(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 669 775**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **90 14797**

(51) Int Cl[5] : H 01 M 8/04, 10/42//B 60 L 11/18

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 27.11.90.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 29.05.92 Bulletin 92/22.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *SOCIETE DE RECHERCHE ET D'APPLICATIONS ELECTROCHIMIQUES SORAPEC (Société Anonyme)* — FR.

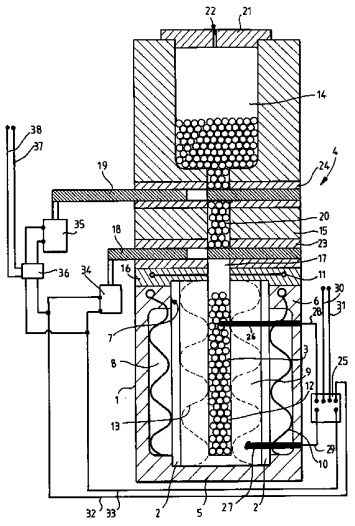
(72) **Inventeur(s) :** Bronoel Guy, Millot Alain et Tassin Noël.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Thibon-Littaye Annick Cabinet A. Thibon-Littaye.

(54) Dispositif de conversion électrochimique et générateur électrochimique à électrode rechargeable en matériau électro-actif.

(57) La présente invention concerne un procédé de conversion électrochimique utilisant un générateur électrochimique à électrode rechargeable en matériau électro-actif consommable, sous forme solide divisée, prélevé dans un réservoir (14) associé audit générateur pour alimenter une pochette!12) limitant ladite électrode, caractérisé en ce qu'il consiste à commander l'alimentation de ladite pochette (22) en matériau électro-actif en fonction d'une variation de potentiel décelée localement dans ladite pochette (12).



FR 2 669 775 - A1

DISPOSITIF DE CONVERSION ELECTROCHIMIQUE ET GENERATEUR ELECTROCHIMIQUE A ELECTRODE RECHARGEABLE EN MATERIAU ELECTRO-ACTIF

La présente invention vise l'amélioration de la conception et des conditions de fonctionnement des générateurs ou accumulateurs électrochimiques tels que ceux que l'on peut destiner à l'alimentation énergétique des moteurs de véhicules.

D'une manière générale, pour cette application comme pour d'autres applications industrielles analogues, on cherche notamment à pouvoir régénérer l'accumulateur fréquemment entre des périodes de fonctionnement en décharge électrique, qui peuvent être nombreuses et plus ou moins brèves, sans que l'on soit obligé pour autant de le démonter. C'est d'ailleurs dans ce même contexte que l'on apprécie vivement les particularités des électrodes rechargeables mécaniquement en matériau électro-actif consommable auxquelles l'invention s'intéresse plus particulièrement.

Plus précisément, pour améliorer la conception et les conditions de fonctionnement de générateurs électrochimiques, l'invention propose de rendre automatique la recharge en matériau électro-actif consommable d'une électrode rechargeable. Elle concerne de ce fait un procédé de commande de l'alimentation en matériau actif d'une électrode rechargeable de générateur ou accumulateur électrochimique, ainsi qu'un dispositif permettant la mise en oeuvre de ce procédé et un générateur électrochimique à électrode rechargeable comportant un tel dispositif.

Elle s'applique plus particulièrement aux générateurs électrochimiques qui comportent deux systèmes d'électrodes en contact avec un électrolyte, l'un desdits systèmes étant constitué pour sa partie active par des particules métalliques consommables en un matériau électro-actif, comme par exemple un générateur électrochimique du type de celui

décrit dans la demande de brevet français de la demanderesse n° 88 15703.

Selon sa caractéristique principale, la présente invention concerne un procédé de conversion électrochimique utilisant un générateur électrochimique à électrode rechargeable en matériau électro-actif consommable, sous forme solide divisée, prélevé dans un réservoir associé audit générateur pour alimenter une pochette limitant ladite électrode, caractérisé en ce qu'il consiste à commander l'alimentation de ladite pochette en matériau électro-actif en fonction d'une variation de potentiel décelée localement dans ladite pochette.

Un tel procédé vise donc à maintenir automatiquement le remplissage de la pochette tel que les caractéristiques du générateur restent pratiquement inchangées à un niveau optimal, ce qu'il réalise en faisant intervenir la différence de potentiel existant en fonctionnement entre l'électrode active et l'électrolyte.

Selon une caractéristique particulièrement avantageuse du procédé suivant l'invention, la variation de potentiel est décelée en mesurant la différence de potentiel apparaissant en fonctionnement entre deux sondes dont une première est placée dans ladite pochette et dont une seconde est en permanence en contact avec un électrolyte dans lequel baigne ladite électrode ; et les particules solides de matériau électro-actif consommable contenues dans ledit réservoir y sont tassées par gravité.

La variation de potentiel ainsi décelée permet d'effectuer une détection de niveau de particules solides contenues dans la pochette. En effet, dès que la première sonde placée dans la pochette n'est plus en contact avec des particules de matériau électro-actif, on observe une variation de potentiel. Cela permet de détecter l'instant où l'électrode a besoin d'être rechargée en matériaux électro-actifs.

Le positionnement de la première sonde dans la pochette par rapport au fond de cette dernière définit le

niveau à partir duquel l'électrode doit être rechargée pour que les caractéristiques du générateur restent inchangées.

Un autre but de l'invention est de proposer la réalisation d'un générateur électrochimique à électrode rechargeable comportant des moyens propres à mettre en oeuvre le procédé selon l'invention.

Avantageusement, le réservoir de matériau électro-actif que comporte le générateur, comprend un sas intermédiaire séparant un volume supérieur dudit réservoir de moyens d'alimentation en matériau électro-actif de l'électrode.

