

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 648 277**

②1 N° d'enregistrement national :

**89 07605**

⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : H 01 M 10/12.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 8 juin 1989.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 50 du 14 décembre 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *COMPAGNIE EUROPEENNE D'ACCU-  
MULATEURS, Société anonyme.* — FR.

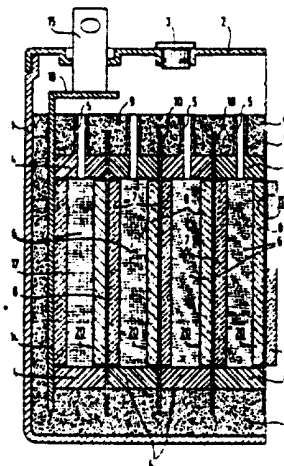
⑦2 Inventeur(s) : Jean-Paul Pompon.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Danièle Laroche, Sospi.

⑤4 Batterie d'accumulateurs au plomb étanche, à électrodes bipolaires.

⑤7 Batterie d'accumulateurs au plomb étanche comprenant,  
dans un bac 1 fermé par un couvercle 2 muni d'une soupape 3  
et de deux bornes 15 un empilement d'électrodes bipolaires  
20 avec des cadres 4 interposés, munis intérieurement de  
séparateurs 6. Le bloc de plaques est noyé dans une mousse  
plastique adhérente 9.



FR 2 648 277 - A1

Batterie d'accumulateurs au plomb étanche, à électrodes bipolaires.

La présente invention concerne une batterie d'accumulateurs au plomb étanche à électrodes bipolaires.

Les batteries d'accumulateurs, dans leur grande majorité, sont faites d'éléments de tension unitaire constitués de plusieurs plaques positives et négatives empilées alternativement et regroupées électriquement par polarité. Le courant généré à la surface des électrodes est conduit vers le haut des plaques qui sont connectées en parallèle par des pièces métalliques de forte section. Les accumulateurs sont ensuite mis en série par des connexions extérieures ou traversant les parois. Les compartiments de bac dans lesquels sont placés les accumulateurs doivent être étanches pour ne pas permettre de jonction électrolytique car il s'ensuivrait des courts-circuits qui auto-déchargeraient les accumulateurs concernés et les endommageraient.

Cette technologie est particulièrement adaptée aux assemblages de forte capacité et de faible tension totale ; elle évite l'utilisation d'électrodes de trop grande taille qui seraient encombrantes. Une variante de cet assemblage est l'accumulateur spiralé qui est généralement réservé aux faibles capacités pour des tensions unitaires.

Lorsque, dans un volume donné, on veut augmenter la tension totale, il faut multiplier le nombre d'éléments d'accumulateurs et donc diminuer la taille de chacun d'eux en réduisant le nombre d'électrodes de chaque polarité, jusqu'à descendre à des éléments ne comportant qu'une électrode positive et une électrode négative. Cet assemblage n'est généralement plus optimum. La place perdue croît ainsi que le nombre de connexions et le coût.

Le brevet anglais GB-A-2.158.285 décrit une batterie d'accumulateurs de ce type qui a l'inconvénient de nécessiter la réalisation d'une étanchéité complexe entre un grand nombre de compartiments.

Dans la batterie décrite dans le brevet français FR-A.2.200.642, chaque accumulateur ne contient qu'un couple d'électrodes. L'électrode négative de l'accumulateur de rang N est connectée à travers la paroi, et sur une courte distance, à l'électrode positive de l'accumu-

lateur de rang  $N + 1$ . Cette technologie est également complexe et nécessite aussi des étanchéités délicates entre accumulateurs. Comme dans les montages traditionnels, les grilles doivent collecter et conduire tout le courant vers l'accumulateur suivant. Ce montage est quelquefois dénommé "Bipolaire" car les électrodes sont constituées d'une partie positive et d'une partie négative qui peuvent être fabriquées simultanément.

