

**(12) BREVET D'INVENTION BELGE**

(47) Date de publication : 12/02/2025

(21) Numéro de demande : BE2023/5587

(22) Date de dépôt : 13/07/2023

(62) Divisé de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : C25B 9/60, C25B 1/04, C25B 15/08, B01D 53/00

(30) Données de priorité :

(73) Titulaire(s) :

**JOHN COCKERILL HYDROGEN BELGIUM SA**  
SA  
4100, SERAING  
Belgique

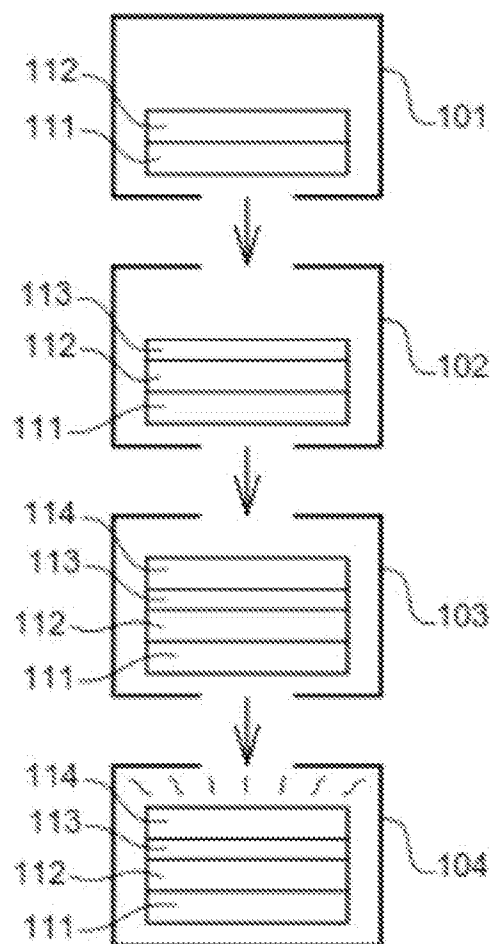
(72) Inventeur(s) :

**LOUVIAUX Sarah**  
4100 SERAING  
Belgique

**(54) Dispositif de production de dihydrogène et de dioxygène par électrolyse et procédé de fabrication correspondant**

(57) Dispositif de production de dihydrogène et de dioxygène par électrolyse comprenant au moins un stack d'électrolyseur et au moins un séparateur gaz/liquide d'un électrolyte provenant du stack d'électrolyseur, au moins une pièce du dispositif comportant au moins une paroi (111) destinée à être en contact avec l'électrolyte. Selon l'invention, la paroi (111) est recouverte d'une protection comprenant au moins une couche en ou à base de polymère organique. Procédé correspondant.

Figure 3



**Dispositif de production de dihydrogène et de dioxygène par électrolyse et procédé de fabrication correspondant**

L'invention concerne un dispositif de production de dihydrogène et de dioxygène par électrolyse.

L'invention concerne également un procédé de fabrication correspondant.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

10

Pour contrer le changement climatique, un consensus général existe afin de tendre vers une société neutre en carbone à l'horizon 2050. La réduction des émissions de gaz à effet de serre touche non seulement le secteur de la production d'électricité, mais aussi les activités industrielles, le domaine des transports ou encore celui du chauffage résidentiel.

15

Le dihydrogène vert, produit par électrolyse de l'eau à partir de sources d'énergie renouvelable, est promu comme un vecteur énergétique majeur dans la réduction des émissions de dioxyde de carbone anthropique de ces différents secteurs. Par ailleurs, le dihydrogène électrolytique permet le stockage saisonnier des excédents d'énergie renouvelable. De plus, en tant que charges flexibles, les électrolyseurs peuvent jouer un rôle dans la stabilisation des réseaux électriques.

20

25

La production de dihydrogène par électrolyse de l'eau consiste à faire passer un courant continu entre une cathode et une anode disposées de part et d'autre d'un électrolyte.

