RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 497 606**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) N° **81 24275**

(54) **Anode pour pile lithium-halogène notamment lithium-iode, et procédé et appareil de fabrication d'une telle anode.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **H 01 M 4/40.**

(22) Date de dépôt ..... 28 décembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 5 janvier 1981, n° 222 498.*

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 27 du 9-7-1982.

(71) Déposant : Société dite : WILSON GREATBATCH LTD, société enregistrée conformément aux lois de l'Etat de New-York, résidant aux EUA.

(72) Invention de : Robert A. Zayatz.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Armengaud Jeune, Casanova et Lepeudry, 23, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

La présente invention concerne la conversion d'énergie chimique en énergie électrique et plus précisément une nouvelle construction anodique destinée aux piles lithium-halogène ainsi que leur procédé de fabrication.

Un domaine d'utilisation de l'invention est la fourniture d'énergie électrique à des dispositifs inaccessibles dans l'environnement humain, par exemple à un stimulateur cardiaque implanté, bien que l'invention convienne à diverses applications. Les piles lithium-iode sont disponibles pour cette application et elles ont avantageusement une tension en circuit ouvert sensiblement égale au double de celle des piles au mercure, elles ne forment pas de gaz lors de leur fonctionnement et elles ont un électrolyte non corrosif.

Il est souhaitable que la partie du volume interne destinée à contenir la matière cathodique soit maximale de manière que la capacité théorique de la pile soit accrue. Il est aussi souhaitable que la surface anodique de lithium, disponible pour le contact direct avec la matière cathodique lors du fonctionnement, soit maximale. En outre, la nature de la matière cathodique contenant de l'iode, par exemple un complexe de l'iode, est telle qu'elle peut avoir tendance à s'écouler dans la pile et à former éventuellement un trajet de court-circuit entre le fil collecteur anodique et la cathode. En conséquence, il est important que de telles fuites soient évitées.

L'invention concerne une anode perfectionnée destinée à une pile lithium-halogène.

Elle concerne aussi une telle anode ayant une surface accrue destinée à être au contact de la matière cathodique, c'est-à-dire d'un dépolarisant, placée dans la pile, lors du fonctionnement.

Elle concerne aussi une telle anode ayant une structure qui accroît la partie du volume interne destinée à contenir la matière dépolarisante et à accroître ainsi la capacité nominale théorique de la pile ou au contraire à permettre une réduction des dimensions externes de l'ensemble

de la pile tout en conservant une même capacité nominale théorique.

Elle concerne aussi une telle anode formant un joint étanche au niveau du conducteur anodique, accroissant l'isolement par rapport à la matière cathodique contenant de l'iode, placée dans l'enveloppe de la pile.

Elle concerne aussi un procédé de fabrication d'une telle anode, comprenant un collecteur de courant anodique placé entre deux plaques de lithium et ayant une excellente cohérence du lithium avec lui-même.

Elle concerne aussi un tel procédé qui donne une excellente cohérence interne du lithium avec de faibles forces de compression.

Elle concerne aussi une telle anode qui permet la réduction du nombre de pièces de la pile, qui facilite sa fabrication et dont le fonctionnement est très fiable.

Elle concerne aussi une anode dont la surface de lithium est relativement grande pour une dimension globale relativement faible.

Elle concerne aussi un appareil de fabrication d'une anode pour pile lithium-halogène, comprenant un moule qui se sépare facilement de l'anode de lithium lorsque celle-ci a été formée.

Plus précisément, l'invention concerne une anode et son procédé de fabrication, l'anode étant destinée à une pile lithium-halogène contenant une matière cathodique contenant un halogène, l'anode comprenant un conducteur électrique anodique placé entre deux plaques de lithium délimitant des surfaces opposées de lithium aboutissant à un bord périphérique, l'anode étant telle que la plus grande partie de la longueur du bord périphérique n'est pas couverte et est exposée. En outre, des régions des surfaces opposées de lithium, adjacentes à la plus grande partie du bord périphérique, ne sont pas couvertes non plus et sont exposées. L'une des surfaces opposées et les deux de préférence, ont des configurations comprenant des déformations qui accroissent leur surface, et les déformations aboutissent à une

faible distance vers l'intérieur du bord périphérique et délimitent ainsi une région marginale entre le bord périphérique et les déformations. Les surfaces internes coopérantes des plaques de lithium, au-dessous de la région marginale, subissent un déplacement accru de compression pendant la formation de l'anode, avec une force réduite de compression qui donne une excellente liaison lithium-lithium. Dans une variante, les surfaces internes des plaques de lithium peuvent avoir des déformations complémentaires de forme telle qu'elles exposent de nouvelles surfaces des plaques de lithium l'une vers l'autre si bien que la liaison obtenue par coopération est accrue. L'anode est formée par un appareil qui comprend deux tronçons ou tampons de moule formés d'une polyoléfine telle que du polyéthylène, ayant une masse volumique suffisante et ayant des déformations superficielles dont la configuration est telle qu'elles permettent une séparation mécanique facilitant la séparation efficace de l'anode de lithium par rapport aux tampons après l'opération de formation de l'anode. L'appareil comprend en outre un dispositif analogue à un anneau ou une cuvette segmenté, destiné à mettre en forme l'anode, et les parties de la cuvette qui sont au contact de l'anode de lithium sont aussi formées d'une polyoléfine, par exemple du polyéthylène haute densité ou d'une matière équivalente. Pendant l'utilisation, l'appareil entoure l'anode à la périphérie des éléments de lithium et permet un démoulage de l'anode de lithium après son opération de mise en forme, sans utilisation de feuilles de séparation.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est une perspective d'une pile lithium-iode contenant une anode selon l'invention ;

la figure 2 est une coupe suivant la ligne 2-2 de la figure 1 ;

la figure 3 est une coupe suivant la ligne 3-3 de la figure 1 ;

la figure 4 est une coupe suivant la ligne 4-4 de la figure 3 ;

la figure 5 est une coupe partielle d'un ensemble obtenu au cours d'une étape du procédé de fabrication de l'anode selon l'invention ;

la figure 6 est une coupe partielle correspondant à une autre étape du procédé décrit en référence à la figure 5 ;

la figure 7 est une coupe partielle illustrant une étape d'un procédé selon une variante de l'invention, avant compression ;

la figure 8 est une coupe partielle analogue à la figure 7 mais après la compression ;

la figure 9 est une élévation d'une partie de l'appareil de fabrication de l'anode selon l'invention ;

la figure 10 est une coupe partielle agrandie suivant la ligne 10-10 de la figure 9 ; et

la figure 11 est une élévation d'une autre partie de l'appareil de fabrication de l'anode selon l'invention.

La figure 1 représente une pile lithium-iode ayant une anode selon l'invention et comprenant une enveloppe 10 formée d'une métal tel que l'acier inoxydable qui est mis à une forme convenable et qui est creux tout en ayant une configuration sensiblement rectangulaire et qui est formée en une seule pièce avec un fond 11, des parois latérales planes et distantes 12, 13 partant du fond, et des parois courbes et distantes d'extrémité 14, 15 partant du fond 11 et se raccordant aux parois latérales 12 et 13. Le fond 11 a une forme combinée car il est courbé entre les parois latérales 12, 13 et a une partie rectiligne entre les parois d'extrémité 14, 15. La courbure du fond 11 entre les parois latérales 12, 13 est analogue à la courbure des parois d'extrémité 14, 15 si bien qu'une surface courbe et continue est formée autour de l'enveloppe. Les parois latérales 12, 13 sont sensiblement parallèles. L'enveloppe 10 a une extrémité ou partie supérieure ouverte en face du fond 11 qui est fermée de façon étanche par un couvercle 17 lui aussi

formé d'un métal tel que l'acier inoxydable, lorsque la pile a été montée comme décrit en détail dans la suite du présent mémoire.

Comme l'indiquent les figures 2 et 3, l'anode selon l'invention comprend deux plaques ou éléments 22, 24 de lithium ayant un conducteur électrique anodique 26 placé entre eux. Dans l'anode représentée, le conducteur 26 est une partie ou un tronçon partant d'une autre partie ou tronçon 30 du conducteur anodique, la partie 30 commençant à la partie 26 à peu près perpendiculairement et avec une longueur suffisante pour qu'elle puisse sortir de l'enveloppe 10 et assurer la connexion électrique. Le conducteur anodique comprenant les parties 26, 30 est formé de nickel, d'alliage fer-nickel ou de tout autre métal convenable. On peut utiliser d'autres dispositions, la partie 26 pouvant être par exemple sous forme d'un ou plusieurs fils ou rubans ou pouvant avoir une grille de plus grande dimension fixée sur lui, ou pouvant être multiple; par exemple il peut comprendre des parties 26 et 30 ayant un axe longitudinal commun qui est sensiblement perpendiculaire au plan du couvercle 17 afin que le conducteur anodique soit rectiligne. Dans la pile représentée, la partie 26 est de largeur relativement faible et elle n'est au contact que de petites parties des surfaces internes des plaques 22, 24 de lithium. La partie conductrice étroite 26 a un fonctionnement commode et peut ne pas avoir une grande surface, sauf lorsque cette caractéristique est souhaitable, puisque le lithium est un métal conducteur.