Le brevet américain US-A-4.539.268 décrit une batterie étanche avec un montage d'électrodes bipolaires de type Volta enfermé dans un bac fermé par un couvercle muni d'une soupape. Les accumulateurs qui ne comprennent qu'un seul couple d'électrodes, sont empilés les uns contre les autres avec interposition d'une feuille en titane électriquement conductrice. Cette feuille assure la collection du courant et son transfert de l'accumulateur de rang  $N$  vers l'accumulateur de rang  $N+1$  sur une très courte distance. Cette technologie est appelée "Bipolaire" car le composant de base que l'on fabrique est une "plaque" constituée d'une feuille collectrice sur laquelle on vient placer d'un côté de la matière négative et de l'autre côté de la matière active positive. Ces plaques sont alors empilées avec interposition d'un séparateur. Une telle batterie ne peut fonctionner longtemps car les feuilles de titane se recouvrent très rapidement d'une couche de passivation qui empêche la conduction. En outre ce brevet ne donne pas de solution au problème de l'étanchéité entre les accumulateurs.

La présente invention a pour but de réaliser une batterie d'accumulateurs au plomb étanche à électrodes bipolaires, dont la structure soit aisément réalisable industriellement, et où l'étanchéité entre les accumulateurs soit tout à fait assurée.

La présente invention a pour objet une batterie d'accumulateurs au plomb étanche comprenant, dans un bac fermé par un couvercle muni d'une soupape et de deux bornes de polarités opposées, un empilement d'électrodes bipolaires avec des séparateurs interposés, un collecteur positif et un collecteur négatif terminaux connectés respectivement auxdites bornes, chaque électrode bipolaire comprenant un collecteur de courant en forme de feuille munie sur ses faces

respectivement d'une couche de matière active positive et d'une  
couche de matière active négative, batterie caractérisée par le  
fait qu'elle comprend une pluralité de cadres contenant chacun  
intérieurement un séparateur poreux et très mouillable, par exemple  
5 en fibres de verre, lesdits cadres servant d'entretoises pour lesdits  
collecteurs qui s'y appliquent au niveau de leurs bords exempts  
de matière active, les surfaces périphériques desdits cadres et  
les bords des collecteurs les dépassant étant noyés dans une mousse  
plastique adhérente et à pores fermés faisant étanchéité entre  
10 les accumulateurs, chaque cadre étant muni sur sa périphérie d'une  
tubulure sortant de ladite mousse pour permettre l'introduction  
d'électrolyte vers ledit séparateur correspondant.

Les cadres sont de préférence en matière plastique injectée.  
Le bac est de préférence en polypropylène éventuellement chargé,  
15 par exemple de talc, avec des parois externes nervurées pour résister  
à la pression.

Selon un mode de réalisation préférentiel, ledit collecteur  
de courant est multicouches. Il comprend une feuille centrale en  
matériau plastique conducteur, munie sur sa face destinée à recevoir  
20 la matière active négative d'un film de plomb doux adhérent, et  
sur son autre face d'un film d'alliage de plomb.

L'épaisseur de ladite feuille centrale est comprise entre  
0,05 mm et 0,5 mm.

Ledit matériau plastique conducteur est choisi parmi un polypropylène  
25 chargé de graphite, présentant une résistivité inférieure à 10 ohm.cm,  
un polyéthylène chargé, un polychlorure de vinyle chargé, ou tout  
matériau résistant à l'acide sulfurique et que l'on puisse charger  
pour le rendre conducteur. le graphite et les charbons sont les  
charges préférentielles en raison de leur surtension de dégagement  
30 gazeux.

Selon un autre mode de réalisation, ledit matériau plastique conducteur  
est choisi parmi les polymères conducteurs tels que les polypyrols,  
les polythiophènes, les polyanilines.

L'épaisseur dudit film de plomb doux est comprise entre 0,05 mm  
35 et 0,5 mm. Il peut être obtenu par dépôt électrolytique, ou il

peut être formé d'une feuille laminée non poreuse. L'adhérence de cette feuille à ladite feuille centrale peut être obtenue par exemple par colaminage à chaud ou par collage à l'aide d'une colle à base d'un polymère conducteur analogue à ceux qui ont été mentionnés

5 ci-dessus.