L'utilisation d'un volume ou sas intermédiaire permet de fixer la dose de particules de matériau électro-actif à déverser dans l'électrode rechargeable pour permettre à celle-ci de retrouver un niveau de charge adéquat en particules consommables, ledit volume jouant ainsi le rôle d'un sas d'alimentation par une dose prédéterminée de matériau électro-actif pour le générateur électro-chimique. Il permet en outre d'éviter que le matériau remplissant le volume supérieur du réservoir soit souillé par un aérosol provenant de l'électrolyte.

De plus, cela permet de préparer une dose unitaire de particules à déverser dans la pochette et par ce biais d'éviter que le niveau de remplissage de la pochette atteigne le niveau de l'électrolyte.

Le générateur comporte avantageusement des moyens de transfert de particules de matériau électro-actif depuis ledit volume supérieur vers ledit sas intermédiaire.

Un autre but de la présente invention est de proposer un procédé de commande de l'alimentation en matériau électro-actif d'une électrode rechargeable pour un générateur électrochimique selon l'invention.

Le procédé de commande selon l'invention comporte avantageusement les étapes suivantes consistant :

- à mesurer la différence de potentiel entre lesdites

première et seconde sondes ;
- à déclencher l'ouverture de moyens d'alimentation en matériau électro-actif de ladite électrode dès que ladite différence de potentiel devient inférieure à un seuil minimal prédéterminé ;
- à déclencher la fermeture desdits moyens d'alimentation dès que ladite différence de potentiel devient supérieure à un seuil maximal prédéterminé.

Selon une caractéristique particulièrement avantageuse du procédé de commande selon l'invention, celui-ci consiste simultanément à déclencher l'ouverture desdits moyens d'alimentation et à actionner des moyens de temporisation de l'ouverture desdits moyens de transfert, lesdits moyens de temporisation déclenchant l'ouverture desdits moyens de transfert à l'expiration d'un premier intervalle de temps prédéterminé, supérieur à l'intervalle de temps nécessaire pour déverser le contenu dudit sas intermédiaire dans ladite électrode, et déclenchant la fermeture desdits moyens de transfert au bout d'un second intervalle de temps prédéterminé, permettant le remplissage dudit sas intermédiaire par déversement d'une partie du contenu du réservoir.

Selon une variante de réalisation, la fermeture desdits moyens de transfert est déclenchée par une détection de niveau de remplissage dudit sas intermédiaire.

Le matériau électro-actif utilisé selon l'invention est constitué de préférence de billes ou de granules ou de petits cylindres obtenus par découpe de fils.

Avantageusement, le générateur électrochimique selon l'invention comporte des moyens de mesure de la différence de potentiel entre ladite électrode rechargeable et l'électrolyte, et une unité logique de commande comprenant d'une part des moyens de comparaison de ladite différence de potentiel par rapport à un seuil minimal et un seuil maximal prédéterminé, et d'autre part, des moyens de commande des moyens d'alimentation de ladite électrode en matériau électro-actif.

Les moyens de mesure comportent avantageusement une première sonde électrique placée dans la pochette limitant l'électrode rechargeable et reliée par un premier conducteur électrique isolé à ladite unité logique de commande, et une seconde sonde électrique en contact permanent avec l'électrolyte et reliée par un deuxième conducteur électrique isolé à ladite unité logique de commande.

Cette unité logique de commande comporte avantageusement un comparateur de tension et un relais de commande déclenché par ce comparateur.

Dans l'application à un générateur électrochimique comprenant un volume intermédiaire d'alimentation, ou sas, le dispositif comporte de préférence des moyens de temporisation de l'ouverture desdits moyens de transfert du sas intermédiaire, lesdits moyens de temporisation étant déclenchés par ladite unité logique de commande.

Ces moyens de temporisation peuvent être dimensionnés de sorte à permettre l'ouverture des moyens de transfert une fois fermés les moyens d'alimentation et de sorte à permettre la fermeture desdits moyens de transfert au bout d'un second intervalle de temps correspondant au temps nécessaire au remplissage dudit sas intermédiaire.

La présente invention a encore pour objet de fournir les moyens de transfert et d'alimentation propres à mettre en oeuvre le procédé de l'invention dans un générateur électrochimique selon l'invention. A cet effet, le générateur selon l'invention se caractérise en ce qu'il comporte au moins un premier organe obturateur, notamment du type boisseau ou glissière, propre à permettre périodiquement la mise en communication d'une structure collectrice de ladite électrode avec le réservoir de particules électroactives devant alimenter ladite structure. Ce premier organe obturateur constitue les moyens d'alimentation.

De manière particulièrement avantageuse, le générateur comporte un second obturateur, notamment du type

boisseau ou glissière, propre à permettre périodiquement la mise en communication du sas intermédiaire avec ledit volume supérieur du réservoir, le sas intermédiaire étant ainsi limité par lesdits premier et second obturateurs.

Le sas intermédiaire est avantageusement dimensionné de sorte à correspondre à un volume déterminé de particules pouvant être contenues dans la pochette, entre un niveau maximum haut correspondant à une différence de potentiel équivalant au second seuil maximal prédéterminé, et un niveau critique bas correspondant à une différence de potentiel équivalent au premier seuil minimal prédéterminé.

Ledit premier obturateur est avantageusement constitué par un boisseau cylindrique dans lequel sont ménagés diamétralement des trous permettant le passage desdites particules électro-actives, les trous ayant de préférence une section allongée dans l'axe du boisseau.

