



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 029 518
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
11.04.84

(51) Int. Cl.³ : **C 25 B 9/00**

(21) Numéro de dépôt : **80106641.6**

(22) Date de dépôt : **29.10.80**

(54) **Appareil d'électrolyse à électrodes bipolaires, notamment pour l'électrolyse des solutions salines, avec obtention d'hypochlorite.**

(30) Priorité : **09.11.79 FR 7927671**

(43) Date de publication de la demande :
03.06.81 Bulletin 81/22

(45) Mention de la délivrance du brevet :
11.04.84 Bulletin 84/15

(84) Etats contractants désignés :
BE DE GB NL

(56) Documents cités :
FR-A- 2 227 903
US-A- 3 410 784
US-A- 4 052 287

(73) Titulaire : **"DEGREMONT" Société dite :**
183, Avenue du 18 Juin 1940
F-92508 Rueil-Malmaison Cedex (FR)

(72) Inventeur : **Holca, Radu**
21, quai Le Gallo Appartement 83
F-92100 Boulogne (FR)

(74) Mandataire : **Armengaud, Charles**
Cabinet ARMENGAUD AÎNÉ 3, Avenue Bugeaud
F-75116 Paris (FR)

EP 0 029 518 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Appareil d'électrolyse à électrodes bipolaires, notamment pour l'électrolyse des solutions salines, avec obtention d'hypochlorite

La présente invention concerne un appareil d'électrolyse à électrodes bipolaires, utilisable pour réaliser des réactions électrochimiques, en particulier l'électrolyse d'une solution saline avec obtention d'une solution oxydante contenant des composés chlorés, principalement sous forme d'hypochlorite de sodium. Une telle solution ayant la même gamme d'utilisation qu'une solution d'hypochlorite de sodium du commerce, peut servir à la chloration des eaux de toute nature, y compris des eaux résiduaires, à un stade quelconque du traitement de ces eaux. Les composés oxydants présents dans une telle solution sont mesurés en « équivalents chlore actif ».

Des électrolyseurs utilisant divers types d'assemblage d'électrodes bipolaires ont déjà été décrits et sont industriellement utilisés pour la réalisation de réactions électrochimiques diverses. C'est ainsi que le brevet US-A-3 410 784 décrit un appareil d'électrolyse dans lequel les électrodes sont réparties par rangées alternées, les unes constituées par des anodes, les autres par des cathodes, l'une des électrodes d'une rangée étant reliée à l'une des électrodes de l'autre rangée. Des nervures prévues dans le fond de l'électrolyseur supportent les rangées d'électrodes par l'intermédiaire d'éléments de séparation verticaux. Ces appareils connus, lorsqu'ils sont utilisés pour l'obtention d'une solution d'hypochlorite de sodium à partir d'un électrolyte à métaux alcalins tel que : eau de mer, eau saumâtre ou solution de chlorure de sodium, sont le siège de réactions d'oxydo-réduction électrolytique à proximité immédiate des électrodes et de réactions chimiques entre les électrodes.

Le chlore actif présent dans la solution oxydante obtenue est dissocié et se trouve principalement sous forme d'acide hypochloreux et d'ions hypochlorites, en fonction entre autres du pH et de la température, avec une production simultanée d'hydrogène. Quand l'électrolyte est constitué par de l'eau de mer, la présence de sels de calcium et de magnésium donne lieu à la formation à la cathode d'un dépôt la rendant moins perméable au flux d'électrons et nécessitant périodiquement des lavages acides ou des inversions de courant de courte durée.

Pour éviter ces inconvénients, il y a intérêt d'une part à limiter la concentration d'hydrogène formé, néfaste à la bonne tenue des électrodes, en l'éliminant au cours du traitement et, d'autre part, à opérer à des vitesses de circulation de l'électrolyte entre les électrodes relativement élevées de façon à diminuer les dépôts à la cathode et espacer ou éliminer les lavages ou les inversions de courant.

Pour atteindre toutefois des taux de conversion élevés et donc augmenter la concentration en équivalent chlore actif de la solution obtenue, on peut augmenter la densité de courant ; si l'on veut obtenir des consommations spécifiques basses en kWh par kg d'équivalent chlore actif

produit, il faut alors atteindre des tensions basses, ce qui peut être obtenu par une diminution de l'intervalle entre deux électrodes.

Par ailleurs, au cours de l'électrolyse, la composition chimique de l'électrolyte se modifie, ce qui nécessite des conditions d'opération différentes, vitesse de l'électrolyte entre les électrodes, densité de courant,...

Les perfectionnements apportés par l'invention permettent d'obtenir un rendement d'électrolyse bien supérieur au rendement habituel, donc de diminuer la consommation spécifique en kWh/kg d'équivalent chlore actif produit, autorisent d'opérer à des densités de courant différentes dans les différentes chambres de l'appareil et assurent un mélange efficace des composés à la sortie de ces chambres.

L'invention concerne un appareil d'électrolyse à électrodes bipolaires, muni d'électrodes terminales monopolaires, comportant une pluralité de cellules électrolytiques élémentaires, formées chacune d'une succession d'électrodes bipolaires, disposées dans des portes-électrodes, ensermées entre deux plaques-supports extrêmes non conductrices, caractérisé en ce que chaque porte-électrode comporte des logements recevant plusieurs électrodes bipolaires disposées en « damier » de façon à ce que, dans la succession d'électrodes constituant une cellule électrolytique élémentaire, la partie anodique d'une électrode se trouve en regard de la partie cathodique de celle qui lui succède.

Les divers caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description, qui va suivre, de quelques-unes de ses formes possibles de réalisation, données à titre d'exemples non limitatifs.

Au cours de cette description, on se réfère aux dessins ci-joints qui montrent :

Figure 1 une vue en perspective éclatée d'un appareil suivant l'invention ;

Figure 1a une vue en perspective d'une cellule ;

Figure 2 une vue extérieure en perspective de l'appareil suivant la fig. 1 ;

Figures 3 à 6, des vues respectivement des plaques terminales (fig. 3), des porte-électrodes (fig. 4 et 5) et des pièces intercalaires ou d'espacement (fig. 6) ;

Figures 7 à 10, des vues de « couches » d'électrodes bipolaires suivant divers arrangements ;

Figures 11 à 13, des vues schématiques, dans un plan parallèle aux porte-électrodes des « chambres » créées dans l'appareil ;

Figures 14 à 15, des vues de « couches » d'électrodes bipolaires présentant des électrodes à surface inégale ;

Figures 16 et 17, des vues analogues aux fig. 11 à 13 des chambres correspondant aux cellules électrolytiques constituées par des couches successives d'électrodes bipolaires à surfaces acti-

ves inégales, telles que montrées aux fig. 14 et 15.

