

## (12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 42307 B1**
- (51) Cl. internationale : **C25C 7/00; H01M 14/00; C25F 7/00**
- (43) Date de publication : **29.12.2023**
- 
- (21) N° Dépôt : **42307**
- (22) Date de Dépôt : **30.06.2016**
- (30) Données de Priorité : **30.06.2015 FR 1556149**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/FR2016/051641 30.06.2016**
- (71) Demandeur(s) : **Universal Energy Storage Pte. Ltd, 2 Havelock Road, No 04-07 Havelock2 059763 (SG)**
- (72) Inventeur(s) : **JEHAN, Michel**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation : EP16748327.0

- 
- (54) Titre : **DISPOSITIF ÉLECTROCHIMIQUE POUR LE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**
- (57) Abrégé : Dispositif électrochimique pour le stockage de l'énergie électrique comprenant; un réacteur (1) muni d'une paroi latérale (2), une paroi supérieure (3), une paroi inférieure (5), une entrée d'électrolyte (7), une sortie d'électrolyte (8), une pluralité d'électrodes Ex avec x un entier allant de 1 à n, disposées dans le réacteur (1), les électrodes étant sous la forme de cônes et de troncs de cônes, disposées en alternance, et agencées de sorte que la partie évasée de chaque électrode soit dirigée vers la paroi supérieure (3) ou la paroi inférieure (5) du réacteur (1), les troncs de cônes venant en contact avec la paroi latérale (2), les sommets des cônes définissant un axe traversant les zones ouvertes des troncs de cône.

## Revendications

1. Dispositif électrochimique pour le stockage de l'énergie électrique comprenant :

5 - un réacteur (1), muni de :

- une paroi latérale (2),
- une paroi supérieure (3),
- une paroi inférieure (5),
- une entrée d'électrolyte (7),

10 ○ une sortie d'électrolyte (8),

- une pluralité d'électrodes  $E_x$  avec  $x$  un entier allant de 1 à  $n$ , disposées dans le réacteur (1),

caractérisé en ce que les électrodes sont sous la forme de cônes et de troncs de cônes, disposées en alternance, et agencées de sorte que la partie évasée de chaque électrode soit dirigée vers la paroi supérieure (3) ou la paroi inférieure (5) du réacteur, les troncs de cônes venant en contact avec la paroi latérale (2) du réacteur (1), les sommets des cônes définissant un axe traversant les zones ouvertes des troncs de cône.

20 2. Dispositif électrochimique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les électrodes  $E_x$  sont munies d'une face anodique (9) et d'une face cathodique (10), la face anodique (9) et la face cathodique (10) étant réalisées en matériaux différents.

25 3. Dispositif électrochimique selon la revendication 2, caractérisé en ce que la face anodique (9) est recouverte d'un fil de plomb enroulé sous la forme d'une spirale conique de « Pappus », les spires du fil de plomb formant la spirale conique de « Pappus » étant jointives, de manière à recouvrir la surface anodique.

30

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les électrodes  $E_x$  ont la même valeur d'aire.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la paroi supérieure (3) et la paroi inférieure (5) sont de forme conique.

5

6. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les cônes formant les électrodes  $E_x$ , la paroi supérieure (3) et la paroi inférieure (5) sont sensiblement parallèles entre eux.

10 7. Dispositif électrochimique selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que :

- l'arrivée de l'électrolyte (7) est disposée au niveau de la paroi supérieure (3),
- la sortie d'électrolyte (8) est disposée dans la partie inférieure du réacteur, entre la paroi inférieure (5) du réacteur et l'électrode  $E_n$  (2),
- les électrodes  $E_x$  avec  $x$  un entier impair sont séparées de la paroi latérale (2) du réacteur (1) par un espace,
- les électrodes additionnelles  $E_x$  avec  $x$  un entier pair sont en contact avec la paroi latérale (2) du réacteur (1) et sont munies d'une ouverture au niveau du sommet du cône,

15

de manière à former un chemin d'écoulement de l'électrolyte, le chemin allant de l'entrée d'électrolyte (7) à la sortie d'électrolyte (8), en passant alternativement entre les électrodes  $E_x$  avec  $x$  un entier impair et la paroi latérale (2) du réacteur (1) et dans les ouvertures disposées au niveau du sommet des cônes des électrodes  $E_x$  avec  $x$  un entier pair.

20

8. Dispositif électrochimique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les électrodes  $E_x$  sont isolées électriquement les unes autres.

25

30

- 9.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la paroi supérieure (3) forme une électrode, préférentiellement, une cathode.
- 5 10.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la paroi inférieure (5) forme une électrode, préférentiellement, une anode.
- 11.** Dispositif électrochimique (1) selon l'une quelconque des revendications
- 10 1** à 10, caractérisé en ce que le dispositif comprend un réservoir d'électrolyte connecté à l'arrivée d'électrolyte (7) et à la sortie d'électrolyte (8) du réacteur (1), de manière à former un circuit fermé.
- 12.** Dispositif électrochimique (1) selon la revendication précédente,
- 15** caractérisé en ce que le dispositif comprend au moins un deuxième réacteur comportant une pluralité d'électrodes, les deux réacteurs étant montés en série, les réacteurs étant connectés électriquement, et en ce que le deuxième réacteur est disposé entre le premier réacteur et le réservoir d'électrolyte, la sortie d'électrolyte du premier réacteur étant connectée à l'entrée d'électrolyte du
- 20** deuxième réacteur, et la sortie d'électrolyte du deuxième réacteur étant connectée au réservoir d'électrolyte.
- 13.** Dispositif électrochimique (1) selon l'une quelconque des revendications précédente, caractérisé en ce que la première électrode (4) est raccordée
- 25** électriquement à la borne négative d'une alimentation électrique et en ce que la deuxième électrode (6) est raccordée à la borne positive de l'alimentation électrique.
- 14.** Dispositif électrochimique (1) selon l'une quelconque des revendications
- 30** précédentes, caractérisé en ce que la première électrode (4) et la deuxième électrode (6) sont raccordées à un système de récupération d'énergie.

**15.** Procédé de stockage d'énergie électrique, comprenant les étapes successives suivantes :

- fournir un dispositif électrochimique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11,
- 5** - introduire un électrolyte dans le dispositif électrochimique, l'électrolyte contenant des ions métalliques,
- relier électriquement la première électrode (4) à la borne négative d'une alimentation électrique et la deuxième électrode (6) à la borne positive de d'une alimentation électrique,
- 10** - fournir de l'énergie électrique pour réduire les ions métalliques sur les électrodes du dispositif électrochimique, de façon à former une pile métal électrolysable.

**16.** Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que le procédé **15** comporte, après la formation de la pile métal électrolysable, une phase de fonctionnement de ladite pile, la phase de fonctionnement comprenant la dissolution du métal déposé de manière à produire de l'énergie électrique.

**17.** Procédé selon la revendication 16, caractérisé en ce que, lors de la **20** dissolution du métal, la première électrode (4) et la deuxième électrode (6) sont reliées à un système de récupération d'énergie.

**18.** Procédé selon l'une des revendications 16 et 17, caractérisé en ce que l'électrolyte, utilisé pour former la pile métal électrolysable, est réutilisé pour la **25** phase de fonctionnement de ladite pile.

**19.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 18, caractérisé en ce que, après la formation de la pile métal électrolysable, l'électrolyte est vidé du réacteur (1).