Cette forme de trou à section allongée, créant en quelque sorte des fentes, convient particulièrement pour un générateur électrochimique dans lequel l'électrode rechargeable est définie par une pochette de réception des particules de matériau électro-actif, notamment dans les cas où une telle pochette ménage en elle-même des canaux définissant des zones actives propres à être remplies en matériau électro-actif, qu sont séparées les unes des autres par des zones inactives fermées à la réception des particules.

Afin de permettre un bon déversement des particules, de préférence, la largeur des fentes est égale à la largeur du volume supérieur et du sas dans leurs parties immédiatement en aval ou en amont de l'obturateur. De plus, les arêtes des fentes sont avantageusement en une matière souple de façon à éviter un coïncement des particules.

De manière à permettre un bon déversement des particules de matériau électro-actif dans le sas intermédiaire, le volume supérieur du réservoir présente avantageusement, perpendiculairement à l'axe des moyens de transfert, une section décroissante en marche d'escalier au fur et à mesure qu'elle est proche desdits moyens de transfert.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, lesdits moyens de transfert comportent avantageusement deux cylindres parallèles distants l'un de l'autre d'un écartement légèrement inférieur à la taille des particules solides contenues dans le réservoir et propres à être mus en rotation autour de leur axe respectif de sorte à entraîner les particules solides vers ledit sas intermédiaire.

Avantageusement, lesdits cylindres comportent sur leur périphérie une épaisseur en un matériau souple propre à être légèrement écrasé élastiquement au passage de particules.

Comme on l'a déjà indiqué, l'invention se prête particulièrement bien et non exclusivement à une application dans des accumulateurs où l'électrode rechargeable en particules de matériau électro-actif est délimitée et constituée par une pochette à structure alvéolaire.

On désigne notamment par là dans cette technique, des structures tridimensionnelles formées à partir de mousse de matière organique à haute porosité en pores ouverts, qui sont revêtues en leur sein d'un métal tapissant leurs pores. En général la matière organique de départ est détruite par combustion en fin de fabrication ou lors de la première utilisation, de sorte que l'on réalise ainsi des supports d'électrode entièrement métalliques, extrêmement légers et présentant une grande surface spécifique. Dans l'accumulateur à électrode rechargeable, ce support reçoit les particules de matière active dans ses pores, et il joue le rôle d'un collecteur de courant unique sur toute la surface d'électrode destinée à participer au processus électrochimique, en coopération avec la surface correspondantee d'une électrode de polarité opposée, qui généralement, présente au contraire une surface active plane en regard.

D'où l'intérêt que l'on peut avoir à fermer certaines parties de telles électrodes, ne serait-ce par exemple qu'en comprimant la structure alvéolaire pour réduire la dimension des pores de manière que les particules

de matière active ne puissent plus y pénétrer. C'est ainsi que l'on définit des canaux de zones actives et des zones inactives intercalaires.

Par ailleurs, il est dans ce cas particulièrement avantageux pour un bon fonctionnement d'une telle électrode, que la pochette dans son ensemble, ou les canaux constituant des zones actives, soient dimensionnés en épaisseur de sorte à pouvoir recevoir initialement entre une et trois particules de matériau électro-actif, ces particules ayant généralement une dimension comprise entre un et cinq millimètres.

En effet, l'expérience a montré que dans le cas où un plus grand nombre de particules se plaçaient dans l'épaisseur de la pochette, celles situées au centre participaient très peu ou pas du tout à la réaction anodique recherchée, alors qu'elles étaient néanmoins le siège de phénomènes de corrosion.

Des canaux similaires peuvent également être ménagés en dehors de toute structure alvéolaire par la forme donnée à une ou plusieurs pochettes limitant l'électrode rechargeable.

On décrira maintenant plus en détails un mode de réalisation particulier de l'invention qui en fera mieux comprendre les caractéristiques essentielles et les avantages, étant entendu toutefois que la forme de réalisation des matériels décrits et les conditions de mise en oeuvre du procédé sont choisies à titre d'exemple et qu'elles ne sauraient être limitatives de la portée de l'invention. Cette description est illustrée par les dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe d'un générateur électrochimique selon l'invention dans lequel les moyens d'alimentation de l'électrode rechargeable et les moyens de transfert sont constitués par des obturateurs à glissière ;

- la figure 2 représente, en perspective éclatée, un générateur électrochimique selon l'invention, dans lequel

les moyens d'alimentation de l'électrode rechargeable et les moyens de transfert sont constitués par des obturateurs à boisseau cylindrique ;

- et la figure 3 représente en coupe un mode préféré de réalisation des moyens de transfert selon l'invention.

Sur ces trois figures, les mêmes éléments seront désignés par les mêmes références et sur la première, on a représenté schématiquement les moyens de commandes selon l'invention.

Le générateur électrochimique représenté à la figure 1 comporte une cellule électrolytique unique, alors que dans la pratique industrielle, il comportera plus souvent une série de cellules.

On voit ainsi sur la figure, une cuve électrolytique 1, dans laquelle sont disposées deux électrodes à air 2, de part et d'autre d'une électrode négative de type mécaniquement rechargeable en particules 3 d'aluminium grâce à un système de recharge 4. Les trois électrodes baignent dans un électrolyte 9 contenu dans la cuve 1. L'électrode d'aluminium est disposée suivant l'axe de la cuve 1. La cuve 1 est fermée par un fond 5 et par une paroi supérieure 6 comportant une ouverture centrale 7. Les électrodes à air du générateur sont de type classique à triple contact. Elles sont exposées à l'air 8 sur leur face externe et leur face interne est en contact avec l'électrolyte 9. Elles peuvent également être alimentées en air enrichi en oxygène et constituer des électrodes à oxygène.