Dans l'exemple traité, l'appareil est vertical et affecte la forme d'un parallélépipède rectangle, dans lequel des couches successives d'électrodes sont disposées dans des plans successifs parallèles.

D'une façon générale, un appareil suivant l'invention présente une ossature constituée par des faces latérales telles que *a* et des plaques terminales, telles que *b*. Les unes et les autres sont percées de trous *c*.

A sa partie inférieure, l'appareil est doté d'enceintes *d* d'amenée de l'électrolyte, et à sa partie supérieure d'enceintes *e* collectant la solution obtenue.

Dans le boîtier ainsi formé, sont disposés des porte-électrodes constitués, dans l'exemple traité, par des plaques planes *f*, munies de trous *f*₁, et qui peuvent affecter diverses configurations, pour les raisons que l'on exposera plus loin.

Dans ces plaques sont pratiqués des logements *g* recevant les électrodes, tant monopolaires que bipolaires. Ces logements, généralement de forme rectangulaire ou carrée, sont disposés également suivant diverses configurations, en fonction de l'arrangement prévu pour les électrodes d'une « couche ». Leurs dimensions correspondent à celle de l'électrode qu'ils reçoivent.

Ces plaques porte-électrodes sont, comme le montre la fig. 1, espacées entre elles au moyen de pièces intercalaires *h*, elles aussi percées de trous *h*₁, qui coïncident avec ceux que présentent les porte-électrodes *f* et les plaques d'extrémité *b*.

Les plaques porte-électrodes et les intercalaires sont en un matériau isolant et adapté aux conditions particulières d'opération, telles que température, agressivité des solutions, etc. Les logements ont la même profondeur que les électrodes, généralement entre 1 et 3 mm si les électrodes sont métalliques, et entre 4 et 5 mm si les électrodes sont en graphite par exemple. Les pièces intercalaires *h* ont une épaisseur comprise de préférence entre 1,5 et 4 mm. Ces épaisseurs sont fonction des conditions d'opération et de la stabilité mécanique des électrodes. L'important est que, dans un même appareil, tous les logements aient la même épaisseur; il en est de même pour les intercalaires.

La largeur des intercalaires est légèrement supérieure à l'espacement entre deux logements, par exemple 3 à 6 mm, et telle qu'elle permet, par superposition et serrage, de fixer rigidement les électrodes dans leurs logements et de masquer leurs arêtes.

Au montage, ces divers éléments sont assemblés et serrés les uns sur les autres, à l'instar des plaques filtrantes d'un filtre-presse, au moyen d'un système quelconque, par exemple par un système vis-écrou, *i*.

Les intercalaires *h* sont, comme le montrent la fig. 6 et, notamment, les figures 11 à 13, d'une longueur telle qu'ils déterminent un cloisonnement interne délimitant les chambres *k* (fig. 11) dont il sera question plus loin.

Les électrodes bipolaires en nombre quelconque voulu, sont disposées « en damier » sur un porte-électrodes, qui constitue ainsi une « couche » d'électrodes et de telle sorte que, une fois l'appareil monté, chaque partie d'une électrode bipolaire d'une couche fait face à la partie bipolaire de polarité opposée de l'électrode de la couche suivante.

Les figures 7 et 8 représentent, à titre d'exemples non limitatifs, respectivement la première et la deuxième couches d'électrodes bipolaires, disposées « en damier ». Chaque couche est constituée par quatre électrodes bipolaires C-A, présentant une partie cathodique C et une partie anodique A, et par une électrode terminale (A sur la figure 7, C sur la figure 8). Les électrodes terminales monopolaires de plusieurs couches successives sont reliées à une source de courant continu par les pôles + et -.

Lorsque les couches successives d'électrodes bipolaires de la figure 7, puis de la figure 8, puis à nouveau de la figure 7, puis de la figure 8, et ainsi de suite, sont assemblées, on obtient successivement C en face de A, puis A en face de C, et ainsi de suite. Les anodes A et les cathodes C font face respectivement aux cathodes C et aux anodes A des couches qui leur succèdent.

La succession, dans un plan horizontal, de parties affrontées, de signe contraire, d'au moins deux couches d'électrodes bipolaires, constitue une cellule électrolytique élémentaire 10, représentée en perspective sur la fig. 1a. L'étagement dans le plan vertical, d'un certain nombre de cellules 10 ainsi constituées, forme, avec les pièces intercalaires et comme il a été décrit plus haut, des chambres d'électrolyse.

La succession des couches 1, 2, 1, 2, etc. représentée sur les figures 7 et 8 peut aussi bien être inversée, à savoir 2, 1, 2, 1, etc. Le nombre de couches peut être pair ou impair avec un minimum de deux couches.

Les électrodes bipolaires et monopolaires des couches extrêmes sont électro-actives seulement du côté de la surface faisant face au passage de l'électrolyte.

Les électrodes bipolaires et monopolaires des couches intermédiaires sont actives des deux côtés.

Les figures 9 et 10 représentent à titre d'exemples un autre arrangement possible à douze cellules élémentaires réalisé au moyen de couches superposées d'un jeu de cinq électrodes bipolaires (fig. 9) et d'un jeu de six électrodes bipolaires (fig. 10). L'électrolyseur comporte dans ce cas également trois chambres d'électrolyse, mais chaque chambre comporte quatre cellules, soit douze cellules élémentaires au total, ce qui est le cas de l'appareil représenté à la figure 1.

Les extrémités anodes (+) représentées sur la figure 1 sont réunies entre elles par des connecteurs bons conducteurs formant le pôle (+) de l'électrolyseur. Il en est de même pour les cathodes formant le pôle (-).

L'appareil est muni à sa partie inférieure d'une enceinte *d* de répartition de l'électrolyte et à sa

partie supérieure d'une enceinte e de reprise de la solution produite.