30

Le courant électrique provoque une électrolyse comprenant une réaction de réduction à la cathode qui engendre du dihydrogène,  $H_2$ , et une réaction d'oxydation à l'anode qui engendre du dioxygène,  $O_2$ . L'électrolyte peut être liquide, comme une solution d'hydroxyde de potassium, KOH, ou d'hydroxyde de sodium, NaOH (on parle couramment d'électrolyse alcaline), ou solide, comme une membrane échangeuse de protons (ou PEM), une membrane échangeuse

35

d'anions (ou AEM) ou encore une céramique (ou parle alors couramment de Solid Oxide Electrolysis Cell).

Dans le cas de l'électrolyse alcaline, en partie applicable pour les PEM et AEM, la production de dihydrogène est réalisée au moyen d'un dispositif comprenant généralement : un stack d'électrolyseur dans lequel un électrolyte est parcouru par un courant continu circulant entre deux électrodes pour générer du dihydrogène et du dioxygène ; un séparateur de dihydrogène relié au stack d'électrolyseur par l'intermédiaire d'une canalisation de dihydrogène gaz-liquide pour séparer le dihydrogène gazeux du liquide ainsi qu'un séparateur de dioxygène relié au stack d'électrolyseur par l'intermédiaire d'une canalisation dioxygène gaz-liquide pour séparer le dioxygène gazeux du liquide.

Optionnellement, le dispositif peut également comporter une pompe de circulation respectivement en communication avec une canalisation de retour du séparateur de dihydrogène et une canalisation de retour du séparateur de dioxygène pour ramener le liquide au stack d'électrolyseur. Alternative-ment ce retour peut se faire naturellement sans recours à une pompe, notamment si le dispositif est de petites dimensions.

Au sein du dispositif, et en particulier au sein des séparateurs gaz-liquide ou du stack d'électrolyseur, de nombreuses pièces destinées à être en contact avec l'électrolyte sont protégées par une couche de nickel, communément appelé le « nickelage ».

En effet, la couche de nickel offre une bonne résistance à la corrosion et évite que le dihydrogène ou le dioxygène ne s'introduise dans des parties non voulues du dispositif. Ainsi, il est impératif que la couche de nickel soit la plus homogène possible pour limiter une quelconque fuite du dihydrogène ou du dioxygène, si minime soit-elle, à travers une ou plusieurs aspérité(s) de ladite couche, ce qui permettrait au dihydrogène ou au dioxygène de s'introduire dans des parties non voulues du dispositif.

D'un point de vue pratique, un mauvais nickelage est détecté par la présence de taches brunâtres ou par un essai au sulfate de cuivre. Ainsi, si le sulfate de cuivre accroche à l'endroit normalement protégé par la couche de nickel, cela signifie que le nickel n'a en réalité pas adhéré suffisamment correctement et efficacement. Dans les deux cas (détection de tâches brunâtres ou essai au sulfate de cuivre), cette vérification est réalisée lors de la fabrication du dispositif autrement dit lorsque les différents éléments constitutifs du dispositif sont assemblés.

Dans un tel contexte, différents problèmes apparaissent :

- le coût du nickel ne cesse de croître,
- la taille des bains de nickelage est limitée, ce qui limite par conséquent la taille des éléments pouvant être soumis au nickelage (tels que les séparateurs gaz/liquide ou le stack d'électrolyseur) - il faut sinon construire ces éléments en plusieurs parties qui sont chacune soumises au nickelage et réassemblées ensuite ce qui conduit à l'apparition d'autres problèmes notamment en termes de temps de fabrication et d'étanchéité,
- le nickelage est appliqué sur un nombre de pièces de plus en plus important (les réservoirs des séparateurs gaz/liquide, les filtres, les échangeurs de chaleur, ...).

#### OBJET DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de proposer une solution permettant d'obvier au moins en partie à au moins l'un des inconvénients précités.

#### RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, on prévoit, un dispositif de production de dihydrogène et de dioxygène par électrolyse comprenant au moins un stack d'électrolyseur et au moins un séparateur gaz/liquide d'un électrolyte provenant du stack d'électrolyseur, au moins une pièce du dispositif comportant au moins une paroi destinée à être en contact avec l'électrolyte.

Selon l'invention, la paroi est recouverte d'une protection dont une couche externe est en matériau en ou à base de polymère organique, la protection comprenant :

- 5 - au moins une première couche recouvrant au moins en partie la paroi, la première couche étant dans un matériau différent de celui de la couche externe et étant recouverte elle-même au moins en partie d'une deuxième couche formant ladite couche externe et/ou
- 10 - la couche externe est formée d'au moins une feuille appliquée sur la paroi.