La partie ou tronçon 30 de conducteur anodique est séparé de façon étanche du reste de la pile par un élément isolant 32 qui entoure la partie conductrice 30 et qui a une première partie 34 disposée entre les plaques 22, 24 et une seconde partie 36 de plus grande section, de préférence cylindrique, placée entre les plaques de lithium et le couvercle 17 lorsque la pile est terminée. L'axe longitudinal de l'isolant 32 coïncide de façon générale avec l'axe longitudinal de la partie 30. L'isolant 32 est formé

d'une matière qui est non seulement non conductrice de l'électricité mais qui en outre ne réagit pas avec l'iode, c'est-à-dire ne présente pas une conduction électronique lorsqu'elle est exposée à des halogènes tels que l'iode. Un type de matière qui donne satisfaction est un polymère fluoré disponible dans le commerce sous le nom "Halar", marque de fabrique de the Allied Chemical Company. D'autres matières, telles que le "Tefzel", marque de fabrique de the Dupont Company, ou d'autres matières ayant des caractéristiques analogues peuvent évidemment être utilisées pour la formation de l'isolant 32.

Le dispositif d'étanchéité du conducteur anodique comporte en outre un élément isolant 42 placé entre l'isolant 32 et le conducteur 30. En particulier, l'isolant 42 a une première partie 44 de diamètre externe tel qu'elle peut se loger étroitement dans la partie isolante 34, et une seconde partie dont la dimension et la configuration lui permettent de se loger dans la partie 36 de l'isolant. L'isolant 42 a un alésage ou passage longitudinal sur toute sa longueur, ayant une section telle qu'il peut loger la partie 30 du conducteur. L'isolant 42 est formé d'une matière qui ne présente pas de conduction électronique lorsqu'elle est exposée à des halogènes tels que l'iode. Un type de matière qui donne satisfaction est le polymère fluoré précité disponible dans le commerce sous la marque "Tefzel".

Le dispositif d'étanchéité du conducteur anodique comprend en outre une virole métallique 52, par exemple d'acier inoxydable, entourant une autre partie du fil 30. Cette virole 52 a une forme cylindrique creuse de diamètre externe sensiblement constant d'une extrémité 53 vers l'enveloppe 10 comme indiqué sur la figure 2, et elle a une partie de diamètre légèrement plus grand qui augmente en gradins près du convercle 17. L'extrémité de la virole 52 opposée à l'extrémité 53 a des parties qui sont au contact de parties d'extrémité des isolants 32 et 42. L'axe longitudinal de la virole 52 coïncide de façon générale avec celui du conducteur 30. Le diamètre interne de la virole 52 est pratiquement constant

depuis la première extrémité et le long de la partie de plus grand diamètre. La partie 30 de conducteur passe dans la virole 52 suivant son axe longitudinal, à distance égale de la surface interne de la virole 52. Un élément cylindrique d'étanchéité (non représenté) formé de verre ayant un trou axial destiné au passage du conducteur 30 est logé dans la virole 52. L'élément d'étanchéité est disposé de préférence depuis la face 53 d'extrémité de la virole, sur la plus grande partie de la longueur de celle-ci et a une extrémité interne qui peut être au contact d'une partie d'extrémité de l'isolant 42.

La structure interne et la disposition des isolants 32 et 42 et de la virole 52 peuvent être comme décrit et représenté dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 4 166 158 ou 4 210 708.

Comme l'indiquent les figures 2 et 3, l'anode selon l'invention a un conducteur anodique électrique 26, 30 placé entre deux plaques 22, 24 de lithium délimitant des surfaces externes de lithium opposées l'une à l'autre et aboutissant à un bord périphérique ou marge 60. L'anode se caractérise par le fait que la plus grande partie de la longueur de ce bord 60 n'est pas couverte et est exposée à la matière cathodique présente dans la pile. Dans l'anode représentée par exemple sur la figure 3, la partie non recouverte et exposée de la longueur du bord 60 comprend la partie inférieure rectiligne tournée vers le fond 11, les parties recourbées vers le haut à chaque extrémité du fond, et une partie inclinée à l'extrémité gauche sur la figure 3. Les surfaces opposées de lithium à proximité de la plus grande partie du bord 60 ne sont pas non plus recouvertes et sont exposées à la matière cathodique de la pile. Dans l'anode selon l'invention, une petite partie de la longueur du bord périphérique peut être recouverte par un élément 64 d'une matière isolante le cas échéant. L'élément 64 est sous forme d'une bande ou d'un ruban relativement mince pouvant avoir une largeur supérieure à celle de l'anode. Dans l'anode représentée par exemple sur la figure 3, l'élément 64 est placé

le long d'une partie supérieure plate de la longueur du bord périphérique tourné vers le couvercle 17 et est sensiblement parallèle à ce couvercle et est disposé le long d'un gradin perpendiculaire contre lequel la partie isolante 36 est en appui. Dans la pile représentée, le tronçon d'élément 64 placé le long de la partie supérieure plate du bord périphérique de l'anode est au contact de la face interne du couvercle 17 mais il peut aussi être séparé par une faible distance. En outre, l'élément isolant 64 peut être éliminé si les éléments 22, 24 se trouvent à une distance suffisante du couvercle 17 pour que les conditions éventuelles de court-circuit soient évitées. En conséquence, la matière cathodique présente dans la pile non seulement est au contact des parties superficielles opposées des éléments 22, 24 mais aussi de la plus grande partie du bord périphérique 60 et des régions des surfaces opposées qui sont adjacentes à cette plus grande partie du bord périphérique. En conséquence, l'anode a une plus grande surface qui est au contact de la matière cathodique ou du dépolarisant dans la pile lors du fonctionnement. La structure anodique décrite qui se caractérise par l'exposition et par l'absence de recouvrement de la plus grande partie de la longueur du bord 60 et des régions adjacentes des surfaces opposées, donne un volume interne accru pour le logement du dépolarisant. En conséquence, la capacité nominale théorique de la pile est accrue. Dans une variante, la structure anodique précitée permet la réduction de la dimension externe de la pile pour une même capacité nominale théorique.

Dans l'anode selon l'invention, l'une au moins des surfaces opposées des plaques 22, 24 et les deux de préférence, ont une configuration comportant des déformations qui accroissent la surface. Sur la figure 3, les déformations 70 sont chacune allongées et ont des parties terminales aux deux extrémités. Ces parties se trouvent à une faible distance du bord périphérique de l'anode et délimitent une région marginale entre le bord périphérique et les parties terminales des déformations 70. Celles-ci sont en général

parallèles et elles sont aussi parallèles de façon générale aux axes longitudinaux communs de la virole 52 et du tronçon de fil 30 placé à l'intérieur. Les déformations 70 qui ont la forme de nervures ou d'ondulations ont des surfaces externes sensiblement lisses et elles ont de préférence une section qui est en général semi-circulaire. Dans la structure anodique représentée, les tronçons compris entre les nervures adjacentes 70 ont des surfaces lisses opposées. Les nervures occupent la plus grande partie de surface externe de chaque élément 22, 24. Les parties restantes de la surface sont sensiblement planes et parallèles, sauf autour des parties isolantes 34 et 44 où elles sont courbées ou bombées vers l'extérieur.