Ces enceintes sont reliées, respectivement, à l'amenée 14 de l'électrolyte, et au départ 15 de la solution produite.

Le cours suivi par l'électrolyte dans les chambres de l'appareil est différent suivant le couplage de ces chambres entre elles.

Les figures 11 à 13 représentent, à titre d'exemples, trois couplages différents, par construction, de trois chambres 11, 12, 13, la figure 11 par exemple correspondant à un appareil tel que celui représenté aux figures 1 et 2.

Dans l'exemple de la figure 11, l'arrangement interne de l'appareil est tel qu'il détermine un cloisonnement à chicanes faisant circuler l'électrolyte, introduit à la base, de la chambre amont 11 et réparti par un dispositif de répartition 11a, de cette chambre 11 à la chambre aval 13 en passant par la chambre intermédiaire 12, la solution obtenue étant évacuée en 13a. Les conduites 20 d'évacuation de l'hydrogène formé sont avantageusement munies d'un séparateur gaz-liquide 21.

La figure 12 représente une disposition interne de l'appareil suivant laquelle l'électrolyte est réparti à la base de l'appareil en 16 entre les trois chambres sans communication entre elles, et sort à la partie supérieure en 17.

La figure 13 représente un appareil dans lequel l'électrolyte est également réparti entre les chambres à son entrée, mais la solution obtenue par l'électrolyse est collectée dans une enceinte 18 commune aux chambres pour être évacuée en 19.

Dans le cas des figures 12 et 13, les chambres 11, 12 et 13 peuvent être alimentées individuellement par des électrolytes de natures diverses. Cette forme de réalisation peut aussi être envisagée lorsque les produits de l'électrolyse de la chambre 11 doivent être mélangés avec les produits obtenus par l'électrolyse effectuée dans la chambre 12, etc.

Jusqu'à présent, on a supposé que les surfaces actives des différentes électrodes étaient les mêmes ; elles peuvent cependant être différentes.

Les figures 14 et 15 représentent, à titre d'exemples, un électrolyseur dont la surface unitaire active des électrodes de la chambre 11 est inférieure à la surface unitaire active des électrodes de la chambre 12 et celle de la chambre 12 inférieure à celle de la chambre 13.

Les figures 16 et 17 représentent à titre d'exemples des circuits hydrauliques possibles dans des chambres correspondant aux cas des figures 14 et 15.

Les chambres 13 opèrent alors à une densité de courant inférieure à celle des chambres 12, ces dernières opérant à une densité de courant inférieure à celle des chambres 11. Il va de soi que les chambres peuvent occuper des positions diverses dans l'électrolyseur, dans un ordre quelconque.

Le montage électrique interne des électrodes dans un même électrolyseur est en série parallèle.

La tension aux bornes de l'électrolyseur pôle

(+) et pôle (-) est fonction de la tension par cellule élémentaire multipliée par le nombre de cellules.

L'intensité de courant est fonction de la densité de courant à laquelle s'opère l'électrolyse multipliée par la somme des surfaces actives anodiques ou cathodiques des électrodes constituant une cellule.

Les électrodes terminales monopolaires, anode et cathode, se trouvent à l'opposé et au même niveau en haut ou au même niveau en bas de l'électrolyseur, ou à des niveaux différents, anode en haut et cathode en bas, ou inversement.

Plusieurs électrolyseurs peuvent être montés en série hydraulique ou en parallèle ; le montage électrique de plusieurs électrolyseurs identiques est réalisé de préférence en série.

L'appareil d'électrolyse suivant l'invention présente de nombreux avantages par rapport aux appareils connus.

Les arêtes des électrodes bipolaires étant protégées par les logements dans lesquels sont reçues les électrodes, il ne se produit pas de fuite de courant d'une électrode à la suivante située dans le même plan ; en outre, la destruction de l'électrode au niveau de ces arêtes, habituellement recouvertes avec difficulté par un métal noble (platine, iridium), est évitée, les arêtes n'étant pas exposées au phénomène d'électrolyse.

La possibilité d'utiliser des équipements standards produits en série, ne nécessitant aucune soudure, facilite la fabrication et le montage d'un appareil suivant l'invention.

En outre, si l'on veut accroître la production de l'appareil, on peut facilement ajouter des couches complémentaires d'électrodes identiques aux premières ou masquer un certain nombre de couches en atteignant cet accroissement par utilisation de plaques isolantes pleines à la place des couches d'électrodes.

Par ailleurs, la configuration de l'électrolyseur décrit permet d'utiliser des électrodes planes, et ceci :

— quelle que soit la ou les matières utilisées à leur fabrication, à condition qu'elles soient conductrices de courant et adaptées aux conditions électrochimiques d'utilisation ;

— quelle que soit leur épaisseur, les plaques porte-électrodes non conductrices de courant et adaptées aux conditions de l'électrolyse envisagée devant avoir la même épaisseur que les électrodes ;

— quelle que soit la distance choisie entre deux couches successives, les intercalaires non conducteurs du courant et généralement de même matière que celle utilisée pour les logements devant être dimensionnés en conséquence ;

— quel que soit le type d'électrodes choisi, c'est-à-dire surface pleine ou striée, etc., à condition qu'elle soit plane ;

— quelle que soit la surface des électrodes à condition de respecter les indications énumérées ci-dessus.

De plus, la présente invention a pour avantage

d'accroître les rendements globaux d'une installation complète car elle permet d'une part d'améliorer le rendement de l'électrolyse proprement dite en diminuant l'énergie nécessaire aux bornes de l'électrolyseur, et d'autre part, de diminuer les pertes de nature électrotechnique concernant plus particulièrement les pertes par effet Joule dans les barres, connexions, auxiliaires de refroidissement, etc.

Ceci est obtenu par l'utilisation d'électrodes bipolaires constituant des pluri-cellules nécessitant une intensité globale nettement inférieure à celle que nécessite un électrolyseur de surface active identique mais utilisant des monocellules.

De même, la tension appliquée aux bornes d'une cellule est inférieure à celle appliquée aux appareils connus, car la disposition en damier avec pièces d'espacement permet de diminuer la distance entre les électrodes et par voie de conséquence la résistance de l'électrolyte. On obtient ainsi une meilleure tenue des électrodes dans le temps et en particulier des anodes sensibles au voltage.