L'épaisseur dudit film d'alliage de plomb est comprise entre 0,1 mm et 1 mm.

Cet alliage est de préférence un alliage contenant du plomb, du calcium et de l'étain ; il est éventuellement dopé d'additifs et travaillé sur le plan métallurgique pour renforcer sa tenue à la

10 corrosion. Il est rendu adhérent à ladite feuille centrale de la même manière que ledit film de plomb doux.

Selon un mode de réalisation préférentiel, lesdites matières actives sont réalisées en forme de feuilles rectangulaires de dimensions un peu inférieures à celles de leur collecteur et elles sont

15 plaquées de part et d'autre de ce dernier.

L'épaisseur de ces feuilles est comprise entre 0,5 mm et 3 mm.

Les matières actives peuvent contenir un liant, tel qu'un latex de PTFE ou contenir un support en papier fin et poreux.

Ladite mousse plastique assurant l'étanchéité est choisie en un matériau résistant à l'acide sulfurique, par exemple en polyuréthane.

20

La présente invention a également pour objet un procédé de montage de la batterie d'accumulateurs au plomb étanche qui vient d'être définie.

Selon ce procédé, on empile lesdites électrodes bipolaires en interposant entre deux collecteurs successifs un cadre muni d'un séparateur et présentant sur sa périphérie une tubulure obturée, on dispose lesdits collecteurs positif et négatif terminaux avec leurs sorties de courant, on serre l'empilage ainsi obtenu dans

30 un gabarit et on injecte ladite mousse plastique, on découpe les extrémités des tubulures des cadres dépassant ladite mousse, on remplit les accumulateurs en électrolyte au niveau desdites tubulures par aspiration sous vide, on introduit l'ensemble dans le bac que l'on ferme avec le couvercle par thermocompression, et on réalise

35 lesdites bornes.

Pour réaliser lesdites électrodes bipolaire, on peut selon une première variante déposer la pâte active après malaxage en couche régulière sur un papier fin et poreux, découper un rectangle que l'on puisse manipuler et l'appliquer sur une face du collecteur central. Selon une seconde variante, on introduit dans le malaxeur contenant les différents constituants de la pâte une faible quantité de latex de PTFE qui donne des fibrilles et rend la pâte extrudable ou manipulable ; on peut donc la mettre sous forme d'une bande continue que l'on peut découper en rectangles appliqués ensuite sur les collecteurs.

Il est préférable de réaliser une préoxydation du collecteur avant application des matières actives afin d'assurer un meilleur contact avec ce dernier.

D'autres caractéristiques et des avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description suivant de modes de réalisation donnés à titre illustratif mais nullement limitatif.

Dans le dessin annexé :

- La figure 1 est une vue partielle très schématique en coupe d'une batterie d'accumulateurs selon l'invention.

- La figure 2 est une vue agrandie d'un détail II de la figure 1.

- La figure 3 est une vue schématique en perspective éclatée d'un cadre associé à deux électrodes bipolaires selon l'invention.

- La figure 4 est une vue partielle schématique en perspective d'une variante de cadre selon l'invention.

La batterie d'accumulateur au plomb étanche que l'on voit dans la figure 1 comprend un bac 1 fermé par un couvercle 2 muni d'une soupape 3.

Le bac et son couvercle sont en polypropylène chargé en talc pour diminuer leur porosité à la vapeur d'eau. Le bac 1 ne comporte pas de compartiments internes, mais il présente des nervures externes (non illustrées) qui lui confèrent une plus grande résistance à la pression. Le bac 1 est solidarisé au couvercle 2 par thermocompression.

Le bac 1 contient un empilement d'électrodes bipolaires 20 orienté verticalement. Chaque électrode bipolaire 20 comporte un

collecteur de courant 10 qui sera décrit en détail plus loin et qui est muni sur ses faces respectivement d'une couche de matière active positive 7 et d'une couche de matière active négative 8. Ces couches de matière active se présentent sous la forme de rectangles de dimensions légèrement inférieures à celles du collecteur sur lequel elles sont appliquées. Les bords libres des collecteurs 10 viennent s'appliquer sur des cadres 4 en matière plastique injectée, comme cela apparaît plus clairement dans la figure 3. Le matériau des cadres doit présenter une certaine rigidité, il peut s'agir de polypropylène, de polyéthylène, d'ABS ou de PVC. Au centre de chaque cadre 4 vient se loger un séparateur 6 en fibres de verre destiné à retenir l'électrolyte des accumulateurs.