Un exemple de procédé de fabrication de l'anode est le suivant. D'abord, on forme un sous-ensemble comprenant la combinaison des isolants 32 et 42, de la virole 52 et des parties conductrices 26, 30, la partie 30 se trouvant dans la combinaison des isolants 32 et 42 et de la virole 52. L'isolant 42 est monté dans la virole 52 et leur combinaison est raccordée à l'isolant 32. On peut se référer aux brevets précités des Etats-Unis d'Amérique n° 4 166 158 et 4 210 708 pour une description plus détaillée de ces caractéristiques. La bande isolante 64 est alors mise en place et elle a un orifice permettant sa disposition sur la partie isolante 34 comme indiqué sur la figure 3. Elle peut être raccordée aux parties isolantes 34, 36 par un ciment convenable qui ne réagit pas avec l'iode tel qu'un ciment de cyanoacrylate disponible dans le commerce sous le nom "Permabond" 101 auprès de the Pearl Chemical Co. Précédemment, l'extrémité de la partie isolante 44 et le tronçon conducteur 26 placé à l'intérieur ont été pliés ou courbés comme un tout par un outil convenable, vers la gauche comme indiqué sur la figure 3 afin qu'ils forment un angle droit avec la partie 30 et l'axe longitudinal de la virole 52. Les plaques 22, 24 sont alors placées de part et d'autre du conducteur 26 et de la partie isolante 34. Comme l'indique la figure 3, l'épaulement rectangulaire ou gradin du bord périphérique de la combinaison

des plaques de lithium est en butée contre la face inférieure de la partie isolante 36, la bande isolante étant disposée entre eux. La bande 64 est placée le long de la partie supérieure comme indiqué sur la figure 3, y compris le gradin perpendiculaire proche de la partie 36. Le sous-ensemble est alors placé dans deux tronçons de moule et est comprimé avec une forme convenable, par exemple d'environ 9000 N. Le conducteur 26, la partie isolante 34 et le tronçon de fil 30 placé à l'intérieur sont enrobés de façon étanche dans les éléments 22, 24. Les faces internes des deux tronçons de moule ont des configurations telles qu'ils forment les déformations superficielles externes ondulées ou en vaguelettes comme indiqué sur les figures 3 et 4. L'enlèvement de l'anode du moule peut être facilité par utilisation de feuilles de séparation, par exemple de polyéthylène, placées entre chaque tronçon de moule et la face externe correspondante de l'anode.Cependant, selon une autre caractéristique de l'invention décrite en détail dans la suite du présent mémoire, aucune feuille de séparation n'est nécessaire car les moules et une partie de l'appareil de compression de l'anode sont formés d'une polyoléfine telle qu'un polyéthylène haute densité ou une matière équivalente, qui n'adhère pas facilement au lithium mais qui permet au contraire l'extraction de lithium des moules et de l'appareil de compression après cette opération et sans utilisation de feuilles de séparation.

Comme indiqué sur la figure 4, les surfaces opposées de l'anode ont des ondulations ou nervures distantes et parallèles 70 disposées parallèlement aux axes longitudinaux communs de la virole 52 et du tronçon de fil 30 placé à l'intérieur. Les déformations ou nervures 70 ont des surfaces externes sensiblement lisses de section de préférence semi-circulaire. Dans la structure anodique représentée, les parties comprises entre les nervures adjacentes ont des surfaces lisses opposées et l'épaisseur commune de ces parties correspond à la moitié environ de l'épaisseur totale mesurée entre les extrémités externes d'une ondulation et

l'ondulation alignée sur l'autre face de l'anode, bien que cette relation puisse varier. Les nervures 70 occupent la plus grande partie de la surface de chaque élément 22, 24. Les parties restantes sont planes de façon générale et parallèles sauf autour des parties isolantes 34 et 44 au niveau desquelles elles sont courbes ou bombées vers l'extérieur, et elles peuvent totalement enrober les isolants 34 et 44. Cette réalisation qui entoure l'isolasant et les parties isolantes est aussi assurée par les tronçons de moule. La bande de la bande 64 peut être collée aux éléments 22, 24 de lithium par application du ciment précité "Permabond" ou d'un ciment équivalent à la bande 64 après la compression de l'anode afin que l'adhérence soit accrue. La bande 64 peut aussi être collée aux éléments 22, 24 le cas échéant avant la compression de l'anode. L'anode terminée a ainsi deux surfaces exposées qui sont opposées.

Les figures 5 et 6 illustrent plus en détail la réalisation de l'anode selon l'invention. Un sous-ensemble est formé comme décrit précédemment et est placé avec les plaques 22, 24 de lithium dans les tronçons de moule comme décrit précédemment. Les parties périphériques partielles et de tronçons de moule portent les références 74 et 76 sur les figures 5 et 6 et représentent aussi les parties périphériques partielles des plaques 22, 24 du sous-ensemble placé entre les tronçons de moule. Les faces internes de ces tronçons 75 et 76 ont des cavités distantes 80, 84 destinées à former les nervures. La figure 5 représente la disposition avant compression et la figure 6 après rapprochement des tronçons 74, 76 et compression du sous-ensemble, après l'application d'une force convenable, par exemple de 9000 N. Les plaques 22, 24 sont soudées l'une à l'autre et les cavités 80, 84 des tronçons de moule forment les ondulations ou nervures 70 dans les deux faces opposées de l'anode.

Le procédé précité permet l'augmentation importante de la cohérence lithium-lithium dans l'anode terminée après la compression. On considère que ce résultat est obtenu par fluage ou déplacement ininterrompu et libre du lithium sur

lui-même ou entre les surfaces des plaques et grâce au bord périphérique ou la marge continue 88 de l'anode selon l'invention. En d'autres termes, il n'y a pas de cadre ou piège périphérique autour de la plus grande partie de l'anode selon l'invention, s'opposant à un tel fluage. La bande ou, dans le cas considéré, l'élément 64, c'est-à-dire le séparateur, peut être totalement éliminé par disposition des plaques 22 et 24 à une distance suffisante au-dessous du couvercle 17 pour qu'il n'y ait aucun court-circuit électrique. Les nervures 70 se terminent vers l'intérieur de la périphérie des plaques et délimitent le bord 88 totalement autour de l'anode et sur ses deux faces opposées. En outre, selon le procédé de l'invention, il faut une pression nettement réduite pour la formation et le soudage du lithium si bien que la cohérence de celui-ci est fortement accrue.

Les figures 7 et 8 illustrent un autre procédé de réalisation d'une anode selon l'invention. Un sous-ensemble est réalisé de la même manière que décrit en référence au procédé précédent et est placé avec les plaques 22', 24' de lithium dans deux tronçons de moule. Les parties périphériques partielles des deux tronçons portent les références 74', 76' sur les figures 7 et 8 qui représentent aussi des parties périphériques partielles des plaques 22', 24' placées entre les tronçons de moule. Le tronçon supérieur 74', sur les figures 7 et 8, a une saillie ou protubérance 78 sur sa face interne ou de travail adjacente au bord périphérique. La saillie 78 est de préférence continue autour de toute la périphérie du tronçon 74' et, dans l'arrangement représenté sur les figures 7 et 8, elle a une surface externe courbe ou sensiblement semi-circulaire, à la manière d'un cordon. Dans une variante, la saillie 78 peut avoir une forme rectangulaire facilitant l'usinage. La surface interne du tronçon 74' a, à distance de la saillie 78, des cavités distantes dont deux portent les références 80', destinées à la formation des nervures 70'. Le tronçon inférieur 76' représenté sur les figures 7 et 8 a une cavité 82 sur sa face interne ou de travail du moule à proximité

du bord périphérique. La cavité 82 est de préférence continue autour de toute la périphérie du tronçon 76' et, dans l'arrangement des figures 7 et 8, elle a une surface interne courbe ou sensiblement semi-circulaire afin qu'elle corresponde à la saillie 78. Dans une variante, la cavité 82 peut avoir une forme rectangulaire facilitant l'usinage. En outre, la cavité 82 se trouve sur la face du tronçon 76' de manière qu'elle soit en regard de la saillie 78 lorsque les tronçons 74', 76' sont rapprochés. La surface interne du tronçon 76' comporte, à distance de la cavité 82, des cavités distantes dont deux sont repérées par la référence 94' et destinées à la formation des nervures anodiques 70'.

La figure 8 représente la disposition après que les tronçons 74' et 76' ont été rapprochés et comprimés contre le sous-ensemble et après application d'une force convenable telle que 9000 N. Les cavités 80' et 84' des tronçons 74' et 76' délimitent les nervures ou ondulations 70' sur les faces opposées de l'anode comme indiqué précédemment. Simultanément, la saillie 78 et la cavité 82 coopèrent à la formation des surfaces adjacentes internes des plaques 22', 24' afin qu'elles possèdent des déformations coopérantes qui exposent de nouvelles surfaces des plaques de lithium et permettent une augmentation de la résistance de la liaison formée. Ces déformations complémentaires assurées par la saillie 78 de la cavité 82 sont placées près des bords périphériques des plaques 22', 24'. En fait, elles forment une marge mobile ou qui flue autour de l'anode et qui expose de nouvelles surfaces de lithium les unes aux autres afin que les plaques 22', 24' soient serties ou soudées en donnant une meilleure cohérence. L'anode résultante est retirée du moule comme décrit pour le procédé précéent.