Pour une même puissance consommée et en admettant les mêmes rendements, l'électrolyseur faisant l'objet de la présente invention a l'avantage d'opérer à une faible intensité globale et une plus forte tension aux bornes ($V = v \times \text{nombre de cellules}$). Il en résulte un prix moindre pour les équipements transformateurs-redresseurs, le prix de ces derniers étant pour une même puissance inférieur lorsque I est plus faible et V plus élevé.

Revendications

1. Appareil d'électrolyse à électrodes bipolaires, muni d'électrodes terminales monopolaires, comportant une pluralité de cellules électrolytiques élémentaires, formées chacune d'une succession d'électrodes bipolaires, disposées dans des porte-électrodes, enserrées entre deux plaques-supports extrêmes non conductrices, caractérisé en ce que chaque porte-électrodes (f) comporte des logements (g) recevant plusieurs électrodes bipolaires (A, C) disposées en « damier », de façon à ce que, dans la succession d'électrodes constituant une cellule électrolytique élémentaire, la partie anodique d'une électrode se trouve en regard de la partie cathodique de celle qui lui succède.

2. Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les porte-électrodes sont constitués par des plaques (f) espacées les unes des autres par des pièces intercalaires (h), l'ensemble ainsi constitué étant serré sur les plaques-supports terminales (b).

3. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les pièces intercalaires, constituées en un matériau isolant, servant à l'espacement des porte-électrodes, recouvrent légèrement les arêtes des électrodes.

4. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce

que les plaques-supports d'électrodes déterminent, avec leurs pièces d'espacement, des chambres comportant chacune au moins deux cellules électrolytiques étagées, ces chambres communiquant, ou non, entre elles, étant reliées à l'entrée de l'électrolyte et à la sortie de la solution obtenue, de façon à être couplées indifféremment en série, en parallèle ou en série-parallèle.

5. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les porte-électrodes bipolaires sont plans et d'épaisseur identique.

6. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les cellules électrolytiques formées sont de section rectangulaire ou carrée.

7. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que deux chambres voisines comportent des électrodes dont la surface active est identique.

8. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que deux chambres voisines comportent des électrodes dont la surface active est différente de façon à ce que la densité de courant soit différente suivant les chambres.

9. Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte une enceinte de distribution d'électrolyte et une enceinte opposée de récupération de la solution produite, ces enceintes étant respectivement disposées à la base et à la partie supérieure de l'appareil, ou inversement, et communes ou non à plusieurs chambres.

Claims

1. Electrolysis apparatus utilizing bipolar electrodes, with monopolar terminal electrodes, comprising a plurality of elemental electrolytic cells, each of them being formed by a succession of bipolar electrodes disposed in holding means for supporting these bipolar electrodes and enclosed between two terminal insulating end plates, characterized in that each electrode-support (f) comprises recesses (g) receiving a plurality of bipolar electrodes (A, C) arranged in a checker-board fashion, such that, in the succession of electrodes forming an elemental electrolytic cell, the anodic portion of an electrode is spaced from and faces a cathodic portion of the succeeding electrode.

2. Apparatus according to Claim 1, characterized in that the electrode-support are formed by plates (f) separated each others by separating members (h), the assembly so constituted being screwed on the end-support plates (b).

3. Apparatus according to any of the preceding Claims, characterized that the separating members (h), made in isolating material, slight overlap the edges of electrodes.

4. Apparatus according to any of the preceding Claims, characterized in that the electrodes supporting plates define, with their separating mem-

bers, a plurality of chambers each comprising at least two superposed electrolysis cells, these chambers communicating, or not, there between, being connected to the electrolyte inlet and to the obtained product outlet, so as to be indifferently connected in series, in parallel, or in series-parallel.

5. Apparatus according to any of the preceding Claims, characterized in that bipolar electrodes supports are flat and of equal thickness.

6. Apparatus according to any of the preceding Claims, characterized in that the electrolysis cells are of rectangular or square section.

7. Apparatus according to any of the preceding Claims, characterized in that two adjacent chambers comprise electrodes of equal active surface areas.

8. Apparatus according to any of the preceding Claims, characterized in that two adjacent chambers comprise electrodes of unequal active surface areas, whereby the current densities in said adjacent chambers will be unequal.

9. Apparatus according to any of the preceding Claims, characterized in that it comprises an electrolyte distribution enclosure and an opposite enclosure for the recuperation of the producted solution, these enclosures being respectively disposed at the bottom and at the top of the apparatus, or inversely, and common, or not, at a plurality of chambers.

Ansprüche

1. Elektrolysevorrichtung mit bipolaren Elektroden, welche mit einpoligen endseitigen Elektroden ausgestattet ist und mit einer Vielzahl von Elektrolytgrundzellen, von denen jede aus einer Folge von bipolaren Elektroden besteht, welche in Elektrodenträgern angeordnet sind, die zwischen zwei außenliegenden, nicht-leitenden Trägerplatten eingeschlossen sind, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Elektrodenträger (f) Lager (g) zur Aufnahme mehrerer bipolarer Elektroden (A, C) in sogenannter «Schachbrettanordnung» in der Weise aufweist, daß in der Folge der Elektroden, aus der eine Elektrolytgrundzelle aufgebaut ist, der Anodenabschnitt einer Elektrode gegenüber dem Kathodenabschnitt der nachfolgenden Elektrode liegt.

2. Elektrolysevorrichtung nach Anspruch 1, da-

durch gekennzeichnet, daß die Elektrodenträger aus voneinander durch Zwischenstücke (h) getrennten Platten (f) bestehen, und daß die auf diese Weise gebildete Gesamtanordnung auf die endseitigen Trägerplatten (b) gepreßt ist.

3. Elektrolysevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aus einem Isoliermaterial bestehenden Zwischenstücke zur Abstandshalterung der Elektrodenträger dienen und die Kanten der Elektroden leicht überdecken.

4. Elektrolysevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrodenträgerplatten mit ihren Abstandsstücken Kammern umschließen, welche jeweils zumindest zwei Elektrolysezellen in Stufenanordnung aufweisen und gegebenenfalls untereinander in Verbindung stehen, wobei sie mit dem Elektrolytzulauf und der Austragsöffnung für die erhaltene Lösung in der Weise verbunden sind, daß sie beliebig in Reihe, parallel oder in Reihen-Parallel-Anordnung koppelbar sind.

5. Elektrolysevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Träger der bipolaren Elektroden plan sind und gleiche Dicke aufweisen.

6. Elektrolysevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die gebildeten Elektrolytzellen einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweisen.

7. Elektrolysevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei benachbarte Kammern Elektroden aufweisen, deren Wirkfläche gleich ist.

8. Elektrolysevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei benachbarte Kammern Elektroden aufweisen, deren Wirkfläche verschieden ist, so daß die Stromdichte entsprechend den Kammern verschieden ist.

9. Elektrolysevorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Elektrolytverteilerkammer und eine gegenüberliegende Rückgewinnungskammer zum Auffangen der erzeugten Lösung aufweist, wobei diese beiden Kammern jeweils unten und im oberen Abschnitt der Elektrolysevorrichtung bzw. umgekehrt angeordnet sind und gegebenenfalls mehreren Kammern gleichzeitig zugeordnet sind.

55

60

65

6

FIG. 1

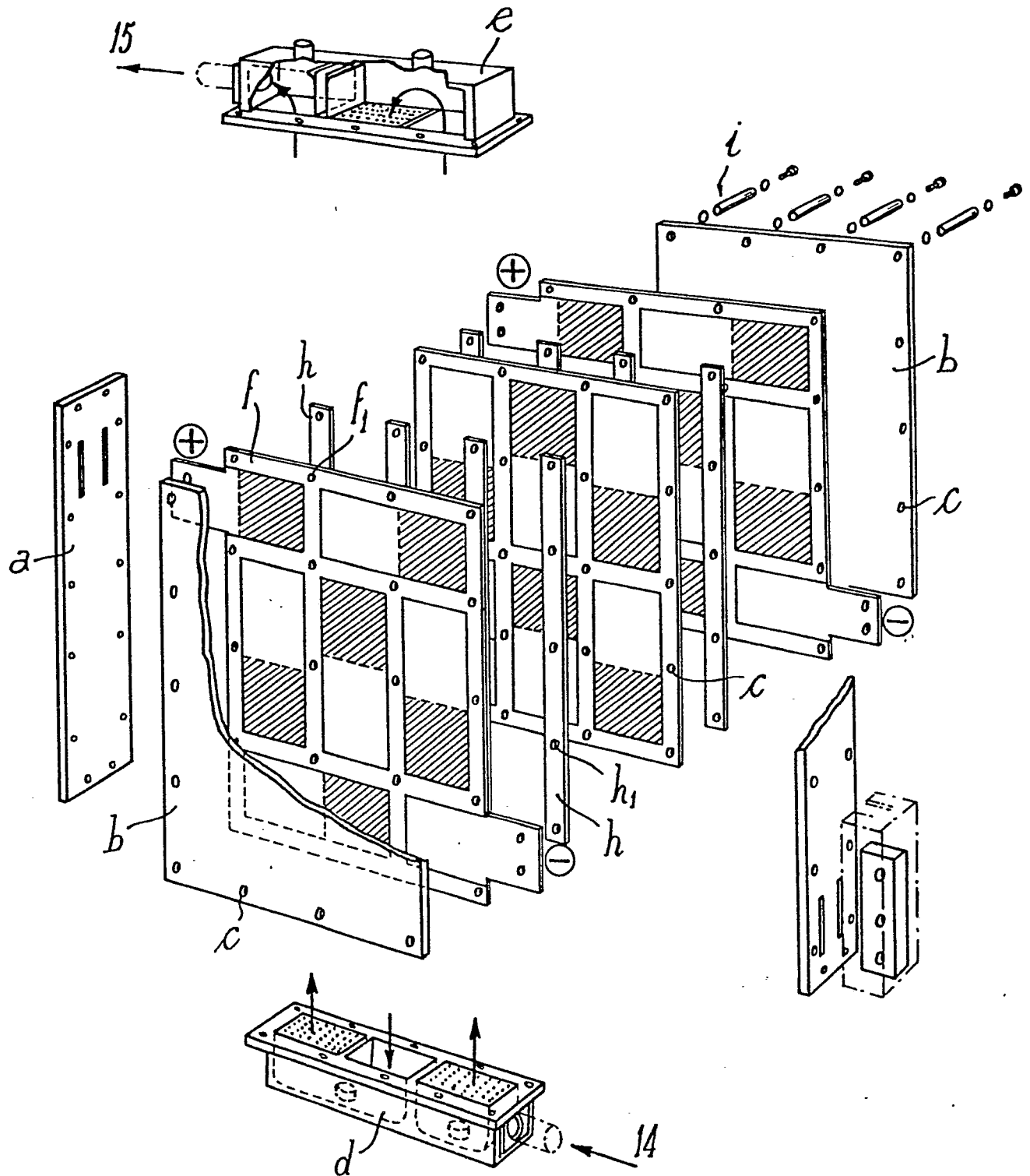


FIG. 1a

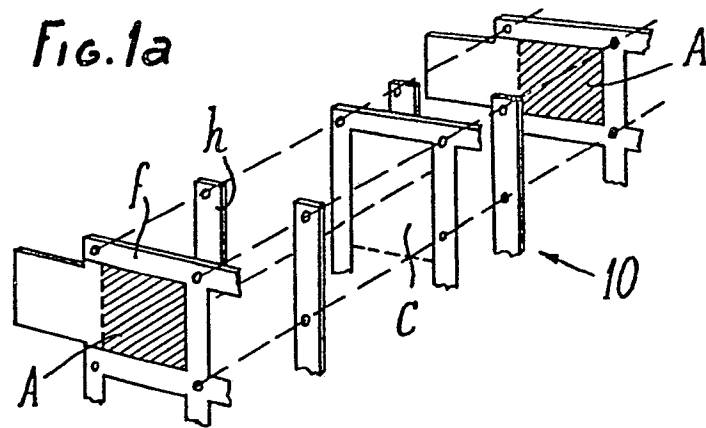


FIG. 2

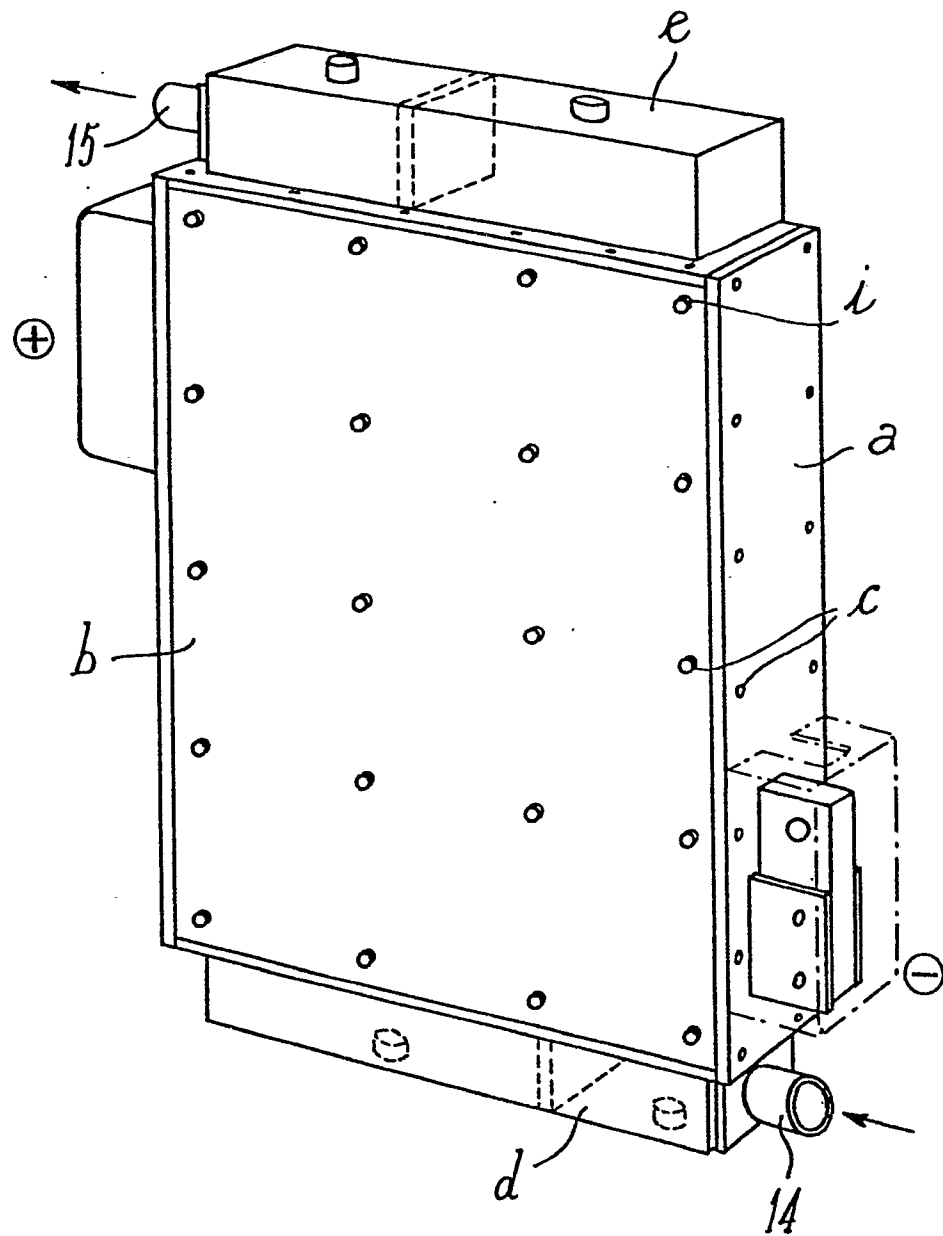


FIG. 3

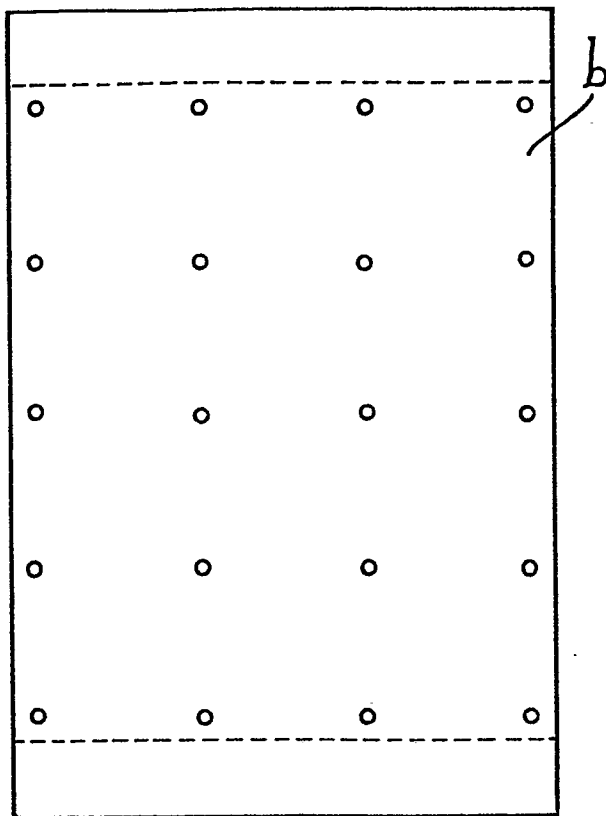


FIG. 4

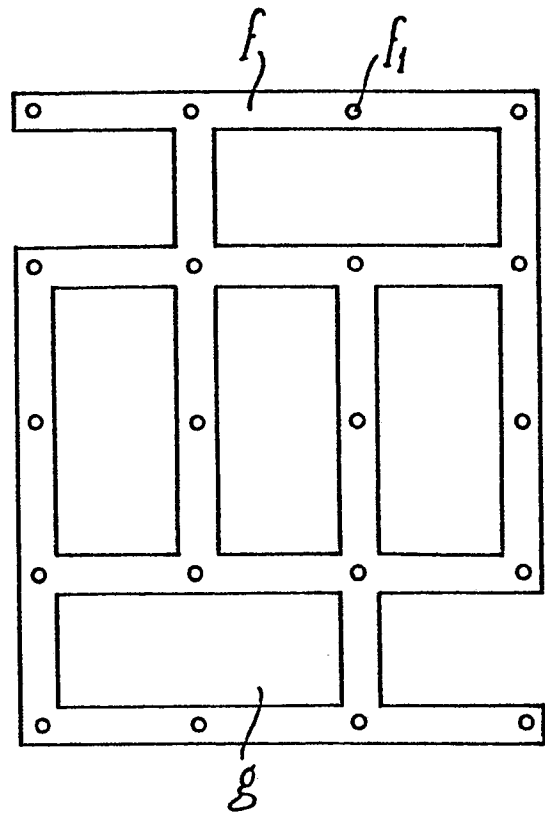