Sur un de ses bords chaque cadre présente une tubulure d'injection d'électrolyte 5, qui au moment du montage de l'empilement, comporte (voir figure 2) un opercule de fermeture 20, mais qui, dans le bac 1 est ouverte.

Les bords des collecteurs 10 dépassent les bords des cadres 4 et tout l'ensemble est noyé latéralement dans une mousse 9 résistant au milieu acide, adhérente au plomb et à pores fermés. Cette mousse, par exemple en polyuréthane, assure l'étanchéité entre les accumulateurs, ainsi qu'une certaine rigidité à l'ensemble.

Chaque collecteur 10, visible plus en détail dans la figure 2 comporte plusieurs couches.

La feuille centrale 11, d'épaisseur 0,1 mm., est une feuille de matériau plastique conducteur telle qu'un polypropylène chargé de graphite et présentant une résistivité inférieure à 10 ohm.cm. En cas de perforation accidentelle des autres couches du collecteur 10, cette feuille centrale 11 arrêterait tout passage d'électrolyte entre deux accumulateurs adjacents.

La couche 12 intermédiaire entre la feuille 11 et la matière active négative 8 est un film de plomb doux en forme d'une feuille laminée d'épaisseur 0,1 mm. Cette dernière est rendue adhérente à la feuille 11 par colaminage à chaud, ou par collage par une colle à base de polymère conducteur.

La couche 13 intermédiaire entre la feuille 11 et la matière

active positive 7 est un film d'alliage de plomb (plomb-calcium-étain) d'épaisseur 0,2 mm, dopé d'additifs et travaillé sur le plan métallurgique pour renforcer sa résistance à la corrosion. Ce film est rendu adhérent à la feuille 11 de la même manière que  
5 la couche 12.

Les couches de matières actives 7 et 8 ont une composition analogue à celle des accumulateurs au plomb étanches classiques, mais elles contiennent en plus un peu de latex qui permet d'améliorer leur manipulation. Avant l'application de ces couches, il est préférable de préoxyder légèrement les couches 12 et 13 du collecteur 10.  
10

Après murissage, les électrodes bipolaires 20 sont empilées avec interposition d'un cadre en matière plastique 4 au centre duquel vient se positionner un séparateur 6.

Après positionnement des plaques extrêmes 17 munies de collecteurs renforcés 14 et de sorties de courant 18, on serre l'empilage dans un gabarit permettant l'injection d'une mousse plastique 9.  
15

Les extrémités 20 des dispositifs de remplissage 5 dépassant de la mousse 9 sont éliminées par découpe, puis les accumulateurs sont remplis de la quantité voulue d'électrolyte par aspiration sous vide.  
20

La formation peut intervenir à ce stade, ou après positionnement du bloc ainsi constitué dans le bac 1 lui conférant la tenue mécanique et l'étanchéité globale. Le couvercle 2 soudé par thermocompression ne comprend qu'une seule soupape 3 pour l'ensemble de la batterie.  
25 Les sorties de fût 15 peuvent être des buselures à étanchéité renforcée ou des sorties à joint, conformément à des techniques de fabrication connues.

On a illustré dans la figure 1 un ensemble d'électrodes reliées en série ; mais on peut prévoir tout arrangement en parallèle d'une pluralité de groupes d'électrodes reliées en série.  
30

Par ailleurs, comme il s'agit d'une batterie de type étanche, elle ne comporte pas d'électrolyte libre et les tubulures 5 ne servent qu'au remplissage initial en électrolyte.