Les figures 9 et 10 représentent un moule destiné à la formation de l'anode selon l'invention. Ce moule a deux tronçons ou poinçons complémentaires symétriques l'un de l'autre, l'un portant la référence 100, et lorsqu'ils sont utilisés, ils sont placés dans un appareil convenable en forme de cuvette afin que les plaques de lithium soient

comprimées entre eux et forment l'anode. Les tronçons de moule et les parties de l'appareil qui les contient sont formés d'une matière et ont une structure telles que les feuilles de séparation sont superflues. Selon l'invention, les tronçons de moule et les parties de l'appareil qui les contient sont formés d'une polyoléfine, par exemple du polyéthylène haute densité ou une matière équivalente, permettant une séparation facile des tronçons de moule et de l'appareil qui les contient d'une part et des plaques de lithium d'autre part, après compression. Par exemple, cette matière peut être du "Résinol" de type F qui est un polyéthylène haute densité disponible dans le commerce auprès de Allied Resinous Products, Inc. En outre, la face de chaque tronçon de moule a des cavités qui délimitent des saillies ou nervures sur les faces de l'anode, les cavités ayant une forme accroissant le démoulage mécanique des plaques et des tronçons après compression.

Comme l'indique la figure 9, le tronçon 100 de moule a une face 102 de travail qui est plate et lisse et a une configuration périphérique correspondant sensiblement à celle des plaques 22, 24. En particulier, le tronçon 100 a une partie marginale courbe 104 correspondant au bord de l'anode tourné vers le fond 11 de l'enveloppe de la pile et qui se raccorde à deux parties marginales courbées vers l'extérieur 106, 108 partant des extrémités opposées de la partie 104, une partie inclinée 110 placée à gauche sur la figure 9, une partie rectiligne 112 qui part de la partie précédente et deux surfaces 114, 116 formant un gradin à droite sur la figure 9. La configuration des tronçons de moule peut varier suivant la configuration voulue pour l'anode, les parties 104 pouvant être par exemple sensiblement rectilignes au lieu d'être courbes.

La face 102 de travail du tronçon 100 a plusieurs cavités sensiblement parallèles et distantes 120 qui ont des configurations telles qu'elles délimitent les ondulations ou nervures 70 représentées sur les figures 3 et 4. Comme l'indique la figure 10, chaque cavité a deux parois

latérales 122, 124 qui se raccordent à une paroi interne ou inférieure 126. Celle-ci est courbée et les parois 122, 124 sont sensiblement rectilignes et inclinées ou s'évasent vers l'extérieur. Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention, chaque paroi 122, 124 est disposée de manière qu'elle fasse un angle de 30° environ avec un plan perpendiculaire à la surface 102. En d'autres termes, le plan de chaque paroi 122, 124, prolongé au-delà de la surface 102, forme un angle inclus d'environ 60° avec celle-ci.

Un sous-ensemble anodique est formé de la même manière que dans le procédé précédent et est placé dans l'appareil de montage à cuvette avec les plaques 22, 24 et entre deux tronçons de moule, analogues chacun au tronçon 100. Aucune feuille de séparation n'est nécessaire dans l'appareil de montage ou entre les tronçons de moule et les plaques de lithium. Les tronçons sont rapprochés contre les plaques et une force d'environ 9000 N est appliquée pendant un temps d'environ 7 s. Après cette compression, les tronçons sont écartés de l'anode comprimée. La séparation est très bonne dans chaque tronçon, la surface associée de lithium se séparant librement et sans collage ou grippage. Le moule selon l'invention combine les effets de démoulage du polyéthylène haute densité avec le démoulage mécanique donné par les parois latérales évasées des cavités. Bien que le polyéthylène haute densité précité soit avantageux, une polyoléfine de poids moléculaire extrêmement élevé peut être utilisée, par exemple du type "Polypenco" de the Polymer Corp.

La figure 11 représente l'appareil précité de montage de moule qui a la forme d'un anneau ou cuvette segmentée ayant trois tronçons métalliques 125, 126, 130 et deux éléments rapportés 127, 128. En particulier, les tronçons 125, 126, 130 sont raccordés par emboîtement mâle-femelle (non représenté), formé par une surface de butée d'un tronçon se logeant dans une cavité coopérante de la face en regard d'un autre tronçon, maintenu par des dispositifs 129 de fixation à goujons. Les éléments rapportés 127, 128 sont formés

de la même polyoléfine que les tronçons de moule, par exemple du polyéthylène haute densité. Les surfaces des bords courbes des éléments rapportés 127, 128 ont une courbure qui correspond à la forme voulue pour les parties correspondantes du bord périphérique de l'anode. Le tronçon 130 a une surfaces marginale interne inclinée correspondant à la partie inclinée de la surface anodique périphérique, et le fond du tronçon 126 tourné vers les tronçons 125 et 130 a une forme permettant le logement du couvercle de l'ensemble comme décrit précédemment.

Lors du fonctionnement un premier tronçon de moule est retenu dans un dispositif convenable de maintien ou de montage (non représenté), et le sous-ensemble anodique et les plaques de lithium sont placés dans l'appareil de montage représenté sur la figure 11 comme décrit précédemment, l'ensemble étant placé et retenu dans le dispositif de montage afin qu'un premier tronçon de moule soit au contact d'une surface de lithium, de la manière voulue. L'autre tronçon de moule est alors placé et maintenu dans le dispositif de montage au contact de l'autre surface de lithium et une pression est appliquée ensuite. Pendant l'opération de mise en forme sous pression, l'appareil de montage donne simultanément sa forme à la périphérie de l'anode. Les éléments rapportés 127, 128 qui sont au contact du lithium sont formés de la polyoléfine précitée qui se démoule facilement du lithium après l'opération de mise en forme par compression, sans utilisation de feuilles de séparation.

Lorsque l'anode a été retirée de l'appareil de montage, les surfaces exposées des éléments 22 et 24 sont munies de revêtements 130 et 132 respectivement d'une matière organique du type donneur d'électrons, et on décrit maintenant en détail la nature des revêtements 130, 132 et leur rôle dans la pile selon l'invention. L'anode terminée est placée dans l'enveloppe 10 comme indiqué sur les figures 2 et 4, les surfaces de travail étant distantes de la face interne de l'enveloppe 10.

La pile selon l'invention comprend en outre une

cathode à base d'iode comprenant une région de matière cathodique 136 placée dans l'enveloppe 10 et disposée au contact des surfaces exposées des éléments 22, 24 de lithium lors du fonctionnement ainsi qu'au contact de la surface interne de l'enveloppe 10. Celle-ci, comme elle est formée d'une matière conductrice, constitue le collecteur cathodique. Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention, la matière cathodique 136 est un complexe à transfert de charges d'une matière organique du type donneur d'électrons et de l'iode. La matière qui donne les électrons peut être un composé organique ayant des doubles liaisons ou un groupe amine. La substance qui donne des électrons donne à l'iode une conductivité suffisante pour le fonctionnement convenable de la pile. Une matière organique donnant des électrons qui est avantageuse est un polymère de polyvinylpyridine et en particulier un polymère de 2-vinylpyridine.

La pile selon l'invention peut être réalisée de la manière suivante. Une virole 52 est soudée au couvercle 17 comme indiqué par la référence 140, et la partie conductri 30 est fixée dans la virole 52 par un joint de verre (non représenté). L'ensemble de l'isolant 42, de deux rondelles non représentées et de l'isolant 32 est combiné avec l'ensemble virole-couvercle, et le coude à angle droit est formé dans la partie conductrice 26. L'élément isolant 64 est mis en place et, si le collecteur anodique doit être utilisé, il est soudé par points à la partie conductrice 26. L'ensemble précité est placé dans le dispositif de montage et de compression et les plaques 22, 24 sont placées l'une de chaque côté et la combinaison est alors mise en forme par l'un des procédés précités. La combinaison résultante est alors placée dans l'enveloppe 10, le fil 30 étant sensiblement parallèle aux parois 12, 13 de l'enveloppe, les extrémités externes de la virole 52 et du fil 30 se trouvant à l'extérieur de l'extrémité ouverte de l'enveloppe 10. Un élément d'entretoise au moins d'une matière ne réagissant pas avec l'iode peut être placé entre les nervures 70 et près de l'extrémité inférieure de l'anode afin qu'il soit au contact