Un collecteur de courant positif 10 est disposé entre la face externe des électrodes 2 et la paroi de la cuve 1. Les électrodes négatives sont reliées à un circuit de collecte 11. Les particules 3 sont disposées dans une pochette axiale 12, disposée perpendiculairement au plan de la figure dans la zone médiane de la cuve, entre les électrodes. Un espaceur isolant 13 est disposé entre la pochette 12 et la face interne des électrodes à air 2. Le principe de fonctionnement de ce générateur électrochimique, pour ce

qui est de la génération électrochimique proprement dite, ne sera pas détaillé ici. Pour le fonctionnement d'un générateur de ce type, on pourra par exemple se reporter à la demande de brevet déposée sous le numéro 88 15703.

Le dispositif 4 d'approvisionnement en particules solides consommables 3 est constitué par un réservoir 14 dont le fond 15 repose sur une plaque 16.

Cette plaque 16 est fixée en couvercle sur la paroi supérieure 6 de la cuve 1 et comporte une ouverture 17 se situant dans le prolongement de la pochette 12. Le réservoir 14 est solidaire du fond 15 par interposition d'un premier obturateur 18 constituant les moyens d'alimentation en matériau électro-actif de l'électrode rechargeable. Le dispositif comporte également un second obturateur 19 constituant les moyens de transfert en matériau actif d'un sas intermédiaire 20 entre un volume supérieur du réservoir 14 et la pochette 12. Le réservoir 14 est fermé par un capuchon 21 que l'on peut retirer chaque fois que le réservoir est vide afin de remplir celui-ci à nouveau. Le capuchon 21 est percé d'un orifice 22 qui assure un équilibrage de pression entre l'intérieur du réservoir et l'extérieur.

Dans la forme de réalisation représentée à la figure 1, les deux obturateurs 18 et 19 sont des obturateurs de type à glissière. Un mouvement de translation de ces obturateurs dans leurs glissières respectives 23 et 24 assure respectivement la mise en communication du sas intermédiaire 20 avec l'intérieur de la pochette 12 et celle du volume supérieur du réservoir 14 avec le sas intermédiaire 20.

Le dispositif de commande de l'alimentation en matériau électro-actif, donc en particules 3 de l'électrode rechargeable comporte une unité logique de commande 25 comprenant un comparateur de tension et un relais. Le comparateur de tension constitue des moyens de comparaison de la différence de potentiel définie par une première sonde électrique 26 placée dans la pochette 12, et une seconde sonde

électrique 27, plongeant elle dans l'électrolyte 9. Les sondes 26 et 27 définissent donc une différence de potentiel aux bornes du comparateur de tension de l'unité logique de commande 25, en étant reliées à cette unité, chacune par un conducteur électrique isolé, respectivement 28 et 29.

Cette différence de potentiel est destinée à être comparée avec un seuil minimal et un seuil maximal tous deux prédéterminés dans ladite unité logique de commande 25, de sorte à déclencher le relais de cette unité de fonction de la comparaison.

Les bornes de sortie du relais permettent de transférer l'alimentation arrivant à l'unité logique de commande 25 par l'intermédiaire de deux conducteurs 30 et 31 à des moyens de commande des obturateurs 18 et 19 par l'intermédiaire de conducteurs électriques 32 et 33. Ces moyens de commande des obturateurs 18 et 19 sont constitués dans cette forme de réalisation par des électro-aimants 34 et 35, ayant pour objet de faire coulisser les obturateurs dans leurs glissières respectives, lorsque les électro-aimants sont activés.

A cet effet, l'électro-aimant 34 est relié directement à l'unité logique de commande 25 de sorte à ouvrir l'obturateur 18 dès que la différence de potentiel au bord des sondes 26 et 27 devient inférieure à un seuil minimal prédéterminé, afin de déverser les particules 3 contenues dans le sas intermédiaire 20 dans la pochette 12.

Le second électro-aimant 35 est quant à lui relié aux conducteurs 32 et 33 par l'intermédiaire de moyens de temporisation 36 constitués, par exemple, par une horloge-relais qui après un intervalle de temps prédéterminé nécessaire au remplissage de la pochette 12 par le sas intermédiaire 20, actionnera l'électro-aimant 35, provoquant alors l'ouverture de l'obturateur 19 et le remplissage du sas intermédiaire 20 par déversement à partir du volume supérieur du réservoir 14 d'une certaine quantité de particules 3. Cet intervalle de temps prédéter-

miné est de préférence dimensionné de sorte à être légèrement supérieur à l'intervalle de temps nécessaire au déversement du sas intermédiaire 20 dans la pochette 12 de sorte à permettre que l'obturateur 18 soit fermé avant l'ouverture de l'obturateur 19 par désactivation de l'électro-aimant 34 suite à l'ouverture du relais de l'unité logique de commande 25 en raison de l'élévation de la différence de potentiel aux bornes des sondes 26 et 27 jusqu'à atteindre le seuil maximal prédéterminé.

Il est en effet important que le niveau de remplissage de la pochette ne dépasse pas le niveau de l'électrolyte.

Lors de l'ouverture du relais de l'unité 25, l'électro-aimant 35 n'est pas pour autant désactivé, grâce à l'alimentation séparée 37-38 dont bénéficie l'horloge-relais 36 qui, après un second intervalle de temps nécessaire au remplissage du sas intermédiaire 20, provoque la fermeture de l'obturateur 19.

On peut également remplacer les électro-aimants 34 et 35 par des moteurs. Dans ce cas, on place un réducteur sur chaque moteur en prise sur l'extrémité sortante de chaque obturateur 18 ou 19.

Un tel dispositif de commande peut s'adapter quelque soit le type de l'électrode rechargeable. Il suffit pour cela d'adapter le type d'obturateur à l'électrode prévue et de dimensionner les différents seuils de tension et les différents intervalles de temps en fonction des caractéristiques désirées.