FIG. 6

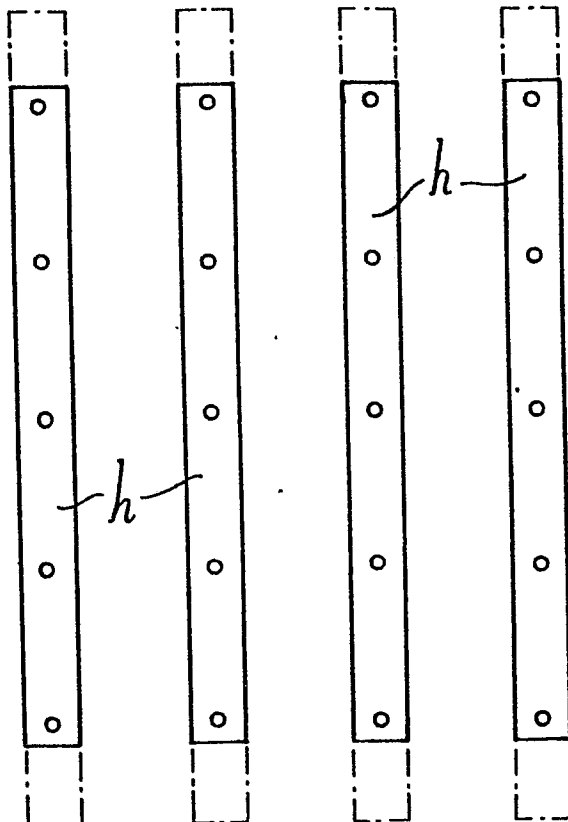


FIG. 5

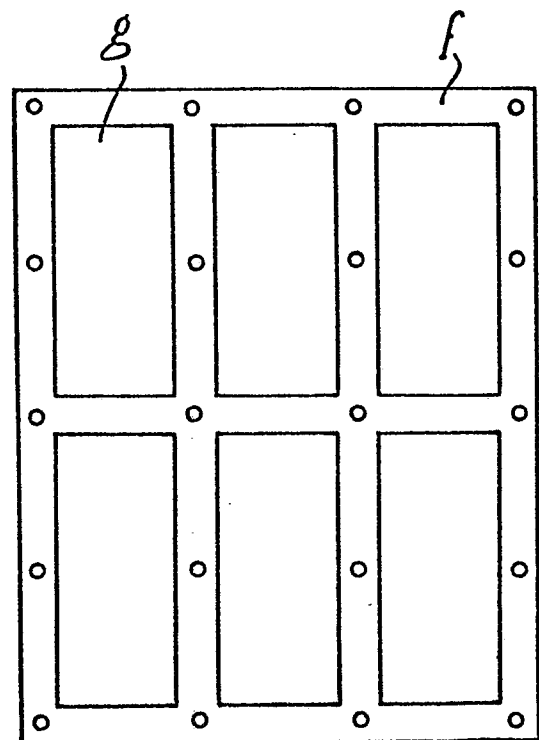


FIG. 7

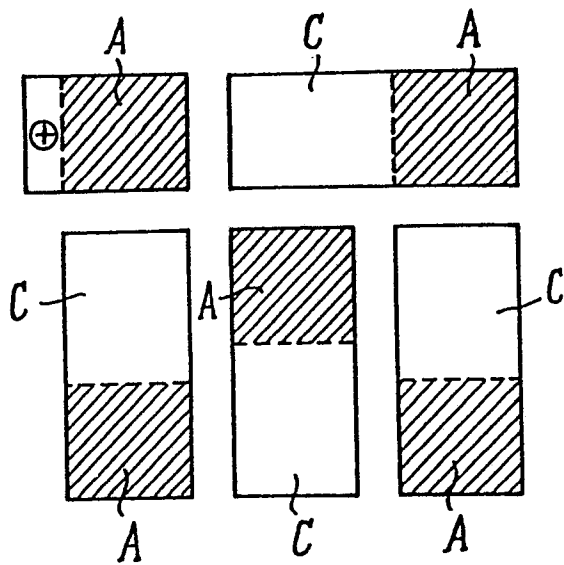


FIG. 8

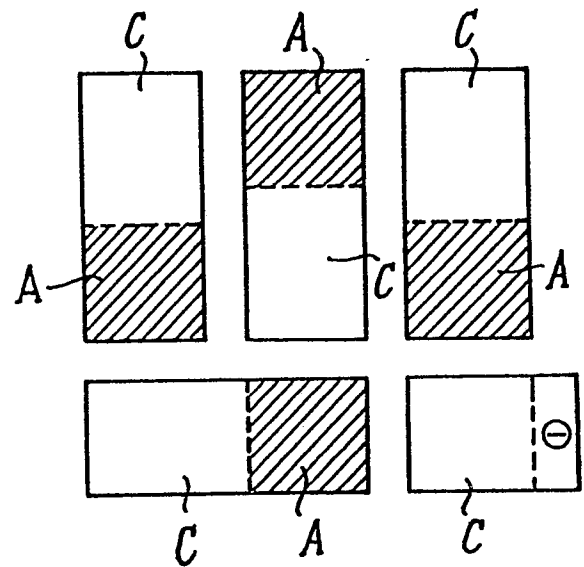


FIG. 9

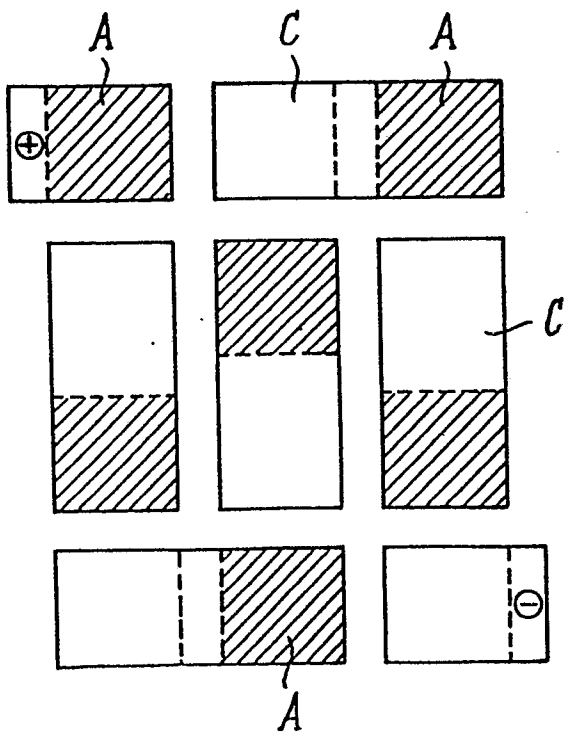


FIG. 10

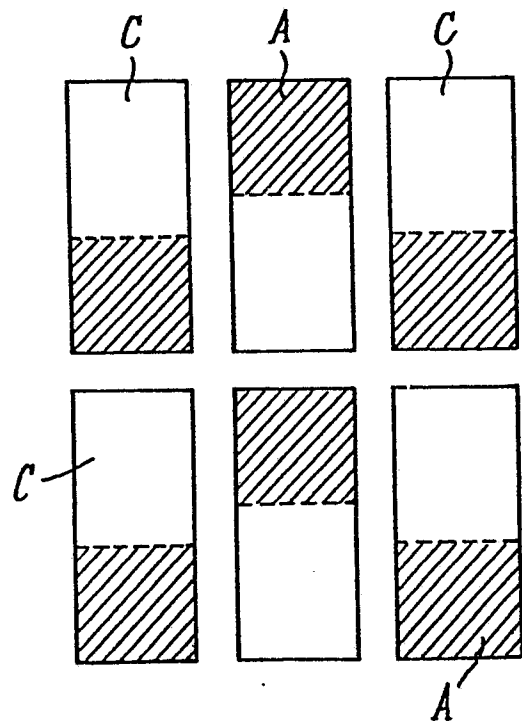


FIG. 11

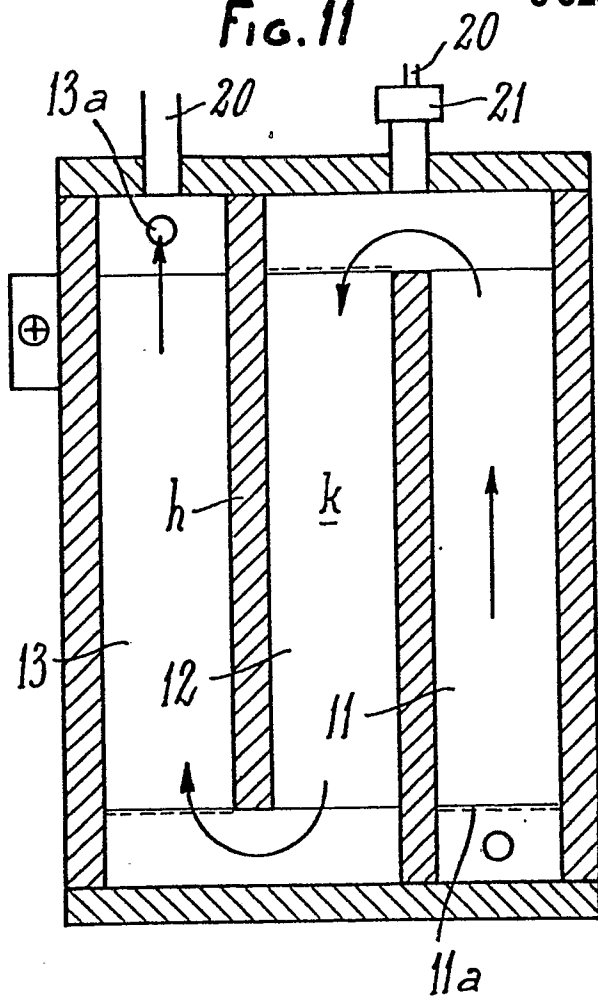


FIG. 12

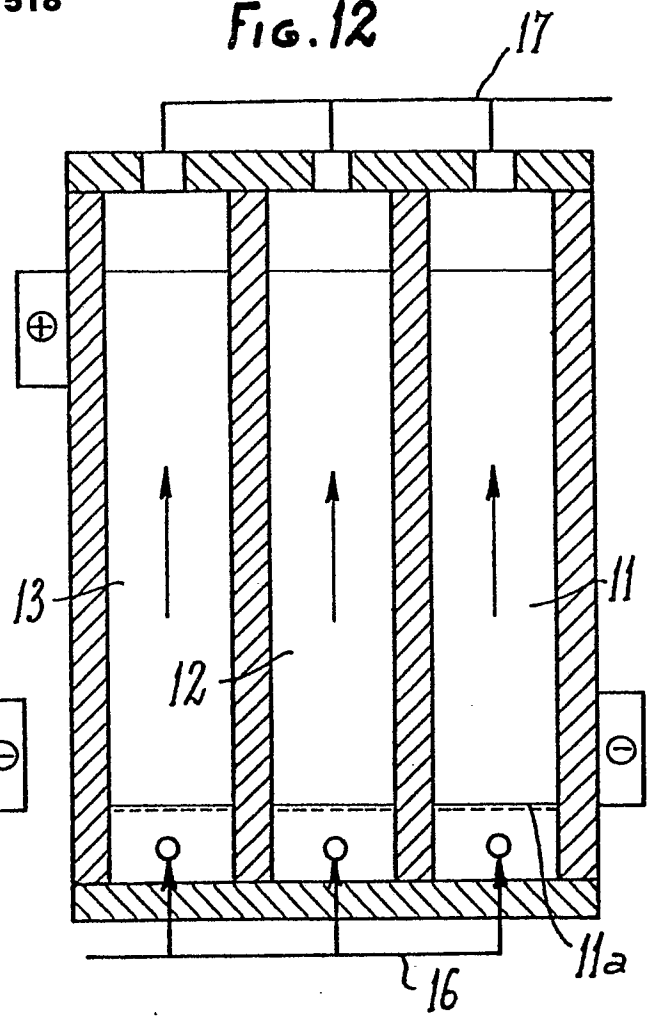


FIG. 13