de la parci interne de l'enveloppe et maintienne l'anode à distance de celle-ci. La matière peut être la matière précitée "Halar" ou une matière équivalente. Par exemple, la figure 2 représente une entretoise 142, mais deux entretoises peuvent être placées aux extrémités opposées de l'anode. Le couvercle 17 est soudé à la périphérie de l'enveloppe 10 au point 146. L'enveloppe 10 et la combinaion d'éléments qu'elle contient sont placées verticalement, l'extrémité ouverte étant tournée vers le haut, dans un dispositif de montage ou autre. La matière cathodique est alors introduite dans l'enveloppe 10 par les orifices 150 formés dans le couvercle 17. En particulier, la matière cathodique, c'est-à-dire le dépolarisant, est préparée par chauffage de la matière organique, c'est-à-dire le polymère de 2-vinylpyridine, mélangée à de l'iode, à une température supérieure à la température de cristallisation de l'iode, par exemple à environ 150°C. La quantité d'iode doit être supérieure à 50 % environ du poids du mélange résultant afin qu'il y ait suffisamment d'iode dans la matière cathodique pour que la conductivité suffise au fonctionnement convenable de la pile. Le mélange résultant est une substance visqueuse et fluide qui peut être introduite dans l'enveloppe 10 par coulée par l'orifice 150. L'opération peut être réalisée à l'aide d'un élément de remplissage analogue à un entonnoir, décrit dans le brevet précité des Etats-Unis d'Amérique n° 4 210 708. En résumé, la matière cathodique chauffée est versée ou introduite d'une autre manière dans cet élément de remplissage par lequel elle s'écoule à l'intérieur de l'enveloppe 10. La quantité de matière cathodique 136 introduite dans l'enveloppe 10 suffit pour qu'elle soit au contact des surfaces exposées des éléments 22, 24. Les surfaces internes et adjacentes de l'orifice 150 qui sont au contact des surfaces de l'élément de remplissage sont maintenues propres et sans contamination par la matière cathodique. Lorsque le remplissage est terminé, l'élément de remplissage est retiré du couvercle 17 et un élément 154 de fermeture, avantageusement formé aussi d'acier inoxydable et analogue, est mis en place

dans l'orifice 150 puis soudé au couvercle 17 comme indiqué par la référence 156 sur la figure 3. Une soudure efficace est formée lorsque la surface interne et le bord de l'orifice 150 sont propres. Un élément formant une borne, ayant une base 160 et une tige 162, peut être soudé par points au couvercle 154 avant ou après le soudage de celui-ci sur le couvercle 17.

La pile lithium-iode selon l'invention fonctionne de la manière suivante. Dès que la matière cathodique contenant l'iode, par exemple, la matière 136 sur les figures 2 à 4, est au contact d'un élément de lithium pendant le fonctionnement, l'électrolyte solide lithium-iode commence à se former à l'interface. Dans l'exemple considéré, cette réaction a lieu aux surfaces externes ou opposées des deux éléments 22 et 24 de lithium. Il existe une différence de potentiels électriques entre le fil 30 et la tige 162 car l'enveloppe 10 est formée d'une matière conductrice de l'électricité et elle est au contact de la matière contenant l'iode et joue le rôle d'un collecteur cathodique. Le mécanisme qui donne le résultat précédent comprend probablement la migration des ions lithium dans l'électrolyte si bien que ces ions constituent l'espèce ionique présente dans la pile. Le mécanisme exact de mise en contact de la matière cathodique 136 contenant l'iode et des éléments 22 et 24 de lithium lors du fonctionnement, à travers les revêtements 130 et 132, n'est pas connu. Le mécanisme peut comprendre la migration d'ions iodure de la matière 136 vers les éléments 22 et 24 à travers les revêtements 130, 132 ou la migration d'ions lithium provenant des éléments 22, 24 vers la matière 136 à travers les revêtements 130, 132.

La matière des revêtements 130, 132 portée par les éléments 22 et 24 est une matière organique du type donneur d'électrons, du groupe des composés organiques constituant des complexes à transfert de charges. La matière des revêtements peut être la matière organique du type donneur d'électrons utilisée pour la préparation du complexe à transfert de charges de la matière cathodique 136, mais d'autres

matières conviennent. Une matière avantageuse pour les revêtements est une polyvinylpyridine, et elle est appliquée aux surfaces exposées des éléments 22 et 24 comme décrit dans le brevet précité des Etats-Unis d'Amérique n° 4 210 708.

Les revêtements 130 et 132 des éléments 22 et 24 respectivement remplissent plusieurs fonctions importantes. L'une d'elles est la réduction souhaitable de l'impédance de la pile, due sans doute à une surface de contact meilleure et plus efficace entre la matière cathodique et chaque élément de lithium. En particulier, lorsque la matière cathodique contenant de l'iode à température élevée vient au contact d'une surface non revêtue de lithium, de l'iode peut se recristalliser immédiatement à la surface du lithium et peut ainsi empêcher ou bloquer le contact à cet emplacement entre l'élément de lithium et le complexe de matière organique et d'iode. Les revêtements 130 et 132 constituent des revêtements protecteurs qui résolvent le problème et jouent le rôle de dispositifs tampons entre les plaques de lithium pur et la matière cathodique relativement chaude, lorsqu'elle est au contact des plaques. Il peut exister d'autres mécanismes impliqués dans l'augmentation des caractéristiques obtenues par l'utilisation de ce revêtement. En conséquence, la surface de chaque élément anodique est mieux utilisée par la matière cathodique. En outre, les revêtements 130, 132 permettent une durée de manipulation allongée pendant la construction de la pile, avant l'introduction de la matière cathodique chaude.

Il est important que la matière 136 contenant de l'iode ne puisse pas venir directement au contact d'une partie quelconque du dispositif conducteur de l'électricité, relié aux organes de lithium de l'anode, en particulier des parties conductrices 26 et 30. Dans le cas contraire, il existerait une conduction électronique entre la matière cathodique 136 et les tronçons conducteurs 26, 30, avec création d'un court-circuit électrique dans la pile. En particulier, cette migration du complexe contenant de l'iode

formé par la matière 136 directement vers les tronçons conducteurs 26, 30, sans réaction initiale avec un organe de lithium de l'anode, provoque une conduction électronique qui fait apparaître une condition de court-circuit électrique dans la pile. D'autre part, lorsque la matière 136 contenant de l'iode n'est au contact que du lithium de l'anode, il apparaît d'abord une condition de conduction ionique si bien que le fonctionnement de la pile est convenable.

La construction de la pile représentée empêche la formation d'un court-circuit dû à la migration ou à l'écoulement de la matière 136. En particulier, la partie conductrice 26 et le tronçon voisin de partie conductrice 30 sont enfermés de manière étanche dans l'ensemble stratifié ou soudé par compression formé par les éléments 22 et 24 de lithium. Ce joint est amélioré par formation de la marge périphérique 88 sur les faces des éléments 22, 24 pendant la compression. En particulier, la formation de la marge 88 pendant la compression augmente la soudure lithium-lithium des éléments 22, 24. L'absence de toute bande ou de tout cadre autour de la plus grande partie de la périphérie de l'anode et des parties terminales des nervures 77, délimitant la marge 88 sur les deux faces des éléments 22, 24, permet en combinaison un fluage sans interruption et libre du lithium pendant l'opération de mise en forme de l'anode. Cette opération provoque ainsi une bien meilleure cohérence ou liaison du lithium sur lui-même, avec une réduction de la pression utilisée pour la mise en forme comme décrit précédemment en référence aux figures 5 et 6.

L'excellent joint peut aussi être formé par sertissage de la marge ou par utilisation d'une déformation analogue qui expose de nouvelles surfaces de lithium autour des faces périphériques internes de l'anode, lors de la mise en oeuvre de la variante de procédé décrite en référence aux figures 7 et 8.

L'arrangement décrit en coopération avec la combinaison des isolants 32 et 42, de la virole 52 et du joint de verre formé entre la virole 52 et la partie conductrice

30 permet la réalisation d'une structure anodique qui est enfermée de façon totalement étanche, à l'exception des parties exposées de surfaces de lithium de l'anode, disponibles pour le contact avec la matière cathodique 136. Toutes les parties conductrices 26 et 30 qui dépassent sont protégées contre la matière cathodique et contre l'enveloppe. En outre, l'ensemble étanche est avantageusement terminé avant le montage de l'ensemble de la pile, en particulier avant l'introduction de la matière cathodique 136. L'isolant 32 formé de "Halar" ou d'une matière analogue qui ne réagit pas avec l'iode, entoure la partie 30 entre le couvercle 17 et la partie 26 et la protège, à l'intérieur des éléments 22, 24. La virole 52 entoure le fil 30 et le protège, depuis un point compris à l'intérieur du couvercle 17 et près de la partie isolante adjacente 36 jusqu'à un point qui se trouve en dehors de l'enveloppe 10.

