro, o silício, o cádmio, o carbono, o germânio e o alumínio (patente BE-A-815 411). Se bem que remedeie a formação do hidreto de titânio, esta solução não evita a formação de bolsas de hidrogénio molecular na junção da placa catódica e da folha do material de barreira.

Procurou-se então manter um afastamento entre as 2 placas da parede vertical, de maneira a criar uma câmara vertical para a evacuação do hidrogénio depois da sua migração através da placa que suporta o cátodo (patente US-A-4 088 551). Nesta montagem conhecida a ligação eléctrica entre as 2 placas da parede vertical comum às 2 células é assegurada por meio de pontes metálicas repartidas a intervalos regulares sobre a superfície das placas e soldadas a estas. Este eléctrodo bipolar apresenta o duplo inconveniente de ter uma resistência

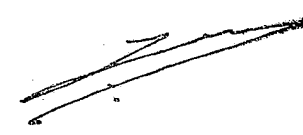
eléctrica global elevada e de originar, no decurso da utilização num electrolisador, uma distribuição heterogénea da corrente eléctrica sobre a superfície das placas.

Na patente GB-A-2 027 053 dispõem-se as 2 placas do eléctrodo de um lado e de outro de um bloco de grafite porosa, interpõe-se uma película de um material polimérico entre o bloco de grafite e cada uma das placas e comprime-se o conjunto para tornar solidário o bloco de grafite com as placas. O eléctrodo bipolar assim obtido apresenta uma conductibilidade eléctrica medíocre. A sua construção é por outro lado complicada.

Os eléctrodos bipolares conhecidos que acabam de ser descritos apresentam a particularidade comum de implicar operações de soldadura e de colagem, o que complica a sua construção e agrava o seu preço. A sua desmontagem para substituir componentes defeituosos do eléctrodo, por exemplo para regenerar um revestimento activo sobre o ânodo de titânio, é difícil ou mesmo impossível na maioria dos casos.

A invenção remedeia os inconvenientes descritos acima revelando um eléctrodo bipolar de concepção nova, que concilia uma fraca resistência eléctrica, um escape eficaz de um gás que migra para o interior da parede comum do eléctrodo bipolar, e uma construção simplificada permitindo uma montagem e uma desmontagem rápidas e fáceis da parede comum do eléctrodo bipolar.

Por consequência a invenção refere-se a um eléctrodo bipolar para células de electrólise, compreendendo 2 placas metálicas dispostas paralelamente face a face uma em



relação à outra e ligadas uma à outra por um órgão de acoplamento eléctrico, suportando uma das placas um ânodo e suportando a outra placa um cátodo; de acordo com a invenção o órgão de acoplamento eléctrico compreende por um lado uma massa sólida, condutora de electricidade e mantida sob pressão entre as duas placas e, por outro lado, um meio de aquecimento da massa a uma temperatura pelo menos igual à sua temperatura de fluidificação.

No eléctrodo de acordo com a invenção as duas placas metálicas e a massa sólida constituem a parede comum, já mencionada, do eléctrodo bipolar. O ânodo e o cátodo podem ser constituídos, pelo menos em parte, por placas, ou em alternativa podem compreender elementos metálicos, por exemplo chapas, fixadas às placas como é sugerido na Patente US-A-4 088 551. As placas devem ser realizadas num material condutor de electricidade e susceptível de resistir às condições mecânicas, térmicas e químicas que reinam normalmente nos electrolisadores aos quais são destinadas. Por exemplo, quando são destinadas a electrolisadores para a electrolise de soluções aquosas de cloreto de sódio, a placa que suporta o ânodo pode ser realizada num metal que possa produzir uma película, escolhido entre o titânio, o tântalo, o nióbio, o zircónio e o tungsténio, e a placa que suporta o cátodo pode ser construída num material escolhido entre o ferro, o níquel, o cobalto e as ligas destes metais. Nos casos em que a placa de metal que forma película constitui uma parte pelo menos do ânodo, esta placa é recoberta, sobre uma parte pelo menos da sua superfície, por um revestimento condutor de electricidade apresentando uma fraca sobretensão à oxidação dos iões cloreto. Este revestimento pode ser escolhido, por exemplo, entre os metais do grupo da platina (platina, ruténio, ródio, paládio, irídio, ósmio) as ligas destes metais e os seus óxidos;



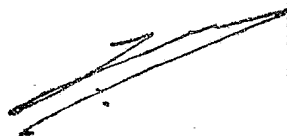
pode compreender com vantagem cristais mistos de óxido de metal do grupo da platina e de óxido de metal formador de película.