La technologie selon l'invention qui est bien adaptée aux batteries de moyenne ou faible capacité et de tension élevée, présente,  
35

par ailleurs, les avantages suivants : d'une part diminution du poids de plomb des collecteurs puisque la transmission du courant s'effectue sur une très courte distance et à de faibles densités de courant, et d'autre part suppression totale des connexions entre accumulateurs. Les deux raisons précédentes entraînent un gain en tension par diminution de la chute ohmique et un gain en rendement car les densités de courant sont homogènes sur toute la plaque.

Si on considère tout d'abord les gains en plomb, on observe qu'ils sont dus à trois facteurs : le gain sur les collecteurs, la suppression des connexions intermédiaires et le gain dû à l'augmentation des performances.

Si l'on considère une batterie actuelle de démarrage de 300A, 45Ah, 12 Volts, elle contient en valeurs arrondies :

	- Poids de grille positive	1300 g
15	- Poids de plomb dans la matière positive	2160 g
	- Poids de grille négative	1300 g
	- Poids de plomb dans la matière négative	2160 g
	- Poids de plomb dans les connexions	700 g
	Soit au total	7620 g de plomb

Pour une batterie selon l'invention de 150A, 22.5Ah et 24 Volts on aura :

	- Poids des collecteurs positifs	700 g
	- Poids de la grille positive extrême	110 g
	- Poids de plomb dans la matière positive	2160 g
25	- Poids de collecteurs négatifs	340 g
	- Poids de la grille négative extrême	110 g
	- Poids de plomb dans la matière négative	2160 g
	- Poids de plomb dans les connexions	100 g
	Soit au total	5680 g de plomb

On obtient donc un gain minimum de 25 % du poids de plomb.

Ce gain serait encore plus important si l'on effectuait la comparaison avec une batterie de 24 volts à structure traditionnelle.

L'autre gain de matière concerne celle du bac. Bien que les parois externes doivent être renforcées, le poids global doit diminuer en raison de la suppression des cloisons ; ce gain est encore plus

significatif dans le cas des batteries de 24 Volts.

Le gain sur les performances électriques, c'est-à-dire l'augmentation des rendements des matières due à l'homogénéité des densités de courants, dépend essentiellement du régime ; il est de l'ordre  
5 de 5 % ; quant à la diminution de la chute ohmique due à la suppression des connexions, elle est évaluée à une valeur comprise entre 100 et 500 millivolts pour la totalité de la batterie de 24 Volts.

Des calculs analogues peuvent être faits pour les batteries stationnaires ; dans ce cas, l'intérêt principal semble résider  
10 dans la possibilité de réaliser des batteries de petites tailles et de tension élevée (48 Volts, 8 Ah), ce qui peut changer complètement l'architecture d'outils portables.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits.

15 Ainsi on voit dans la figure 4 une variante de cadre 4 munie d'une tubulure tronçonnique 24 avec son opercule de fermeture 25. Par ailleurs, on a représenté une batterie dont les électrodes bipolaires sont disposées en position verticale, mais il est possible d'envisager une disposition horizontale de l'empilement.

20 On pourra, sans sortir du cadre de l'invention, remplacer tout moyen par un moyen équivalent.

En particulier, on pourra remplacer le séparateur en fibres de verre par un espaceur microporeux. Dans ce cas l'acide sera additionné de silice pour qu'il se gélifie et s'immobilise après  
25 quelque temps dans la batterie.