Comme toutes les parties conductrices 26, 30 sont protégées contre la matière cathodique 136 et l'enveloppe 10, aucun isolement n'est nécessaire entre la matière cathodique et l'enveloppe. Celle-ci peut être totalement remplie de matière cathodique si bien que la quantité d'iode présente dans la pile est considérablement accrue par rapport aux piles qui nécessitent un isolement. Un autre avantage de la pile selon l'invention est que, grâce à la disposition précitée, l'enveloppe métallique constitue un collecteur cathodique de très grande dimension qui améliore les caractéristiques de la pile étant donné la quantité relativement grande de matière cathodique qui est au contact du collecteur. En outre, la disposition des nervures 70 sur les surfaces de travail des éléments anodiques 22, 24 augmente la surface efficace de ces éléments qui est au contact de la matière cathodique 136. Comme décrit précédemment, la matière cathodique non seulement est au contact des surfaces anodiques opposées qui ont une étendue accrue mais est aussi au contact de la plus grande partie du bord périphérique et des régions adjacentes à ce bords, si bien que la surface anodique disponible directement au contact

de la matière cathodique est encore accrue. De plus, l'absence de toute bande ou cadre autour de la plus grande partie de la périphérie de l'anode augmente le volume disponible pour le logement d'une quantité supplémentaire de matière cathodique, c'est-à-dire de dépolarisant. L'absence de la bande ou du cadre réduit aussi les risques de formation de cavités ou d'un remplissage partiel lorsque le dépolarisant est versé dans l'enveloppe contenant l'anode. De cette manière, la capacité réelle, exprimée en A-h, est accrue, étant donné qu'elle dépend du volume de la matière cathodique. Les caractéristiques souhaitables précitées sont encore accentuées par les revêtements 130, 132 de la matière organique du type donneur d'électrons. L'élimination d'un cadre ou d'une bande périphérique sur l'anode, considéré jusqu'à présent comme nécessaire pour la coopération étanche des éléments de l'anode, permet le montage très rapide et peu coûteuse de la pile et nécessite un nombre réduit de pièces. En outre, les moules et le dispositif de formation selon l'invention permettent une séparation efficace de l'anode d'une part et des moules et du dispositif de mise en forme d'autre part, sans utilisation de feuilles de séparation.

Il est bien entendu que l'invention n'a été décrite et représentée qu'à titre d'exemple préférentiel et qu'on pourra apporter toute équivalence technique dans ses éléments constitutifs sans pour autant sortir de son cadre.

REVENDICATIONS

1. Anode pour pile lithium-halogène, du type qui comprend une matière cathodique contenant un halogène, l'anode ayant un conducteur électrique (26, 30) disposé entre deux plaques (22, 24) de lithium qui forment des surfaces sensiblement opposées de lithium qui aboutissent à un bord périphérique, ladite anode étant caractérisée en ce que la plus grande partie de la longueur du bord périphérique (60) n'est pas recouverte et est exposée, et une petite partie de la longueur de ce bord est recouverte par un élément (64) d'une matière isolante.

2. Anode selon la revendication 1, caractérisée en ce que les surfaces opposées de lithium, à proximité de ladite plus grande partie du bord périphérique (60) ne sont pas non plus recouvertes et sont exposées.

3. Anode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'une au moins des surfaces opposées a une configuration comprenant des déformations (70) qui augmentent la surface disponible.

4. Anode selon la revendication 3, caractérisée en ce que les déformations (70) sont réalisées sur les deux surfaces opposées.

5. Anode selon la revendication 3, caractérisée en ce que les déformations (70) sont allongées et ont chacune les parties terminales aux deux extrémités, ces parties terminales étant placées à une faible distance du bord périphérique (60) afin qu'une région marginale (88) soit délimitée entre le bord périphérique et les parties terminales des déformations.

6. Anode selon la revendication 1, caractérisée en ce que le conducteur électrique (26, 30) a une faible largeur et n'est au contact que de petites parties de la surface interne des plaques de lithium (22, 24).

7. Anode selon la revendication 1, caractérisée en ce que les surfaces internes des plaques de lithium (22, 24) ont des déformations coopérantes (78, 82) ayant des configurations telles que de nouvelles surfaces des plaques

de lithium (22, 24) sont exposées mutuellement et améliorent la liaison entre ces surfaces.

8. Anode selon la revendication 7, caractérisée en ce que les déformations coopérantes (78, 82) sont disposées près du bord périphérique (60).

9. Anode pour pile du type lithium-halogène contenant une matière cathodique (136) contenant elle-même un halogune, ladite anode étant caractérisée en ce qu'elle comprend un conducteur électrique anodique (26, 30) disposé entre deux plaques de lithium (22, 24) qui délimitent des surfaces sensiblement opposées qui aboutissent à un bord périphérique (60), la plus grande partie au moins de la longueur du bord périphérique (60) n'étant pas couverte et étant exposée, l'une au moins des surfaces opposées ayant une configuration qui comprend des déformations (70) qui augmentent sa surface efficace, les déformations se terminant à une faible distance vers l'intérieur du bord périphérique (60) et délimitant ainsi une région marginale (88) dans laquelle les plaques sont liées, entre le bord périphérique et les déformations.

10. Anode selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre des déformations coopérantes (78, 82) formées aux faces internes des plaques (22, 24) près du bord périphérique (60) et ayant des configurations telles que de nouvelles surfaces des plaques de lithium (22, 24) sont exposées mutuellement afin que leur liaison soit meilleure.

11. Anode selon la revendication 9, caractérisée en ce que les régions des surfaces opposées qui sont adjacentes à ladite plus grande partie du bord périphérique (60) ne sont pas non plus couvertes et sont exposées.

12. Anode selon la revendication 9, caractérisée en ce que les premières formations (70) sont formées sur les deux surfaces opposées.

13. Anode selon la revendication 9, caractérisée en ce que les premières formations (70) sont allongées et sont dirigées vers le bord périphérique.

14. Anode selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comprend un élément (64) d'une matière isolante, recouvrant une petite partie de la longueur du bord périphérique (60).

15. Anode selon la revendication 9, caractérisée en ce que le conducteur électrique (26, 30) a une faible largeur et n'est au contact que de petites parties des surfaces internes des plaques de lithium (22, 24).

16. Procédé de fabrication d'une anode pour pile du type lithium-halogène, caractérisé en ce qu'il comprend

a) la disposition d'un conducteur électrique anodique (26, 30) entre deux plaques de lithium (22, 24),

b) l'application d'une force de compression aux plaques l'une vers l'autre et contre ledit conducteur,

c) la mise en forme de la surface externe de l'une au moins des plaques de lithium afin qu'elle comporte des déformations (70) qui augmentent sa surface efficace, et

d) la conservation d'une région marginale (88) sensiblement lisse et sans déformation près du bord périphérique (60) des plaques de lithium.

17. Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend en outre la formation de la face interne des plaques de lithium (22, 24) afin qu'elles possèdent des déformations coopérantes (78, 82) destinées à exposer de nouvelles surfaces des plaques mutuellement et que leur liaison mutuelle soit meilleure.

18. Pile du type lithium-iode, caractérisée en ce qu'elle comprend

a) une enveloppe (10) d'une matière conductrice de l'électricité,

b) une anode placée dans l'enveloppe et comprenant un conducteur électrique anodique (26, 30) placé entre deux plaques de lithium (22, 23), délimitant des surfaces externes sensiblement opposées aboutissant à un bord périphérique (60), la plus grande partie de ce bord n'étant pas recouverte et étant exposée,

c) le conducteur électrique anodique (26, 30) traversant l'enveloppe (10),

d) un dispositif destiné à séparer le conducteur de manière étanche du reste de la pile,

e) une cathode comprenant une matière cathodique (136) contenant de l'iode placée dans l'enveloppe (10), de manière que, lors du fonctionnement, elle soit au contact des surfaces externes des plaques de lithium (22, 24), du bord périphérique (60) et de la plus grande partie de la surface de l'enveloppe (10) afin que cette dernière constitue un collecteur cathodique de courant,

f) le dispositif séparant le conducteur de manière étanche du reste de la pile assurant la protection du conducteur anodique contre la matière (136) qui contient de l'iode et l'isolement électrique de ce conducteur (26, 30) par rapport à l'enveloppe (10),

g) si bien qu'il existe une différence de potentiels électriques entre le conducteur et l'enveloppe pendant le fonctionnement de la pile.

19. Pile selon la revendication 18, caractérisée en ce que les zones des surfaces externes opposées de lithium qui sont adjacentes à ladite plus grande partie du bord périphérique (60) ne sont pas non plus couvertes et sont exposées afin qu'elles soient en contact avec la matière cathodique lors du fonctionnement.

20. Pile selon la revendication 18, caractérisée en ce que l'une au moins des surfaces opposées comprend des déformations (70) qui augmentent sa surface efficace.

21. Pile selon la revendication 20, caractérisée en ce que les déformations (70) sont formées sur les deux surfaces opposées.

22. Pile selon la revendication 20, caractérisée en ce que les déformations (70) sont allongées et ont chacune des parties terminales aux deux extrémités, aboutissant à une faible distance à l'intérieur du bord périphérique (60) si bien qu'une région marginale (88) est délimitée entre le bord périphérique et les parties terminales des

déformations.