Par ailleurs, la position de la sonde 26 dans la pochette 12 détermine le niveau minimum de particules que doit contenir la pochette pour que les caractéristiques du générateur restent pratiquement inchangées.

Afin de permettre une bonne descente des particules 3 dans le réservoir 14 et un remplissage optimal du sas intermédiaire 20, le réservoir 14 présente une section

décroissante en marche d'escalier au fur et à mesure que chaque particule s'approche de l'obturateur 19, comme on le voit sur la figure 2.

Cette figure représente une vue en perspective éclatée d'un générateur électro-chimique selon l'invention, les mêmes références ayant été utilisées pour désigner les éléments communs avec la figure 1. Le dispositif de commande n'y a pas été représenté pour des raisons de clarté.

La forme de réalisation représentée à cette figure comporte comme obturateur des boisseaux cylindriques, respectivement 39 et 40 qui mettent en communication l'électrode rechargeable avec le sas intermédiaire, ou ce dernier avec le réservoir, non plus par translation dans une glissière mais par rotation du boisseau de sorte à orienter verticalement des orifices traversant 41 dont ils sont munis.

Les moyens de commandes des obturateurs sont dans ce cas de préférence constitués par des moteurs propres à entraîner en rotation les boisseaux.

Dans un mode de réalisation particulier, les orifices du boisseau 39 constituant les moyens d'alimentation ont une forme de fente 42 allongée parallèlement à l'axe du boisseau de sorte à permettre une répartition des particules plus régulière dans la pochette.

Cette forme de réalisation convient plus particulièrement dans le cas d'électrodes à pochette à structure alvéolaire réceptrice de particules de matière électro-active, où la pochette ménage en elle-même des canaux de zones actives propres à être remplis en particules, séparés les uns des autres par des zones inactives.

La figure 2 montre dans la partie supérieure de la cuve 1, un séparateur 43 séparant la pochette 12 des électrodes à air.

Dans le cas d'une électrode à pochette, on a montré que de bons résultats ont été atteints avec un dimensionne-

ment de l'épaisseur des canaux de zones actives permettant de limiter à 3, au plus, le nombre de particules se trouvant à même niveau dans l'épaisseur, de sorte à éviter la corrosion des particules situées au centre de l'empilement, et celles-ci étant mouillées par l'électrolyte en ne participant que peu à la réaction électrochimique de génération du courant.

La figure 3 représente un mode de réalisation préféré des moyens de transfert des particules depuis le volume supérieur du réservoir 14 vers le sas intermédiaire 20. Cette variante est constituée de deux cylindres 44 et 45 parallèles entre eux et distants d'un écartement e dimensionné de sorte à être légèrement inférieur à la taille des particules. Les cylindres 44 et 45 sont revêtus d'une couche de caoutchouc 46, 47 propre à s'écraser légèrement lorsque les particules sont entraînées par rotation des cylindres vers le sas intermédiaire 20. La rotation des cylindres 44 et 45 dans le sens des flèches indiquées à la figure peut être obtenue par un moteur associé à un système d'engrenage situé en bout des axes des cylindres ou tout autre moyen.

Pour des raisons de clarté de description, les générateurs représentés aux figures 1 et 2 ont été représentés avec des obturateurs identiques pour les moyens d'alimentation et les moyens de transfert. Néanmoins on préfèrera utiliser pour les moyens d'alimentation, un obturateur du type représenté à la figure 2 et pour les moyens de transfert, un obturateur du type représente à la figure 3.

Naturellement, l'invention n'est en rien limitée par les particularités qui ont été spécifiées dans ce qui précède ou par les détails des modes de réalisation particuliers choisis pour illustrer l'invention. Toutes sortes de variantes peuvent être apportées aux réalisations particulières qui ont été décrites à titre d'exemple et à leurs éléments constitutifs sans sortir pour autant du cadre de l'invention. Cette dernière englobe ainsi tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons.

REVENDICATIONS

1.Procédé de conversion électrochimique utilisant un générateur électrochimique à électrode rechargeable en matériau électro-actif consommable, sous forme solide divisée, prélevé dans un réservoir (14) associé audit générateur pour alimenter une pochette (12) limitant ladite électrode, caractérisé en ce qu'il consiste à commander l'alimentation de ladite pochette (12) en matériau électro-actif en fonction d'une variation de potentiel décelée localement dans ladite pochette (12).

2. Procédé de conversion électrochimique selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite variation de potentiel est décelée en mesurant la différence de potentiel apparaissant en fonctionnement entre deux sondes (26,27) dont une première est placée dans ladite pochette (12) et dont une seconde est en permanence en contact avec un électrolyte (9) dans lequel baigne ladite électrode.

3. Procédé de conversion électrochimique selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les particules solides de matériau électro-actif consommable contenues dans ledit réservoir (14) y sont tassées par gravité.

4. Procédé de conversion électrochimique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit matériau électro-actif est constitué de particules, granules ou cylindres.

5. Générateur électrochimique à électrode rechargeable, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens propres à mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4.

6. Générateur électrochimique selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit réservoir (14) de matériau électro-actif consommable comporte un sas intermédiaire (20) séparant un volume supérieur dudit réservoir (14) des moyens d'alimentation en matériau électro-actif de ladite électrode.

7. Générateur électrochimique selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de transfert de particules de matériau électro-actif depuis ledit volume supérieur vers ledit sas intermédiaire (20).