30

35

## REVENDEICATIONS :

- 1/ Batterie d'accumulateurs au plomb étanche comprenant, dans un bac fermé par un couvercle muni d'une soupape et de deux bornes de polarités opposées, un empilement d'électrodes bipolaires avec des séparateurs interposés, un collecteur positif et un collecteur négatif terminaux connectés respectivement auxdites bornes, chaque électrode bipolaire comprenant un collecteur de courant en forme de feuille munie sur ses faces respectivement d'une couche de matière active positive et d'une couche de matière active négative, batterie caractérisée par le fait qu'elle comprend une pluralité de cadres contenant chacun intérieurement un séparateur poreux et très mouillable, lesdits cadres servant d'entretoises pour lesdits collecteurs qui s'y appliquent au niveau de leurs bords exempts de matière active, les surfaces périphériques desdits cadres et les bords des collecteurs les dépassant étant noyés dans une mousse plastique adhérente et à pores fermés faisant étanchéité entre les accumulateurs, chaque cadre étant muni sur sa périphérie d'une tubulure sortant de ladite mousse pour permettre l'introduction d'électrolyte vers ledit séparateur correspondant.
- 2/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 1, caractérisée par le fait que lesdits cadres sont en matière plastique injectée.
- 3/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ledit bac est en polypropylène et que ses parois externes sont nervurées.
- 4/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 1, caractérisée par le fait que lesdits collecteurs de courant sont multicouches.
- 5/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 4, caractérisée par le fait que chaque collecteur de courant comprend une feuille centrale en matériau plastique conducteur munie sur sa face destinée à recevoir la matière active négative d'un film de plomb doux adhérent, et sur son autre face d'un film d'alliage de plomb.
- 6/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 5, caractérisée par le fait que l'épaisseur de ladite feuille centrale est comprise entre 0,05 mm et 0,5 mm.

- 7/ Batterie d'accumulateurs selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisée par le fait que ledit matériau plastique conducteur est choisi parmi un polypropylène chargé de graphite, présentant une résistivité inférieure à 10 ohm.cm, un polyéthylène chargé, un polychlorure de vinyle chargé, ou tout matériau résistant à l'acide sulfurique et que l'on puisse charger pour le rendre conducteur.
- 8/ Batterie d'accumulateurs selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisée par le fait que ledit matériau plastique conducteur est choisi parmi les polymères conducteurs tels que les polypyrols, les polythiophènes, les polyanilines.
- 9/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 5, caractérisée par le fait que l'épaisseur dudit film de plomb doux est comprise entre 0,05 mm et 0,5 mm.
- 10/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 9, caractérisée par le fait que ledit film de plomb doux est une feuille de plomb laminée non poreuse adhérente à ladite feuille centrale.
- 11/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 5, caractérisée par le fait que l'épaisseur dudit film d'alliage de plomb est comprise entre 0,1 mm et 1 mm.
- 12/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 11, caractérisée par le fait que ledit alliage contient du plomb, du calcium et de l'étain.
- 13/ Batterie d'accumulateurs selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que lesdites matières actives se présentent sous la forme de rectangle de pâte de dimensions un peu inférieures à celles desdits collecteurs et d'épaisseur comprise entre 0,5 mm et 3 mm.
- 14/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 13, caractérisée par le fait que lesdites matières actives contiennent du latex.
- 15/ Batterie d'accumulateurs selon la revendication 13, caractérisée par le fait que lesdites matières actives sont appliquées sur un support en papier fin et poreux.
- 16/ Procédé de fabrication d'une batterie d'accumulateurs selon

la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on empile lesdites électrodes bipolaires en interposant entre deux collecteurs successifs un cadre muni d'un séparateur et présentant sur sa périphérie une tubulure obturée, on dispose lesdits collecteurs positif et négatif  
5 terminaux avec leurs sorties de courant, on serre l'empilage ainsi obtenu dans un gabarit et on injecte ladite mousse plastique, on découpe les extrémités des tubulures des cadres dépassant ladite mousse, on remplit les accumulateurs en électrolyte au niveau desdites tubulures par aspiration sous vide, on introduit l'ensemble dans  
10 le bac que l'on ferme avec le couvercle par thermocompression, et on réalise lesdites bornes.

17/ Procédé de fabrication selon la revendication 16, caractérisé par le fait que, pour réaliser lesdites électrodes bipolaires, on dépose la pâte active après malaxage en couche régulière sur  
15 un papier fin et poreux, on découpe un rectangle que l'on puisse manipuler et on l'applique sur une face d'un collecteur.

18/ Procédé de fabrication selon la revendication 16, caractérisé par le fait que, pour réaliser lesdites électrodes bipolaires, on introduit pendant le malaxage dans la pâte une petite quantité  
20 de latex pour consolider cette pâte, on la met sous forme d'une bande continue que l'on découpe et que l'on applique sur une face d'un collecteur.