De manière étonnante, une telle protection permet de très bien protéger une pièce même si elle se trouve en contact avec du dihydrogène, du dioxygène et/ou l'électrolyte. En particulier, la paroi associée à la protection s'avère bien protégée d'une éventuelle corrosion.

Une telle protection s'avère en outre i) moins coûteuse à appliquer qu'un nickelage de l'art antérieur et ii) plus avantageuse à l'égard des tailles autorisées des parois et pièces par opposition au nickelage de l'art antérieur.

20 De façon avantageuse, l'application de plusieurs couches limitent un risque de fuite de dihydrogène, de dioxygène et/ou l'électrolyte entre la protection et la paroi associée.

Optionnellement, la feuille est en ou à base d'un matériau polymère.

Optionnellement, la feuille est en ou à base de butyle.

Optionnellement, la feuille est en ou à base d'ébonite.

Optionnellement, la feuille est directement appliquée sur la paroi.

30 Par « directement » on entend que la feuille est appliquée sur la paroi sans intermédiaire ou par l'intermédiaire d'un moyen de fixation dont l'épaisseur est négligeable par rapport à l'épaisseur de la feuille (tel qu'une couche de colle par exemple).

35 Optionnellement, la feuille est séparée de la paroi uniquement par l'intermédiaire d'une couche.

Optionnellement, l'épaisseur de la protection est comprise entre 2600 et 3700 micromètres.

Optionnellement, la première couche est en ou à base de céramique.

5 Optionnellement, le polymère de la deuxième couche est en ou à base d'un thermoplastique.

Optionnellement, le polymère de la deuxième couche est en ou base de polyétheréthercétone.

10 Optionnellement, l'épaisseur de la protection est comprise entre 140 et 250 micromètres.

Optionnellement, le dispositif comprend au moins une couche intermédiaire entre la première couche et la deuxième couche.

15 Optionnellement, la couche intermédiaire est une couche à base d'adhésif.

Optionnellement, la pièce appartient au stack d'électrolyseur.

Optionnellement, la pièce appartient au skid de séparation.

20 Optionnellement, la pièce appartient au séparateur gaz/liquide.

Optionnellement, la pièce est une bride de raccordement percée par au moins un orifice, une paroi interne de l'orifice étant recouverte par la protection.

25 L'invention concerne également un procédé de fabrication d'au moins une pièce d'un dispositif tel que précité, comprenant au moins les étapes de :

- appliquer la première couche et la deuxième couche et/ou appliquer la au moins une feuille,
- polymériser au moins la couche externe.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation particulier et non limitatif de l'invention.

#### BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

35

Il sera fait référence aux dessins annexés, parmi lesquels :



stack d'électrolyseur 10 par l'intermédiaire d'une cana-  
lisation de dioxygène gaz/liquide et d'une canalisation de  
dihydrogène gaz/liquide. Comme leurs noms l'indiquent, le  
séparateur de dioxygène 11 est agencé pour effectuer une  
5 séparation gaz-liquide sur le dioxygène généré par le stack  
d'électrolyseur 10 ; et le séparateur de dihydrogène 12 est  
agencé pour effectuer une séparation gaz-liquide sur le di-  
hydrogène généré par le stack d'électrolyseur 10. Les sépa-  
rateurs gaz-liquide 11, 12 sont ici des séparateurs gravi-  
10 taires de sorte que le dihydrogène et le dioxygène sont sé-  
parés du liquide par l'effet de la différence de poids  
entre le gaz et le liquide.

La pompe de circulation 13 est respectivement en communica-  
tion avec une canalisation de retour côté dihydrogène re-  
15 liée au fond du séparateur de dihydrogène 12 et une canali-  
sation de retour côté dioxygène reliée au fond du sépara-  
teur de dioxygène 11, et est utilisée pour amener le li-  
quide issu du séparateur de dihydrogène 12 et le liquide  
issu du séparateur de dioxygène 11 au stack d'électrolyseur  
20 10 pour le recyclage. Le flux de circulation engendré par  
la pompe de circulation 13 provoque l'évacuation hors du  
stack d'électrolyseur 10 de dihydrogène et de dioxygène gé-  
nérés dans le stack d'électrolyseur 10 et de la solution  
électrolytique vers le séparateur de dihydrogène 12 et le  
25 séparateur de de dioxygène 11.