As duas placas do eléctrodo bipolar estão dispostas em frente uma da outra e estão aplicadas sob pressão contra uma massa sólida, condutora de electricidade, que está disposta entre elas. A massa sólida apresenta a particularidade de fluir desde que a sua temperatura atinja um valor crítico, superior à temperatura atingida na referida massa durante a utilização normal do eléctrodo num processo de electrólise.

O meio de aquecimento é qualquer dispositivo susceptível de aquecer a massa sólida a uma temperatura igual ou superior à sua temperatura de fluidificação, desde que a resistência eléctrica entre as duas placas ultrapasse um valor crítico pré-determinado.

De harmonia com uma primeira forma de realização da invenção, o meio de aquecimento pode consistir, por exemplo, numa serpentina que está disposta em torno ou no interior da massa sólida e que é percorrida por um fluido portador de calor, por exemplo vapor sobreaquecido. Como variante o meio de aquecimento pode também compreender um aparelho de aquecimento por indução eléctrica.

Nesta forma de realização da invenção o meio de aquecimento pode ser comandado por uma medida da resistência eléctrica do eléctrodo ou por uma medida de um outro parâmetro ligado à resistência eléctrica, por exemplo a tensão eléctrica ou a temperatura. Durante a utilização do eléctrodo num processo de electrólise, se uma bolsa de gás se vier a interpôr entre a massa e pelo menos uma das placas, a resistência eléctrica global do eléctrodo aumenta em função do volume da



bolsa de gás e, logo que atinja um valor crítico, o meio de aquecimento entra em acção para fazer fluir a massa sólida que se deforma então sob a acção da pressão exercida pelas placas, permitindo à bolsa de gás escapar-se; resulta daqui uma diminuição imediata da resistência do eléctrodo e uma diminuição correspondente da sua temperatura que desce assim de novo abaixo do valor crítico. A massa sólida condutora da electricidade preenche então uma dupla função: por um lado serve para assegurar uma ligação eléctrica entre as duas placas; por outro lado assegura uma evacuação das bolsas de gás que se formem entre as placas metálicas e a massa sólida.

Numa forma de realização particular do eléctrodo de acordo com a invenção o meio de aquecimento da massa sólida consiste no efeito Joule gerado durante a utilização do eléctrodo num processo de electrólise. Durante a utilização normal do eléctrodo num electrolisador que trabalha em condições normais, o calor libertado por efeito Joule na massa sólida é insuficiente para que esta atinja a temperatura de fluidificação. Se se formar uma bolsa de gás na interface entre a massa sólida e uma das placas, a resistência global do eléctrodo aumenta em função do volume da bolsa de gás e o calor libertado por efeito Joule na massa sólida cresce proporcionalmente até um valor para o qual a temperatura da massa sólida iguala ou ultrapassa a temperatura de fluidificação.

Se as restantes condições permanecerem inalteradas, a escolha da massa sólida depende da temperatura de fluidificação desta, que é por sua vez definida em função das características construtivas do eléctrodo (nomeadamente das dimensões das placas e da sua resistividade eléctrica) e das condições normais de utilização para as quais foi prevista

(nomeadamente a densidade de corrente eléctrica e a temperatura que reina no electrolisador). De uma forma geral, no caso de eléctrodos bipolares destinados à electrólise de soluções aquosas, sugere-se escolher uma massa sólida cuja temperatura de fluidificação se situe entre 75 e 200°C, sendo mais apropriadas as temperaturas compreendidas entre 100 e 150°C. Por outro lado, uma vez atingida a temperatura de fluidificação, o escape de uma bolsa de gás da massa sólida irá depender de diversos parâmetros (viscosidade da massa sólida, massa volúmica da massa sólida, densidade do gás, volume da bolsa de gás, pressão exercida pelas placas sobre a massa sólida). Preconiza-se escolher uma pressão compreendida entre 1000 e 3000 MPa à temperatura de fluidificação, sendo os mais apropriados os valores compreendidos entre 1500 e 2000 MPa.

A massa sólida interposta entre as duas placas pode ser uma massa metálica ou uma massa de um polímero termoplástico contendo um material de carga condutor da electricidade, por exemplo partículas metálicas ou fibras de carbono.