23. Pile selon la revendication 18, caractérisée en ce que le conducteur électrique anodique (26, 30) a une faible largeur et n'est au contact que de petites parties de la surface interne des plaques de lithium (22, 24).

24. Pile selon la revendication 18, caractérisée en ce que les surfaces internes des plaques de lithium (22, 24) ont des déformations coopérantes (78, 82) ayant une configuration telle qu'elles exposent de nouvelles surfaces des plaques (22, 24) l'une à l'autre afin que leur liaison soit meilleure.

25. Pile selon la revendication 24, caractérisée en ce que les déformations coopérantes (78, 82) sont placées près du bord périphérique (60).

26. Pile selon la revendication 18, caractérisée en ce qu'une petite partie de la longueur du bord périphérique (60) est recouverte par un élément (64) d'une matière isolante de l'électricité.

27. Pile selon la revendication 26, caractérisée en ce que l'enveloppe (10) a un couvercle (17), et l'anode est placée dans l'enveloppe (10) de manière que l'élément de matière isolante soit dirigé vers le couvercle (17).

28. Appareil de fabrication d'une anode de lithium destinée à une pile du type lithium-halogène, caractérisé en ce qu'il comprend deux tronçons de moule (100) destinés à être rapprochés contre des surfaces opposées d'un ensemble destiné à former une anode de lithium, les tronçons de moule étant formés d'une matière à base de polyoléfine.

29. Appareil selon la revendication 28, caractérisé en ce que la matière à base de polyoléfine est un polyéthylène haute densité.

30. Appareil selon la revendication 28, caractérisé en ce que chacun des tronçons de moule (100) a une face de travail (102) destinée à être au contact de l'ensemble destiné à former l'anode de lithium, et l'une des faces au moins a plusieurs cavités (120).

31. Appareil selon la revendication 30, caractérisé

en ce que chaque cavité (120) est allongée en direction sensiblement parallèle au plan de la face de travail (102) chaque cavité ayant deux parois latérales qui s'évasent vers l'extérieur (122, 124).

32. Appareil selon la revendication 30, caractérisé en ce que chaque paroi latérale (122, 124) est placée dans un plan qui fait un angle d'environ 30° avec le plan de la face de travail (102) si bien que les deux surfaces latérales délimitent entre elles un angle inclus de 60° environ.

33. Appareil selon la revendication 28, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif destiné à former le bord périphérique externe (60) de l'ensemble destiné à former l'anode, ce dispositif comprenant des parties d'une matière à base de polyoléfine, destinées à être au contact de cet ensemble.

34. Appareil selon la revendication 33, caractérisé en ce que la matière à base de polyoléfine est un polyéthylène haute densité.

Fig. 1.

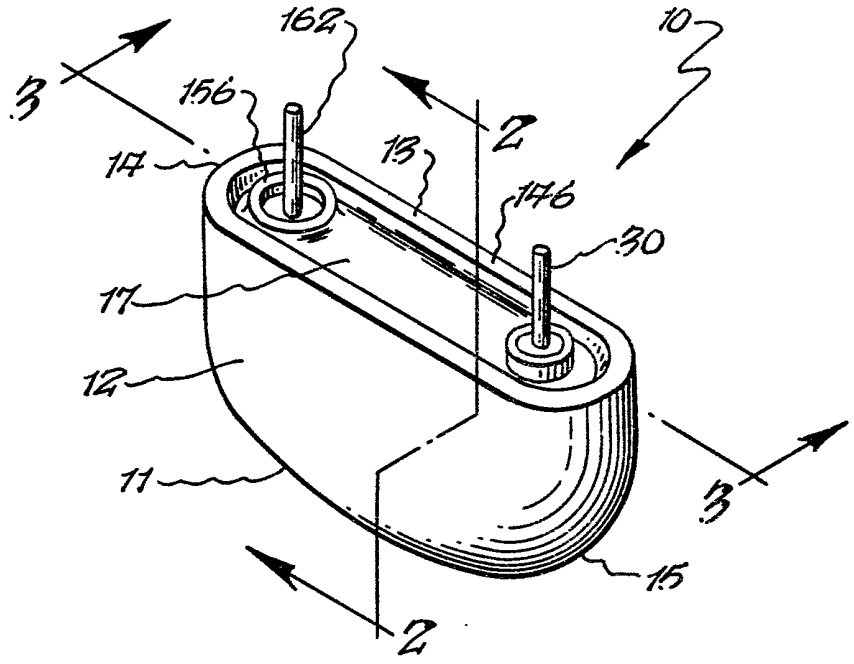

162
10
3
156
2
14
13
146
30
17
12
11
3
15
2

Fig. 2.

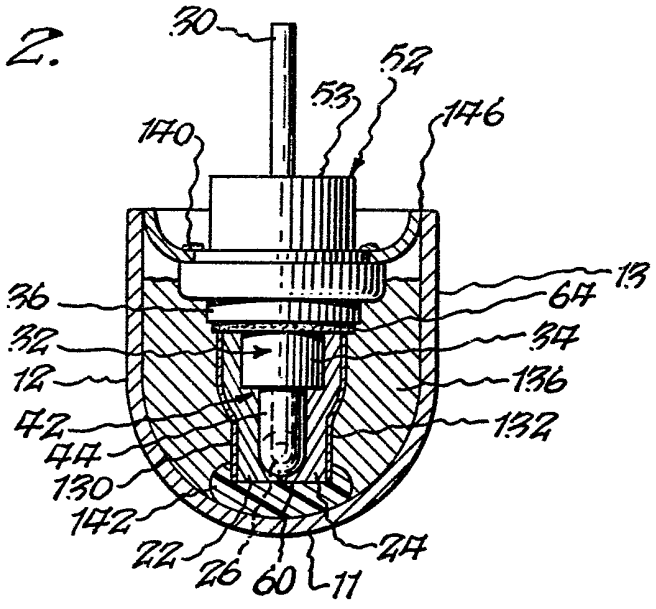

30
52
53
146
140
13
64
36
54
32
136
12
132
42
44
130
142
22
26
60
11
24

Fig 3.

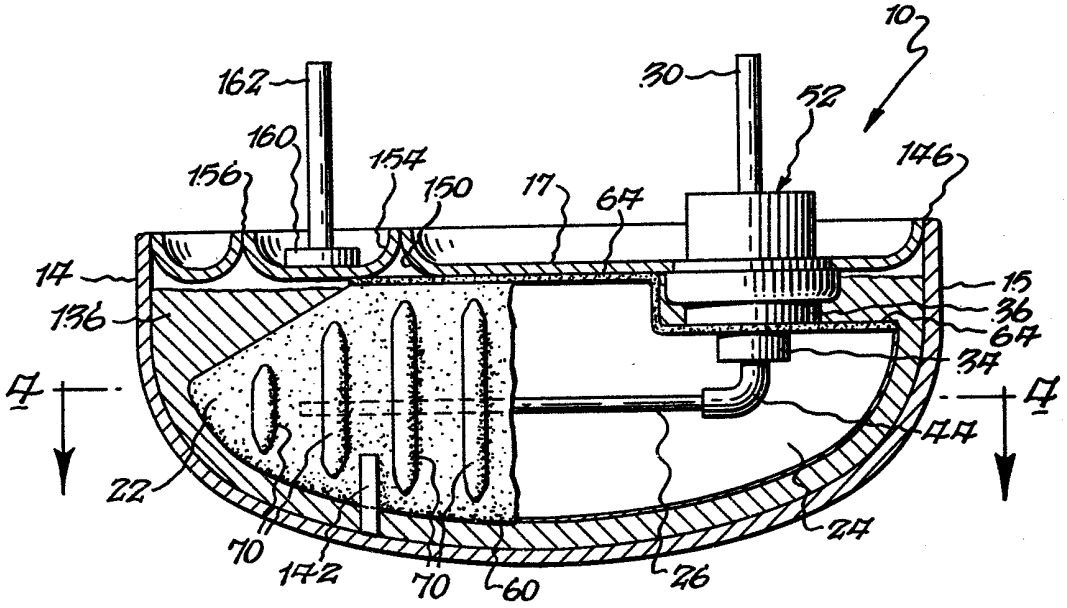

10
162
160
156
154
150
17
67
30
52
146
14
136
15
36
67
34
4
4
44
22
24
70
142
70
60
26

Fig. 4.