19/ Procédé de fabrication selon l'une des revendications 16 à 18, caractérisé par le fait que, avant l'application des matières  
25 actives sur les faces d'un collecteur, on préoxyde lesdites faces.

20/ Procédé de fabrication selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit électrolyte est gélifié.

FIG. 1

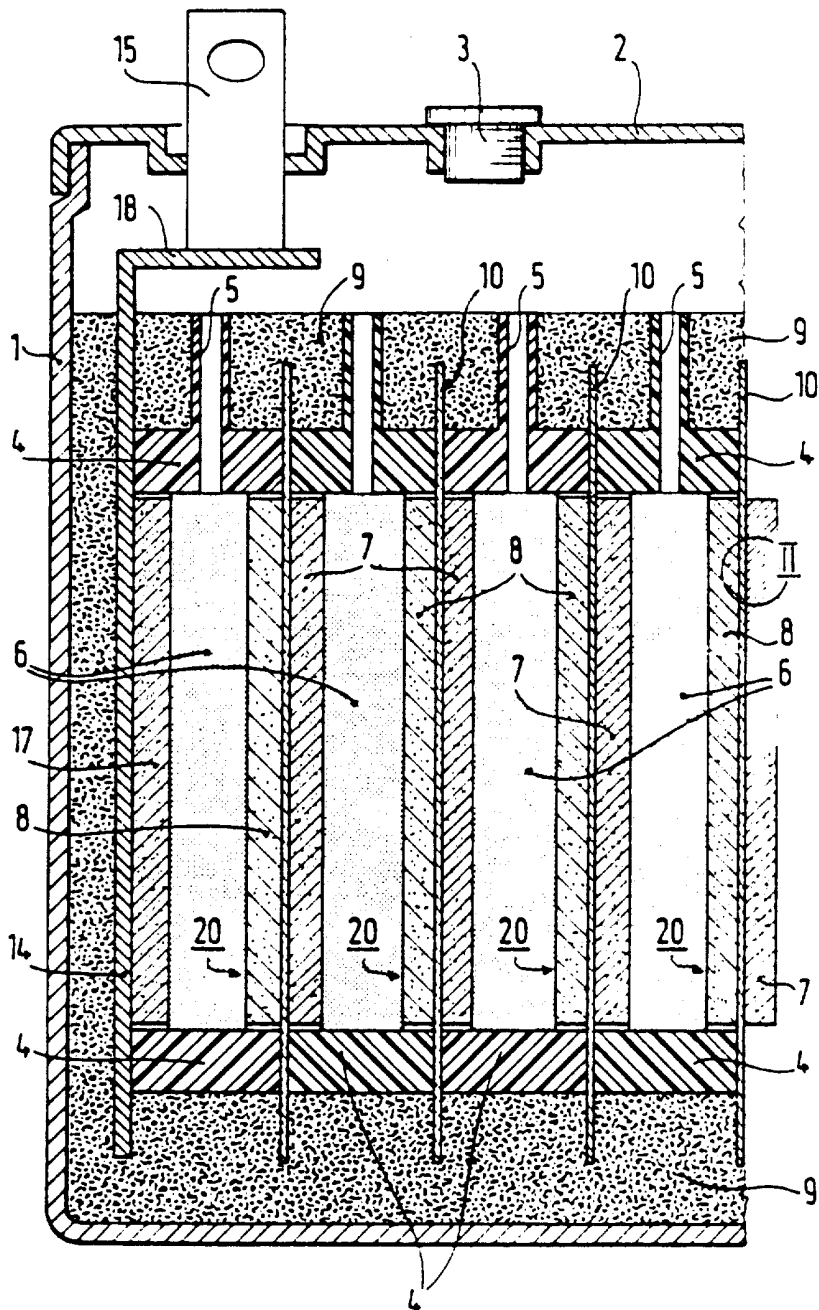
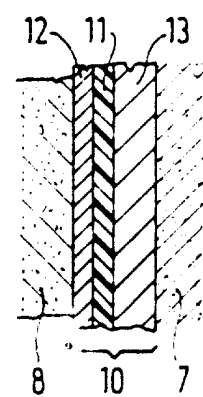