Le séparateur de dioxygène 11, le séparateur de dihydrogène  
12, la pompe de circulation 13, le filtre à électrolyte  
(lye filter) et l'échangeur de chaleur pour électrolyte  
(lye cooler) forment un module de séparation assurant :

- 30 - la séparation du mélange liquide-dioxygène gazeux issu  
du stack d'électrolyseur 10 pour produire du dioxygène ga-  
zeux ;
- la séparation du mélange liquide-dihydrogène gazeux  
issu du stack d'électrolyseur 10 pour produire du dihydro-  
35 gène gazeux ;

- la recirculation des liquides issus des séparateurs gaz-liquide vers le stack d'électrolyseur 10 pour reconstituer l'électrolyte.

Le séparateur de dioxygène 11 a une sortie au sommet qui communique avec l'atmosphère par l'intermédiaire d'un dispositif de commande côté dioxygène ayant une sortie de dioxygène 110.

La sortie de dioxygène 110 est reliée à l'entrée d'une première vanne à trois voies 34. La première vanne à trois voies 34 a une première sortie mise en communication avec l'atmosphère pour une évacuation directe, et une deuxième sortie non limitée. La première vanne à trois voies 34 peut être une vanne pneumatique à bille.

Le dispositif de commande côté dioxygène comprend une vanne de régulation de dioxygène 16 et des vannes manuelles de dérivation (ou by-pass) 17 à bille qui sont connectées en parallèle aux deux extrémités de la vanne de régulation de dioxygène 16. Le séparateur de dioxygène 11 est muni d'un analyseur de dihydrogène dans le dioxygène 20, d'un capteur de pression de dioxygène 21, et d'un capteur de pression différentielle de dioxygène 22. Le capteur de pression différentielle de dioxygène 22 et le capteur de pression de dioxygène 21 sont reliés au séparateur de dioxygène 11 via une première vanne 26 et une deuxième vanne 29, respectivement. Dans ce mode de réalisation, la première vanne 26 et la deuxième vanne 29 sont toutes deux des vannes de régulation de débit.

Le séparateur de dihydrogène 12 a une sortie au sommet qui est reliée à un réservoir de stockage de dihydrogène gazeux 14 par l'intermédiaire d'un dispositif de commande côté dihydrogène ayant une sortie 35 raccordée audit réservoir de stockage de dihydrogène gazeux 14. La sortie de dihydrogène 35 de l'appareil de commande côté dihydrogène est reliée à une entrée d'une deuxième vanne à trois voies 33. Une première sortie de la deuxième vanne à trois voies 33 communique avec l'atmosphère, et la seconde sortie de la première vanne à trois voies 33 est reliée au réservoir de

stockage de dihydrogène 14. La deuxième vanne à trois voies 33 peut être une vanne pneumatique à bille.

Le dispositif de commande côté dihydrogène comprend une vanne de contre-pression 18 et des troisièmes vannes auto-  
5 matiques de dérivation (ou by-pass) 19 à billes qui sont connectées en parallèle aux deux extrémités de la vanne de contre-pression 18. La vanne de contre-pression 18 est sélectionnée en fonction de la quantité de production de gaz souhaitée, de la pression et des exigences de fonctionne-  
10 ment du dispositif. La vanne de contre-pression 18 est pré-réglée à une pression de consigne en fonction des exigences de fonctionnement du dispositif et de la pression du réservoir de stockage de dihydrogène gazeux 14. Le séparateur de dihydrogène 12 est muni d'un capteur de niveau de dihydro-  
15 gène 23 et d'un capteur de pression différentielle de dihydrogène 24. Un capteur de pression de dihydrogène 25 est prévu sur la sortie de dihydrogène 35 en amont de la deuxième vanne à trois voies 33. Les deux extrémités du capteur de pression différentielle de dihydrogène 24 sont re-  
20 liées au séparateur de dihydrogène 12 via une troisième vanne 27 et une quatrième vanne 28, respectivement. Le capteur de pression de dihydrogène 25 est relié à la sortie de dihydrogène 35 via une cinquième vanne 30. Dans ce mode de réalisation, la troisième vanne 27 et la quatrième vanne 28  
25 sont toutes deux des vannes de régulation de débit.