Numa forma de realização particular do eléctrodo de acordo com a invenção utiliza-se uma massa metálica cuja temperatura de fusão iguala a temperatura do meio de aquecimento. Nesta forma de realização do eléctrodo de acordo com a invenção a massa sólida deve estar encerrada num receptáculo solidário com as placas e destinado a reter a massa quando esta está num estado fundido.

Prefere-se, de harmonia com uma outra forma de realização da invenção, utilizar uma massa sólida que, à temperatura do meio de aquecimento, flua no estado pastoso. O chumbo e as ligas de chumbo constituem exemplos de massas

sólidas utilizáveis nesta forma de realização do eléctrodo de acordo com a invenção.

No eléctrodo bipolar de acordo com a invenção as duas placas devem estar solidárias a um chassis comum ou uma à outra, de modo a comprimir a massa sólida entre elas. Para este efeito, numa forma de realização preferida do eléctrodo de acordo com a invenção, as duas placas são ligadas entre si por tirantes mantidos sob tensão. Nesta forma de realização os tirantes podem ser barras metálicas soldadas às placas. Prefere-se todavia utilizar uma montagem por pernos e porcas.

O eléctrodo bipolar de acordo com a invenção apresenta a vantagem apreciável de poder ser desmontado e remontado fácil e rapidamente quando se verificar, por exemplo, ser necessário substituir um ânodo ou um cátodo defeituosos. Apresenta por outro lado a particularidade vantajosa de suportar tolerâncias menos severas no que se refere à fabricação das placas e da massa sólida; com efeito, quando da primeira utilização em serviço de um eléctrodo que apresente imperfeições importantes no contacto entre as placas e a massa sólida, estas imperfeições ocasionam uma subida momentânea da resistência eléctrica e uma fusão concomitante da massa sólida que vai compensar as referidas imperfeições.

O eléctrodo de acordo com a invenção é especialmente destinado ao equipamento de electrolisadores do tipo série, com eléctrodos bipolares.

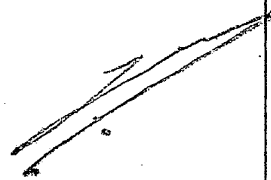
A invenção refere-se pois igualmente a um electrolisador do tipo série compreendendo uma sucessão de células de electrólise elementares separadas por eléctrodos

bipolares de acordo com a invenção, compreendendo os referidos eléctrodos bipolares, cada um, duas placas metálicas verticais que estão dispostas frente uma à outra, de um lado e do outro de uma massa sólida condutora de electricidade, mantida sob pressão entre as duas placas e compreendendo um meio de aquecimento da referida massa a uma temperatura pelo menos igual à sua temperatura de fluidificação, suportando uma das placas um ânodo de uma das células elementares, e suportando a outra placa um cátodo da célula elementar adjacente.

No electrolisador de acordo com a invenção as duas placas de cada eléctrodo bipolar e a massa sólida situada entre elas constituem uma parede comum a duas células de electrólise elementares consecutivas,

O electrolisador de acordo com a invenção é especialmente adaptado aos processos de electrólise de soluções aquosas de halogenetos de metais alcalinos, nomeadamente de cloreto de sódio ou de potássio. Tem uma aplicação interessante para a produção de hidrogénio e de soluções aquosas de clorato de sódio por electrólise de soluções aquosas de cloreto de sódio. Tem outra aplicação interessante para a produção de cloro, de hidrogénio e de soluções aquosas de hidróxido de sódio por electrólise de soluções aquosas de cloreto de sódio. Nesta outra aplicação do electrolisador de acordo com a invenção cada uma das células de electrólise elementares é dividida em duas câmaras de electrólise, respectivamente anódica e catódica por um diafragma permeável aos gases e aos electrólitos ou por uma membrana selectivamente permeável aos catiões.

As particularidades e pormenores da invenção revelar-se-ão no decurso da descrição seguinte dos desenhos

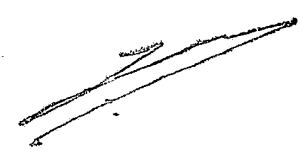


anexos, os quais representam formas de realização do eléctrodo bipolar e do electrolisador de acordo com a invenção.

- A fig. 1 é uma vista em alçado de uma forma de realização particular do eléctrodo bipolar de acordo com a invenção;
- A fig. 2 é uma vista em planta do eléctrodo bipolar da fig. 1;
- A fig. 3 mostra, em corte vertical longitudinal com remoções parciais, uma forma de realização do electrolisador de acordo com a invenção;
- A fig. 4 é uma vista análoga à fig. 1, de um eléctrodo bipolar do electrolisador da fig. 3, no decurso do funcionamento.