FIG. 2



2/3

FIG. 3

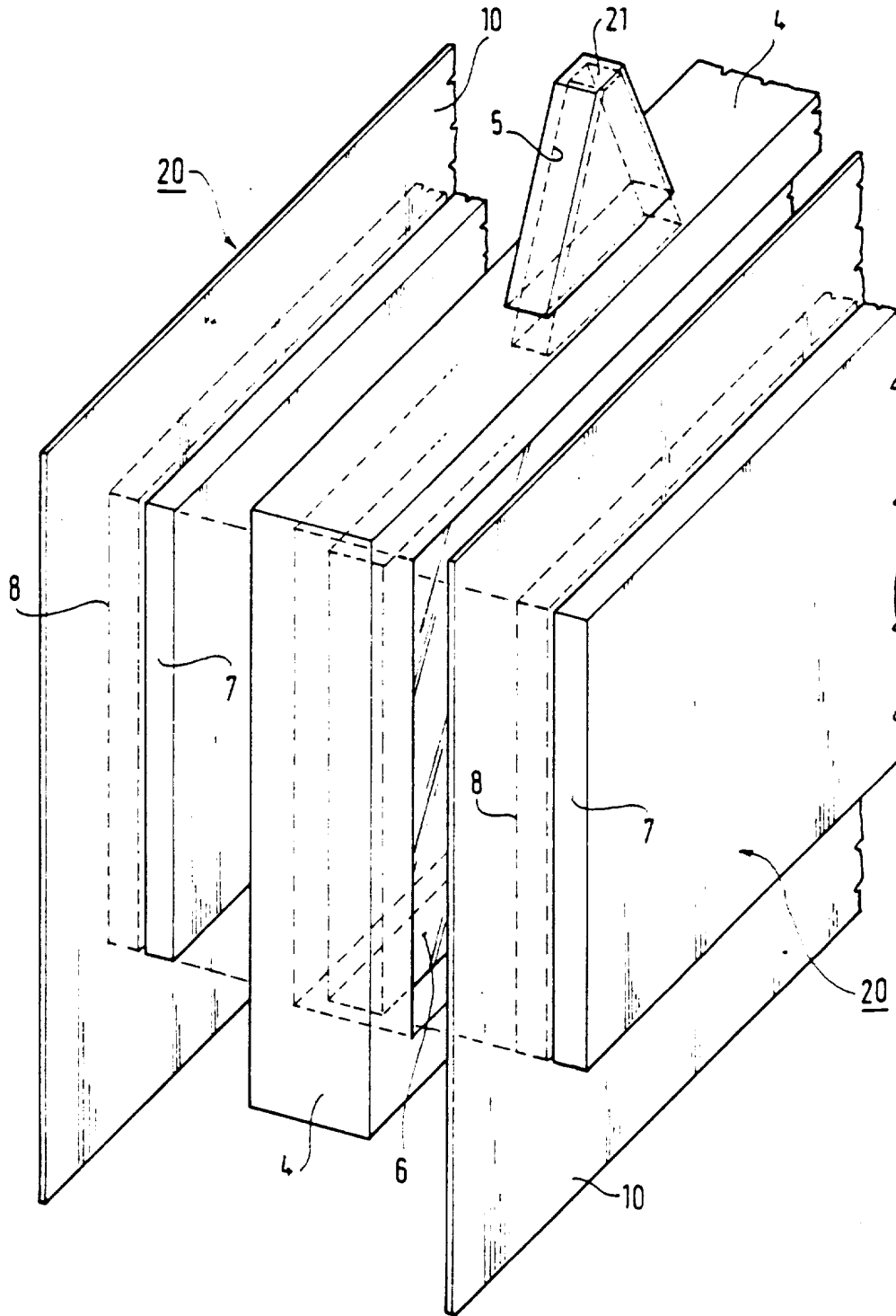


FIG. 4