Dans le dispositif ainsi décrit, de nombreuses pièces sont en contact avec l'électrolyte et/ou le dihydrogène et/ou le dioxygène. De préférence, ces pièces sont ainsi recouvertes  
30 d'au moins une protection 100 vis-à-vis de l'électrolyte et/ou le dihydrogène et/ou le dioxygène.

Une telle pièce est par exemple une pièce appartenant au stack de l'électrolyseur 10 ou bien une pièce appartenant à l'unité de séparation plus connue sous le terme de « skid  
35 de séparation ». Le skid de séparation comprend dans les faits l'ensemble des éléments qui ont été précédemment décrits mis à part le stack d'électrolyseur 10. En particu-

lier, le skid de séparation comprend le séparateur de dioxygène 11 ainsi que le séparateur de dihydrogène 12.

Si la pièce appartient au skid de séparation, ladite pièce peut ainsi être le ballon du séparateur gaz-liquide (soit le réservoir du séparateur gaz-liquide - également parfois appelé « virole ») ou bien le filtre d'électrolyte du séparateur gaz-liquide ou bien l'échangeur de chaleur du séparateur gaz-liquide ou bien tout autre équipement sous pression appartenant au skid de séparation.

Si la pièce appartient au stack de l'électrolyseur 10, ladite pièce peut être ainsi une plaque de fond ou une plaque de distribution ou tout autre élément constitutif dudit stack d'électrolyseur 10.

A la figure 2 est ainsi illustrée une telle pièce qui appartient ici au séparateur gaz-liquide de dihydrogène 12 ou au séparateur gaz-liquide de dioxygène 11. Ladite pièce est une bride 200 qui permet de raccorder une canalisation au séparateur gaz/liquide (que ce soit le séparateur de dihydrogène 12 ou le séparateur de dioxygène 11) ou à un autre élément du skid de séparation.

La bride 200 est pourvue d'un orifice 201 central la traversant de part en part, l'électrolyte s'écoulant en service à travers cet orifice 201.

Dans le cas de cette bride 200, la paroi interne de la bride 200 définissant l'orifice 201 est recouverte d'une protection 100. Dans le cas présent, l'intégralité de la paroi interne est recouverte d'une telle protection 100.

Il s'agit bien entendu là d'un exemple non limitatif et d'autres parois de cette pièce et/ou d'autres pièces du dispositif peuvent être recouvertes d'une protection 100. Par exemple, seule une zone d'une telle paroi peut également être recouverte d'une telle protection 100.

Par exemple, en référence à la figure 5, plusieurs pièces successives peuvent être recouvertes d'une telle protection 100 : la bride 200 et/ou une des canalisations 300 à laquelle elle est raccordée et/ou un ballon 400 associée à une telle bride ou à une telle canalisation, ...

A cet effet, et en référence à la figure 3, selon une première mise en œuvre, au cours d'une première étape 101 on vient recouvrir la paroi 111 à protéger (celle de la bride 200 ou d'une autre pièce) par une première couche principale 112.

Par exemple, un matériau liquide ou semi-liquide (vernis, peinture, résine, ...) est appliqué sur la paroi 111 avant de durcir pour former la première couche principale 112 sur la paroi 111.

Optionnellement, le matériau liquide ou semi-liquide est pulvérisé sur la paroi 111.

Optionnellement, le durcissement se fait de manière naturelle ou forcée (séchage, chauffage, ...).

Optionnellement, la première couche principale 112 est en ou à base d'oxide d'aluminium et/ou de nitrure de bore.

Au cours d'une deuxième étape 102, on vient recouvrir la première couche principale 112, d'une couche intermédiaire 113. La couche intermédiaire 113 est dans un matériau différent de la première couche principale 112.

La couche intermédiaire 113 est de préférence une couche adhésive.

Par exemple, un matériau liquide ou semi-liquide (vernis, peinture, résine, ...) est appliqué sur la première couche principale 112 pour former la couche intermédiaire 113.