8. Procédé de commande de l'alimentation en matériau électro-actif d'une électrode rechargeable pour un générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes consistant :

- à mesurer la différence de potentiel entre lesdites première et seconde sondes (26,27) ;
- à déclencher l'ouverture de moyens d'alimentation en matériau électro-actif de ladite électrode dès que ladite différence de potentiel devient inférieure à un seuil minimal prédéterminé
- à déclencher la fermeture desdits moyens d'alimentation dès que ladite différence de potentiel devient supérieure à un seuil maximal prédéterminé.

9. Procédé de commande selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes consistant simultanément à déclencher l'ouverture desdits moyens d'alimentation et à actionner des moyens de temporisation de l'ouverture desdits moyens de transfert, lesdits moyens de temporisation déclenchant l'ouverture desdits moyens de transfert à l'expiration d'un premier intervalle de temps prédéterminé, supérieur à l'intervalle de temps nécessaire pour déverser le contenu dudit sas intermédiaire (20) dans ladite électrode, et déclenchant la fermeture desdits moyens de transfert au bout d'un second intervalle de temps prédéterminé, permettant le remplissage dudit sas intermédiaire (20) par déversement d'une partie du contenu du réservoir (14).

10. Procédé de commande selon la revendication 9, caractérisé en ce que la fermeture desdits moyens de transfert est déclenchée par une détection de niveau de remplissage dudit sas intermédiaire (20).

11. Générateur électrochimique selon l'une quelconque

des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens propres à mettre en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10.

12. Générateur électrochimique selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de mesure de la différence de potentiel entre ladite électrode rechargeable et l'électrolyte, et une unité logique de commande (25) comprenant, d'une part, des moyens de comparaison de ladite différence de potentiel par rapport à un seuil minimal et éventuellement un seuil maximal prédéterminés, et d'autre part, des moyens de commande des moyens d'alimentation de ladite électrode en matériau électro-actif.

13. Générateur électrochimique selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdits moyens de mesure comportent une première sonde électrique (26) placée dans ladite pochette (12) limitant l'électrode rechargeable et reliée par un premier conducteur électrique isolé (28) à ladite unité logique de commande (25), et une seconde sonde électrique (27) plongée dans l'électrolyte (9) et reliée par un deuxième conducteur électrique isolé (29) à ladite unité logique de commande (25).

14. Générateur électrochimique selon la revendication 12 ou 14, caractérisé en ce que ladite unité logique de commande (25) comporte un comparateur de tension et un relais de commande déclenché par ledit comparateur.

15. Générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de temporisation (36) de l'ouverture desdits moyens de transfert du sas intermédiaire, lesdits moyens de temporisation (36) étant déclenchés par ladite unité logique de commande (25).

16. Générateur électrochimique selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de temporisation (36) sont dimensionnés de sorte à permettre l'ouverture desdits moyens de transfert (19,24,35), une fois fermés lesdits moyens d'alimentation (18,23,34), et à permettre la fermeture

desdits moyens de transfert (19,24,35) au bout du second intervalle de temps nécessaire au remplissage dudit sas intermédiaire (20).

17. Générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un premier organe obturateur (18,39), de type boisseau ou glissière, propre à permettre périodiquement la mise en communication d'une structure collectrice de ladite électrode avec ledit réservoir de particules électro-actives devant alimenter ladite structure.

18. Générateur électrochimique selon la revendication 17, caractérisé en ce que ledit premier obturateur (39) est constitué par un boisseau cylindrique dans lequel sont ménagés diamétralement des trous permettant le passage desdites particules électro-actives, lesdits trous ayant de préférence une section allongée dans l'axe du boisseau.

19. Générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 11 à 18, caractérisé en ce qu'il comporte un second obturateur (19,40), de type boisseau ou glissière, propre à permettre périodiquement la mise en communication dudit sas intermédiaire (20) avec ledit volume supérieur du réservoir (14), ledit sas intermédiaire (20) étant ainsi limité par lesdits premier et second obturateurs.

20. Générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 11 à 18, caractérisé en ce qu'il comporte un second obturateur constitué de deux cylindres (44,45) parallèles distants l'un de l'autre d'un écartement (e) légèrement inférieur à la taille des particules solides contenues dans le réservoir (14) et propres à être mus en rotation autour de leur axe respectif de sorte à entraîner les particules solides vers ledit sas intermédiaire (20).

21. Générateur électrochimique selon la revendication 20, caractérisé en ce que lesdits cylindres (44,45) comportent sur leur périphérie une épaisseur (46,47) en un matériau souple propre à être légèrement écrasé élastiquement au passage de particules.

22. Générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 11 à 21, caractérisé en ce que le volume supérieur du réservoir (14) présente perpendiculairement à l'axe des moyens de transfert, une section décroissante en marche d'escalier au fur et à mesure qu'elle est plus proche desdits moyens de transfert.

23. Générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 11 à 22, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une électrode rechargeable à structure alvéolaire réceptrice de particules de matière électro-active, formant une pochette ménageant en elle-même des canaux de zones actives propres à être remplis en matériau électo-actif, séparés les uns des autres par des zones inactives.

24. Générateur électrochimique selon l'une quelconque des revendications 11 à 22, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une électrode rechargeable délimitée par une pochette à canaux de zones actives propres à être remplis en matériau électro-actif, séparés les uns des autres par des zones inactives.

25. Générateur électrochimique selon la revendication 23 ou 24, caractérisé en ce que lesdits canaux sont dimensionnés en épaisseur de sorte à pouvoir recevoir initialement entre 1 et 3 particules de matériau électro-actif et en ce que ces particules ont une dimension comprise entre 1 et 5 mm.