Nestas figuras as mesmas notações de referência designam elementos idênticos.

O eléctrodo bipolar representado nas figs. 1 e 2 compreende duas placas metálicas paralelas 1 e 2 dispostas de um lado e do outro de uma massa metálica 3 sólida à temperatura ambiente. A placa 1 é de titânio e suporta um ânodo constituído por uma série de chapas paralelas 4 soldadas perpendicularmente à placa 1. As chapas 4 são de titânio e suportam um revestimento formado por cristais mistos de óxido de ruténio e de óxido de titânio. A placa 2 é de aço e suporta um cátodo constituído por uma série de chapas paralelas 5 de aço, soldadas perpendicularmente à placa 2. As duas placas 1 e 2 estão ligadas entre si por tirantes 6. Estes têm por função aplicar as placas 1 e 2 contra a massa metálica 3, exercendo



sobre esta uma pressão definida. A fixação dos tirantes 6 às placas 1 e 2 pode ser realizada por qualquer meio adequado, capaz de resistir à tracção imposta para que as placas 1 e 2 exerçam a pressão pretendida sobre a massa metálica 3, por exemplo uma pressão compreendida entre 1500 e 2500 MPa. Para este efeito a fixação dos tirantes 6 às placas 1 e 2 pode ser realizada por soldadura. Prefere-se todavia utilizar uma montagem por pernos e porcas, para facilitar a desmontagem das placas e da massa metálica.

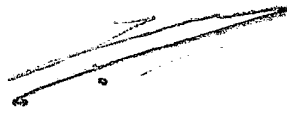
A massa metálica 3 tem por função realizar uma ligação eléctrica entre as placas 1 e 2. É escolhida numa matéria que seja capaz de fluir quando está submetida a uma temperatura compreendida entre 100 e 200°C e uma pressão compreendida entre 1500 e 2500 MPa, por exemplo de chumbo.

O electrolisador representado na fig. 3 é concebido para a fabricação de soluções aquosas de clorato de sódio por electrólise de soluções aquosas de cloreto de sódio. Compreende células elementares 8, 8'..., justapostas entre duas células elementares de extremidade 9 e 10. As células 8, 8' compreendem uma câmara de electrólise, limitada por uma parede lateral horizontal 11 de secção rectangular, e duas paredes de extremidade 12 que são comuns às duas células contíguas. As duas células de extremidade 9 e 10 compreendem igualmente uma parede lateral horizontal 11, uma parede de extremidade 12 interposta entre ela e a célula 8 ou 8' contígua e uma parede de extremidade 13 ligada a uma fonte de corrente contínua, não representada. Duas tubuladuras 14 e 15, em comunicação com a câmara de eléctrolise, são destinadas a serem ligadas, uma a um colector geral de admissão de uma solução aquosa de cloreto de sódio, a outra a um colector geral de remoção dos produtos de electrólise.



No electrolisador da fig. 3 as paredes da extremidade 12 são semelhantes às representadas nas figs. 1 e 2 e descritas acima. Compreendem um par de placas verticais 1 e 2 ligadas por tirantes 6, e uma massa de chumbo 3 comprimida entre as placas 1 e 2 sob o efeito dos tirantes que estão sob tensão mecânica. Uma série de chapas verticais 4 estão fixadas transversalmente à placa 1 e uma série de chapas verticais 5 estão fixadas transversalmente à placa 2. As chapas 4 constituem o ânodo de uma das células e as chapas 5 constituem o cátodo da célula contígua. A parede de extremidade da célula 9 compreende igualmente uma série de chapas 5 que constituem o cátodo desta célula. A parede 13 da célula de extremidade 10 suporta uma série de chapas 4 que constituem o ânodo desta célula 10. Em cada uma das células 8, 8', 9 e 10 as chapas de ânodo 4 alternam com as chapas de cátodo 5.