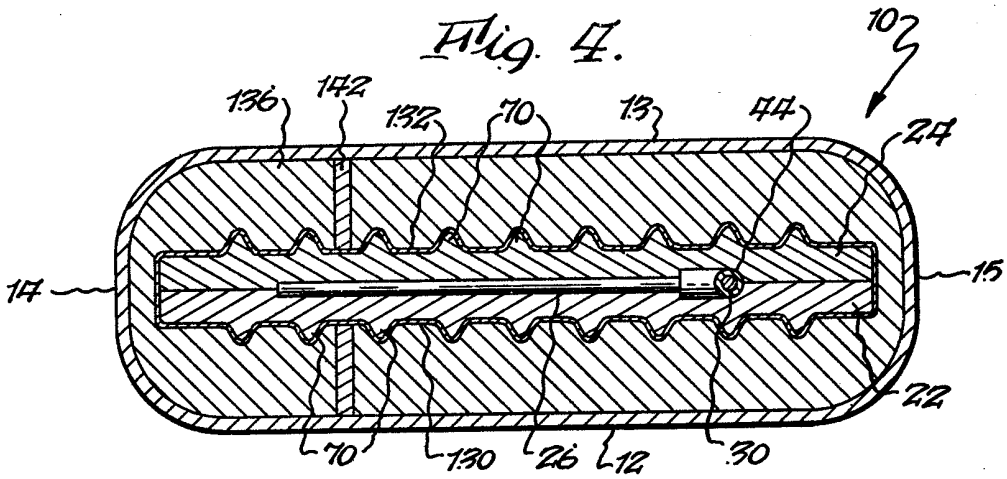

10
136
142
132
70
13
44
24
14
15
22
70
130
26
12
30

Fig. 5.

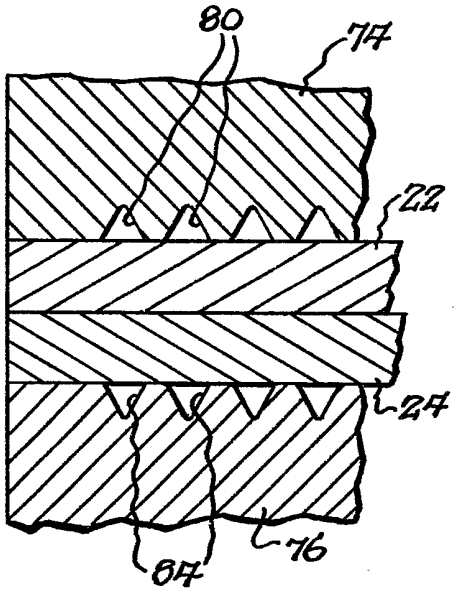


Fig. 6.

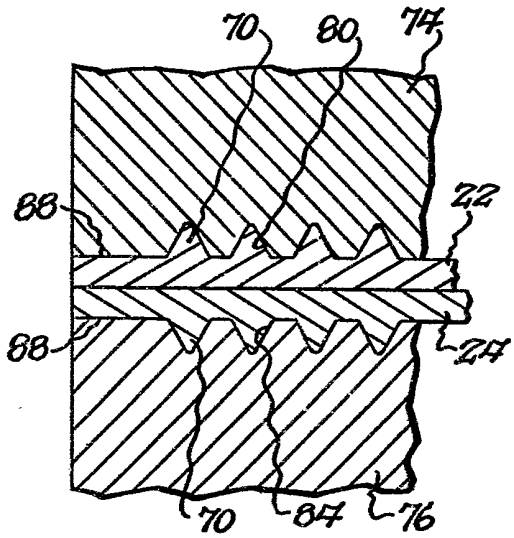


Fig. 11.

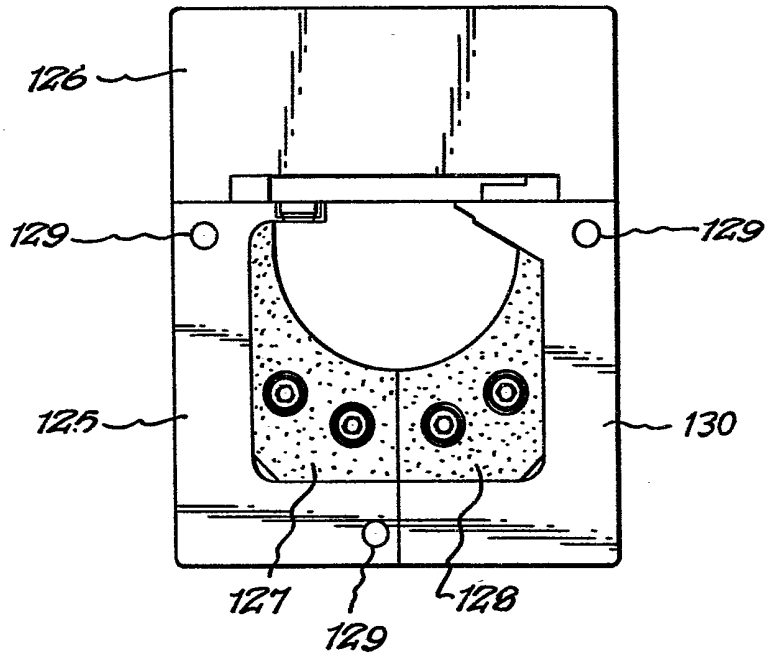


Fig. 7.

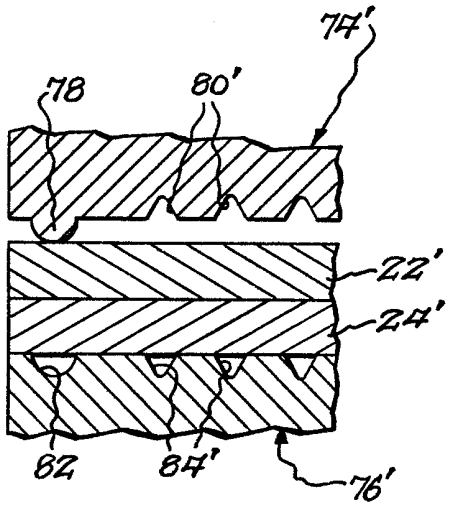


Fig. 8.

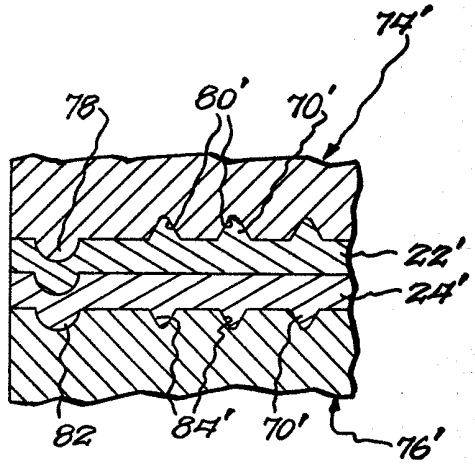
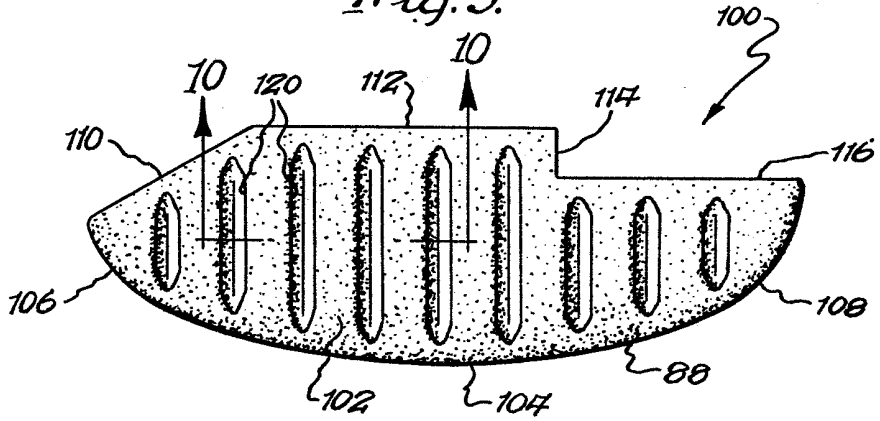


Fig. 9.



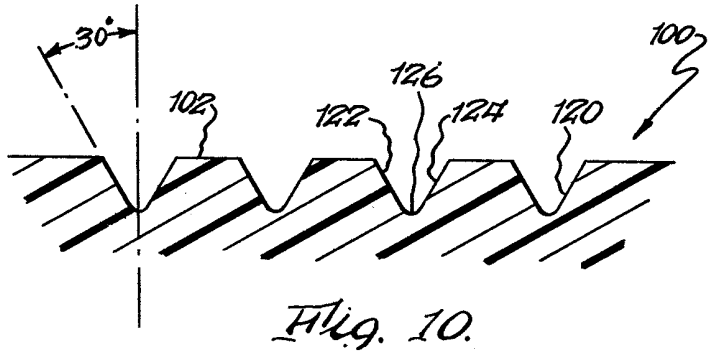


Fig. 10.