FIG.1

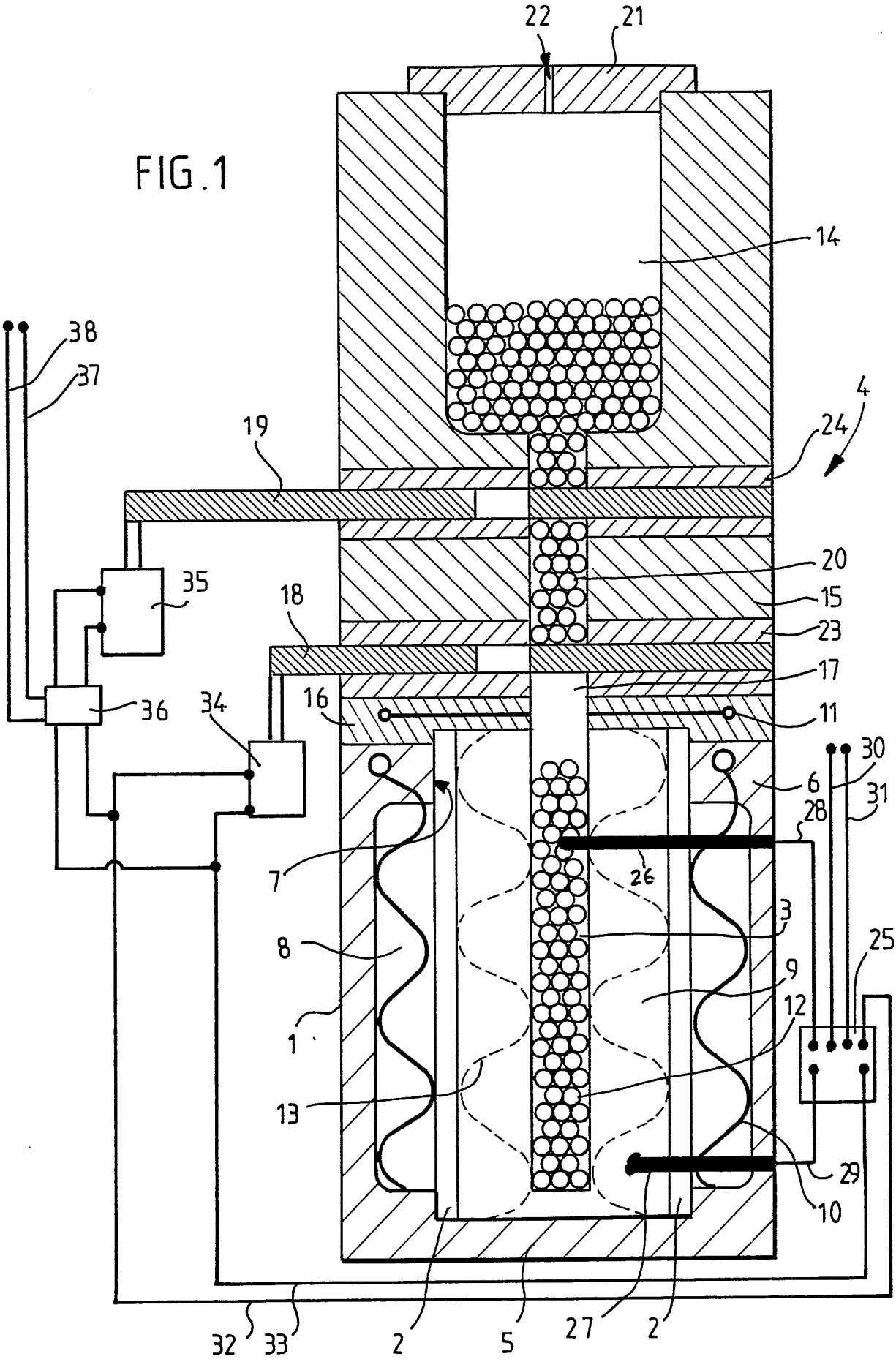
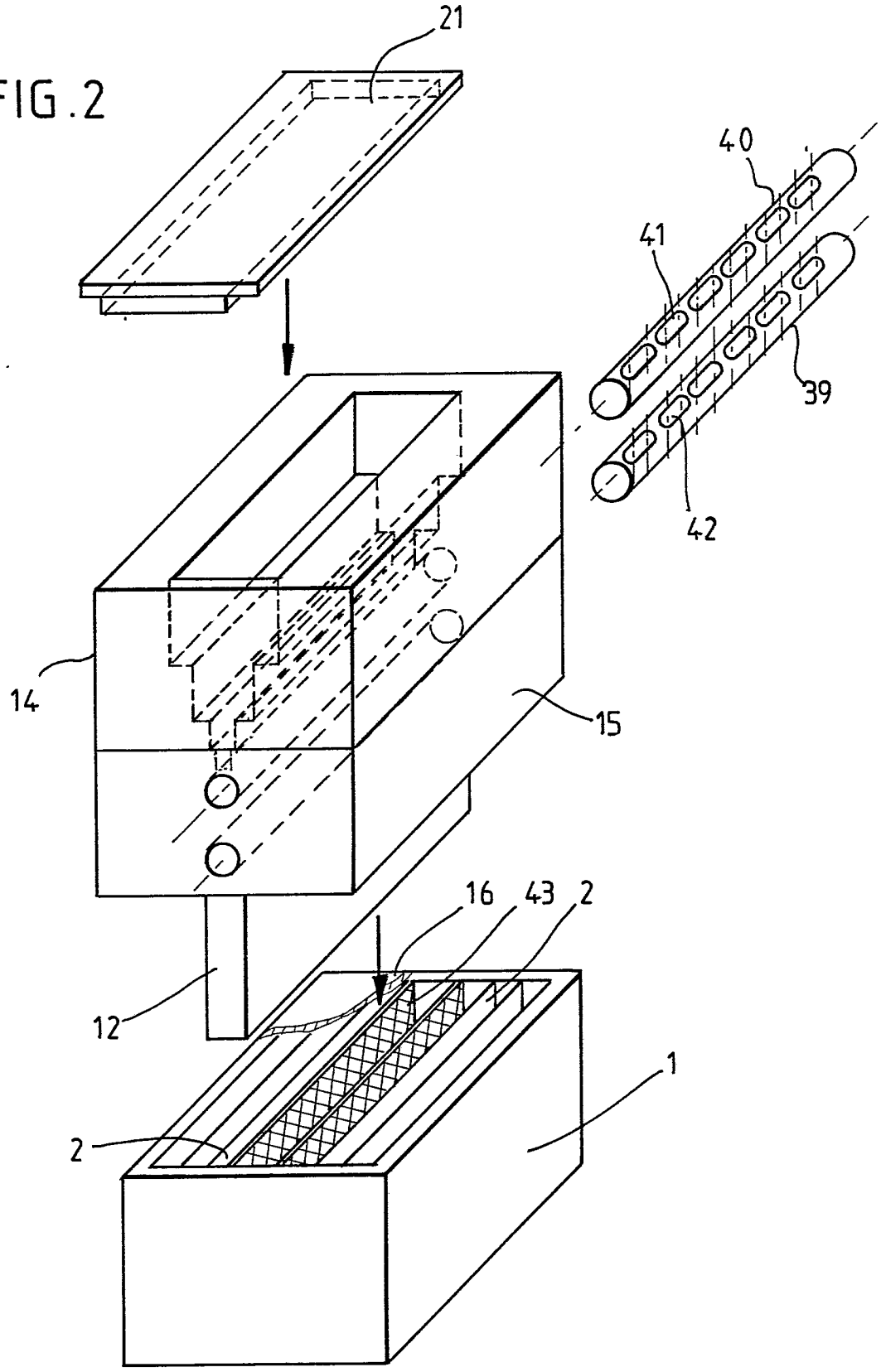