Durante o funcionamento do electrolisador representado na fig. 3 introduz-se uma solução aquosa de cloreto de sódio nas células de electrólise 8, 8', 9 e 10, pelas tubuladuras 14 e ligam-se as paredes de extremidade 13 aos bornes de uma fonte de corrente contínua, não representada. Nos eléctrodos bipolares 12 a massa de chumbo 3 assegura a transferência da corrente eléctrica. A solução de cloreto de sódio sofre uma electrólise nas células 8, 8', 9 e 10 e recolhe-se pelas tubuladuras 15 uma solução aquosa de clorato de sódio e de hidrogénio produzido nas chapas 5 dos cátodos. Se se difundir hidrogénio atómico através da placa 2 e aquele atingir a interface da placa 2 e da massa de chumbo 3, forma-se aí uma bolsa de hidrogénio 16 visível na fig. 4. Resulta daqui simultaneamente um acréscimo da pressão que se exerce sobre a massa de chumbo 3, um aumento da resistência eléctrica do conjunto e, por consequência, uma dissipação de



calor suplementar por efeito Joule na massa de chumbo 3 que aquece. Desde que a temperatura da massa de chumbo se torne suficiente para provocar a sua fusão, a bolsa de hidrogénio 16 é expulsa para fora da interface. Como consequência verifica-se uma diminuição da resistência eléctrica e um arrefecimento da massa de chumbo que deixa então de fluir.

R E I V I N D I C A C Õ E S

- 1a -

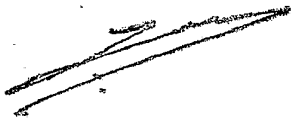
Eléctrodo bipolar para electrolisador do tipo série, compreendendo duas placas metálicas (1, 2) dispostas paralelamente em frente uma da outra e ligadas entre si por um órgão de acoplamento eléctrico, suportando uma das placas um ânodo (4) e suportando a outra placa um cátodo (5), caracterizado pelo facto de o órgão de acoplamento eléctrico compreender uma massa sólida (3) condutora de electricidade, mantida sob pressão entre as duas placas, e um meio de aquecimento da massa a uma temperatura pelo menos igual à sua temperatura de fluidificação.

- 2a -

Eléctrodo de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo facto de o meio de aquecimento compreender o efeito Joule gerado pela corrente de electrólise.

- 3a -

Eléctrodo de acordo com as reivindicações 1 ou 2 caracterizado pelo facto de a temperatura de fluidificação da massa sólida estar compreendida entre 100 e 150°C e pelo facto de a pressão na massa sólida estar compreendida entre 1000 e 8000 MPa à temperatura de fluidificação.



- 4a -

Eléctrodo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 3 caracterizado pelo facto de a massa sólida (3) ser uma massa de chumbo ou de uma liga de chumbo.

- 5a -

Eléctrodo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 4 caracterizado pelo facto de a massa sólida (3) apresentar uma temperatura de fusão igual à temperatura do meio de aquecimento.

- 6a -

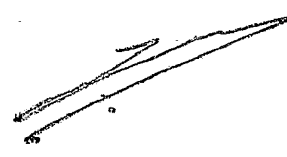
Eléctrodo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 5 caracterizado pelo facto de as duas placas (1 e 2) serem solidárias uma à outra por meio de tirantes (6).

- 7a -

Eléctrodo de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 6 caracterizado pelo facto de o ânodo (4) e o cátodo (5) serem chapas paralelas fixadas perpendicularmente às placas (1, 2).

- 8a -

Electrolisador do tipo série compreendendo uma sucessão de células de electrólise elementares (8, 8', 9, 10) separadas por eléctrodos bipolares (12) que compreendem, cada



um, duas placas metálicas verticais (1, 2) dispostas em frente uma da outra e ligadas uma à outra por um órgão de acoplamento eléctrico, suportando uma das placas um ânodo (4) de uma das células elementares e suportando a outra placa um cátodo (5) da célula elementar adjacente, caracterizado pelo facto de o órgão de acoplamento eléctrico compreender uma massa sólida (3) condutora de electricidade, mantida sob pressão entre as duas placas (1, 2) e um meio de aquecimento da massa a uma temperatura pelo menos igual à sua temperatura de fluidificação.

- 9a -

Electrolisador de acordo com a reivindicação 8 caracterizado pelo facto de as duas placas (1, 2) do eléctodo bipolar (12) serem uma de um metal ou liga metálica que forme película e a outra de um metal ou liga de um metal escolhido entre o ferro, o níquel e o cobalto, e pelo facto de a massa sólida (3) ser uma matéria inerte face ao hidrogénio.