Optionnellement, le matériau liquide ou semi-liquide est pulvérisé sur la première couche principale 112.

Au cours d'une troisième étape 103, on vient recouvrir la couche intermédiaire 113, d'une deuxième couche principale 114.

Par exemple, un matériau liquide ou semi-liquide est appliqué sur la couche intermédiaire 113 pour former la deuxième couche principale 114.

Optionnellement, le matériau liquide ou semi-liquide est pulvérisé sur la paroi 111.

La deuxième couche principale 114 est dans un deuxième matériau différent de celui de la première couche principale 112 et de celui de la couche intermédiaire 113.

Le deuxième matériau est en ou à base de polymère organique.

De préférence, le deuxième matériau est dans ou à base de polymère organique thermoplastique.

De préférence, le deuxième matériau est dans ou à base de polymère organique thermoplastique.

Par exemple, le deuxième matériau est en ou à base de polyétheréthercétone (par exemple commercialisé sous le nom de PEEK - marque déposée).

Au cours d'une quatrième étape 104, la protection 100 est ici polymérisée de manière forcée. A cet effet, la pièce est chauffée ce qui provoque une polymérisation chimique de la protection 100.

La pièce est ici placée dans un four : le chauffage de la pièce assure une polymérisation d'au moins la deuxième couche principale 114.

Le chauffage permet :

- une bonne accroche de la première couche principale 112 sur la pièce, et/ou
- une bonne adhésion de la couche intermédiaire 113 sur la première couche principale 112, et/ou
- une bonne adhésion de la deuxième couche principale 114 sur la couche intermédiaire 113, et/ou
- une bonne uniformisation de la deuxième couche principale 114.

A l'issue du procédé de fabrication de la protection 100, celle-ci présente une épaisseur comprise entre 140 et 250 micromètres.

La protection 100 ne comporte ici que les trois couches précitées 112, 113, 114.

La deuxième couche principale 114 est celle destinée à être en contact avec l'électrolyte et/ou le dihydrogène et/ou le dioxygène. Ceci est particulièrement avantageux du fait que le deuxième matériau de la deuxième couche principale 114

présente une très bonne compatibilité avec l'électrolyte. La deuxième couche principale 114 forme ainsi la couche externe de la protection 100.

5 Par ailleurs, la couche adhésive 113 permet de renforcer la cohésion entre les deux couches principales 112, 114.

De plus, la première couche principale 112 permet de limiter un risque de fuite de dihydrogène et/ou de dioxygène et/ou d'électrolyte sous la protection 100, entre la protection 100 et la pièce elle-même.

10 La protection 100 s'avère ainsi de très bonne qualité.

En référence à la figure 4, selon une deuxième mise en œuvre, au cours d'une première étape 131 on vient recouvrir la paroi 111 à protéger (celle de la bride 200 ou d'une  
15 autre pièce) par une unique couche principale 112.

A cet effet, on vient appliquer au moins une feuille d'un premier matériau sur la paroi 111 pour former la couche principale 112 soit directement soit par l'intermédiaire de  
20 moyens de fixation (comme de la colle par exemple).

Les feuilles sont ici dans le même matériau.

De la sorte, la couche principale 112 est ici formée du matériau qui est en ou à base de matériau polymère organique. Le matériau est par exemple en ou à base de butyle et par  
exemple en ou à base de caoutchouc butyle.

25 Au cours d'une deuxième étape 132, la protection 100 est ici polymérisée de manière forcée. A cet effet, la pièce est chauffée ce qui provoque une polymérisation chimique de la protection 100.

La pièce est ici placée dans un four : le chauffage de la  
30 pièce assure une polymérisation de la couche principale 112 et/ou une bonne accroche de la couche principale 112 sur la pièce et/ou une bonne uniformisation de couche principale 112.

A l'issue du procédé de fabrication de la protection 100,  
35 celle-ci présente une épaisseur comprise entre 2600 et 3700 micromètres.

La protection 100 ne comporte ici que la couche précitée 112 (mis à par l'infime couche de colle pour poser la couche précitée 112 sur la paroi).

5 La couche principale 112 est celle destinée à être en contact avec l'électrolyte. Ceci est particulièrement avantageux du fait que le matériau de la couche principale 114 présente une très bonne compatibilité avec l'électrolyte. La couche principale 112 forme ainsi la couche externe de la protection.