22
21
14
38
37
4
19
24
20
35
18
15
23
17
36
34
16
11
30
6
31
28
7
26
3
8
25
9
1
12
13
29
10
32
33
2
5
27
2

FIG.2



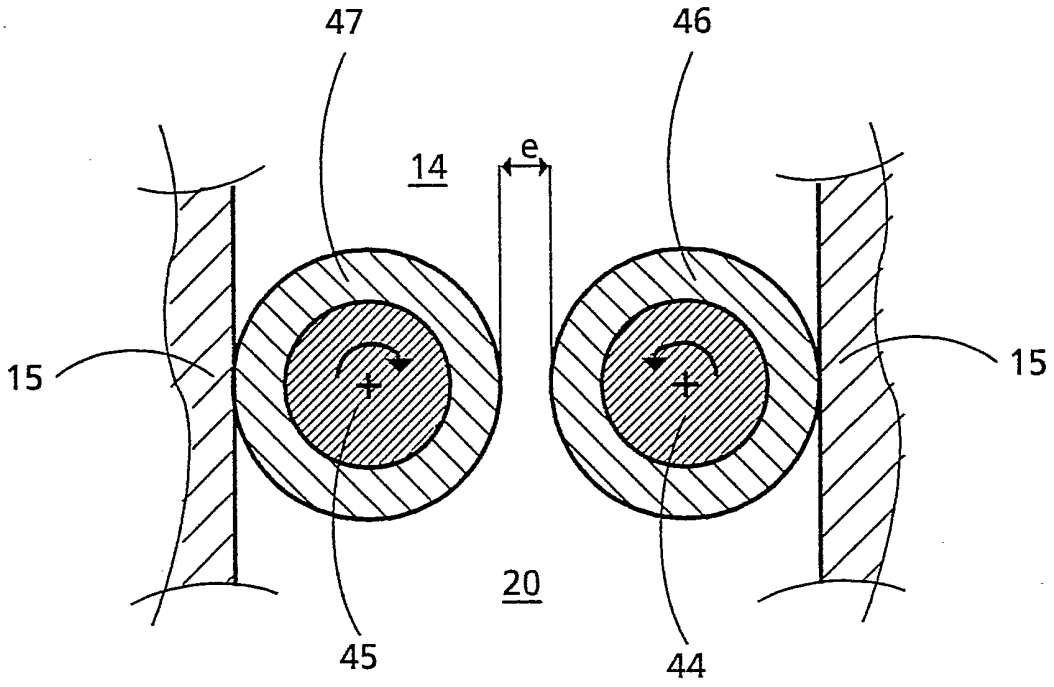


Fig. 3

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

2669775
N° d'enregistrement national

RAPPORT DE RECHERCHE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FR 9014797
FA 450855

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X Y	DE-A-2 717 753 (FIAT S.p.A.) * Revendications 1,3,5,8; figures 2,4; page 5, alinéa 2; page 6, alinéas 4-5 *	1,3-8, 11,12, 14,22 24
Y	GB-A- 110 396 (STANHOPE FRANKLIN TYLER) * Figures 1-5; page 1, lignes 11-20,28-32; page 3, lignes 21-33 *	24
Y	FR-A- 354 021 (M.E. HEYMANN) * Figure 3; page 2, lignes 48-54 *	24
A	US-A-4 198 475 (S. ZAROMB) * Revendications 1,15; colonne 10, lignes 28-39; colonne 10, ligne 61 - colonne 11, ligne 16 *	1,24
A	WO-A-8 002 344 (S. ZAROMB) * Figure 3; revendications 1,4,7 *	1
D,A	EP-A-0 371 883 (SORAPEC) * Revendications 1,7,8,9,10 *	23

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

H 01 M

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
14-08-1991	D'HONDT J.W.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)