- 10a -

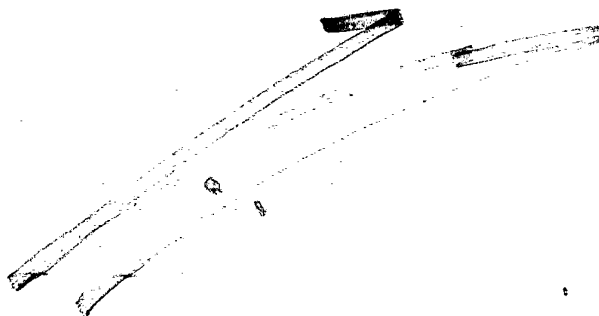
Electrolisador de acordo com as reivindicações 8 ou 9 caracterizado pelo facto de ser destinado à electrólise de soluções aquosas de halogenetos de metais alcalinos.

Foram inventores FRÉDÉRIC MURET, belga, engenheiro civil químico, residente em Chaussée de Waterloo, 1000/A, B-1180 Bruxelles, Bélgica; e EMILE CABARAUX, engenheiro técnico, belga, residente em Rue Reigersvliet, 37 B. 1040 Bruxelles, Bélgica.

A requerente declara que o primeiro pedido desta patente foi apresentado na Bélgica, em 20 de Março de 1991, sob o no 09100262.

Lisboa, 17 de Março de 1992

O AGENTE OFICIAL

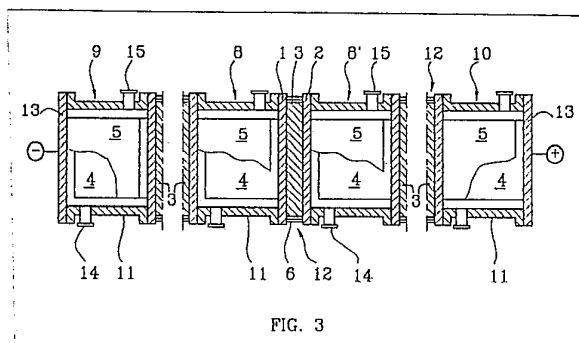
A handwritten signature, likely of the official agent, is written in dark ink. The signature is slanted upwards from left to right and appears to consist of several connected strokes, possibly forming the name 'J. Cabaraux' or similar.

R E S U M O

ELÉCTRODO BIPOLAR PARA ELECTROLISADOR DO TIPO SÉRIE E ELECTROLISADOR DO TIPO SÉRIE

A presente invenção refere-se a um eléctrodo bipolar para um electrolisador do tipo série e ao electrolisador do tipo série.

O eléctrodo bipolar para o electrolisador do tipo série compreende duas placas metálicas (1, 2) dispostas paralelamente em frente uma da outra, uma massa sólida (3) condutora de electricidade, mantida sob pressão entre as duas placas e um meio de aquecimento da massa sólida a uma temperatura pelo menos igual à sua temperatura de fluidificação. O eléctrodo bipolar é conveniente para electrolisadores do tipo série, nos quais se produz clorato de sódio e hidrogénio por electrólise de soluções aquosas de cloreto de sódio.



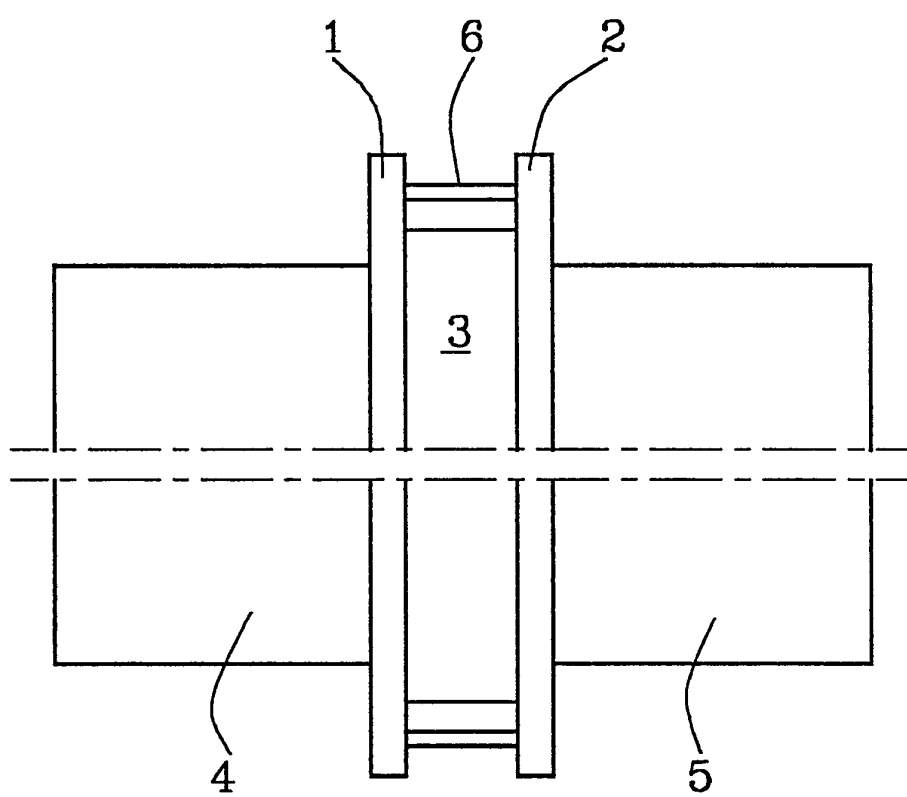


FIG. 1

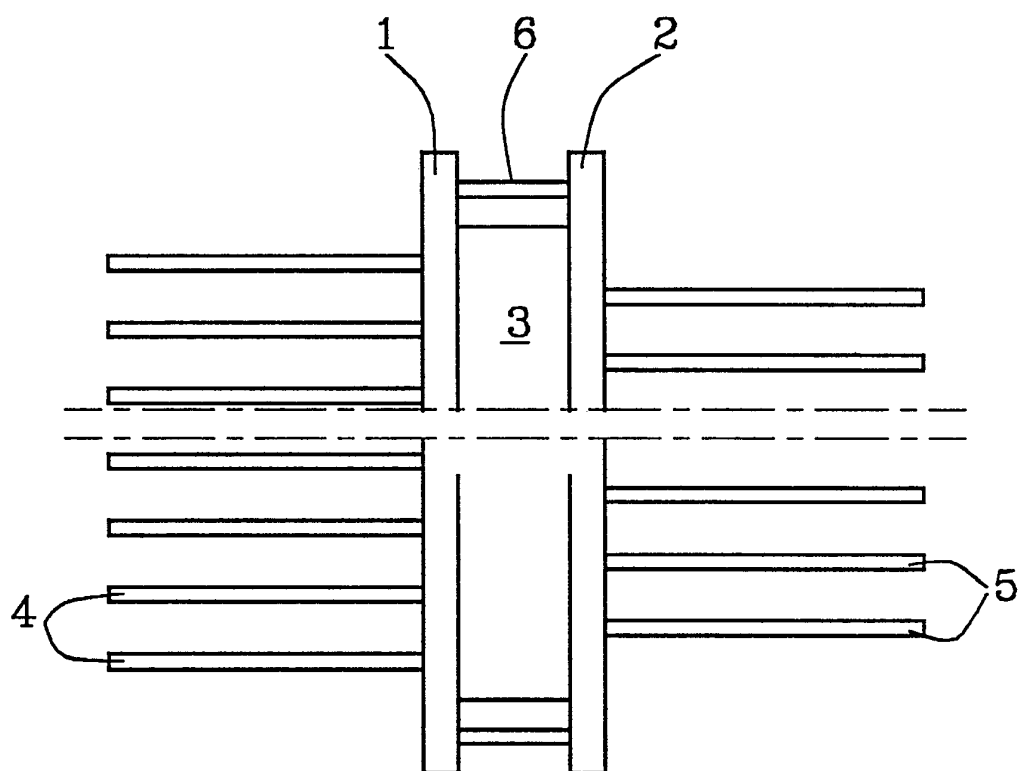


FIG. 2

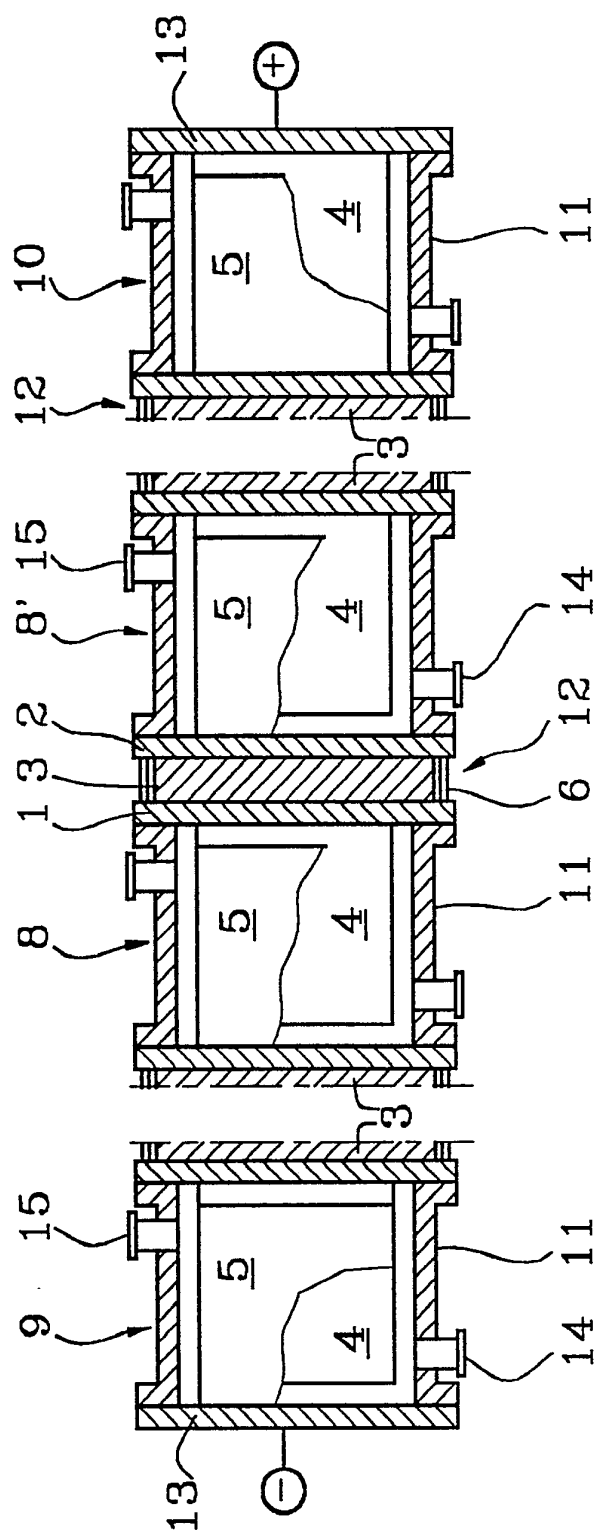


FIG. 3

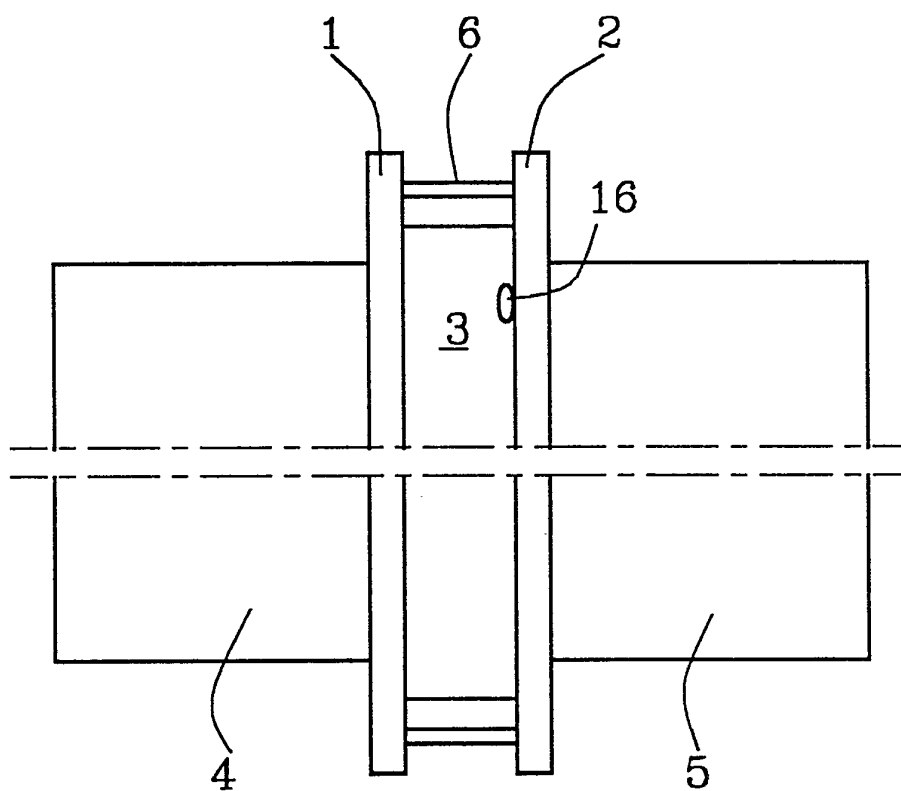


FIG. 4