10 De plus, la couche principale 112 permet de limiter un risque de fuite d'hydrogène et/ou d'oxygène et/ou d'électrolyte sous la protection 100, entre la protection 100 et la pièce elle-même.

La protection 100 s'avère ainsi de très bonne qualité.

15 Selon une variante de cette deuxième mise en œuvre, le matériau de la couche principale 112 peut être différent de ce qui a été indiqué.

20 Par exemple, le matériau est en ou à base de polymère organique.

Par exemple, le matériau est dans ou à base de polymère organique thermoplastique.

Par exemple, le matériau est dans ou à base d'ébonite.

25 En ce qui concerne la deuxième mise en œuvre, et quelle que soit la variante considérée, la feuille composant la couche principale 112 est agencée de sorte que la dimension la plus importante de ladite feuille s'étende sensiblement selon la dimension la plus importante de la paroi sur laquelle elle est appliquée.

30 Ceci permet de maximiser le recouvrement de la pièce considérée.

35 Par exemple si la pièce est un ballon 400 du skid de séparation (plus précisément de l'un des séparateurs du skid de séparation), au moins une des feuilles peut être appliquée de sorte que sa longueur s'étende selon la longueur correspondante d'une des parois à protéger du ballon 400 et par

exemple s'étende selon la longueur de la paroi inférieure du séparateur gaz-liquide.

De préférence, selon la paroi 111 à protéger, la couche de protection 112 ne sera pas dans le même matériau.

5 Par exemple, la protection associée à l'orifice 201 de la bride 200 peut être en ou à base d'ébonite.

Ceci permettra de bien résister à une pression d'assise du ou des joints d'étanchéité associés.

10 Par exemple, la protection au ballon 400 ou à la canalisation 300 peut être en ou à base de butyle.

De préférence, les parois planes sont ainsi recouvertes par une protection en ou à base de butyle plutôt qu'en ou à base d'ébonite.

15 On a ainsi proposé deux mises en œuvre différentes pour protéger les pièces, mises en œuvre simples et peu coûteuses.

20 Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit mais englobe toute variante entrant dans le champ de l'invention telle que définie par les revendications.

25 Ainsi bien qu'ici le dispositif comprend une pompe de circulation, le dispositif pourra ne pas comprendre de pompe de circulation ou pourra comprendre un plus grand nombre de pompes et par exemple comprendre au moins deux pompes (une pour chacun des séparateurs gaz/liquide).

30 Le dispositif pourra comprendre davantage d'éléments que ceux qui ont été indiqués. Par exemple, le dispositif pourra comprendre au moins un refroidisseur de gaz pour refroidir les gaz et/ou au moins un laveur (point d'injection d'eau d'appoint).

35 La protection pourra comprendre un nombre différent de couches que ce qui a été indiqué.

La protection pourra comporter d'autres matériaux que ceux qui ont été indiqués.

Si une des couches de la protection est formée par des feuilles, selon la surface de la paroi à recouvrir, plusieurs feuilles devront potentiellement être utilisées pour pouvoir recouvrir toute la surface avec des zones éventuelles de recouvrement pour s'assurer qu'aucune zone de la surface soit exempte de protection. Hors zone de recouvrement, ladite couche pourra comporter une seule feuille ou bien à un empilement d'au moins deux feuilles.

Le procédé de fabrication pourra comporter une ou plusieurs étapes supplémentaires. Par exemple dans le cas de la première mise en œuvre, le procédé pourra comporter une étape intermédiaire entre le dépôt de la couche intermédiaire 113 et le dépôt de la deuxième couche principale 114 telle que par exemple une étape de chauffage (à une température moins importante que la température de l'étape de polymérisation).

**REVENDEICATIONS**

1. Dispositif de production de dihydrogène et de dioxygène par électrolyse comprenant au moins un stack d'électrolyseur et au moins un séparateur gaz/liquide d'un électrolyte provenant du stack d'électrolyseur, au moins une pièce du dispositif comportant au moins une paroi (111) destinée à être en contact avec l'électrolyte, caractérisé en ce que la paroi est recouverte d'une protection (100),  
la protection comprenant au moins une première couche (112) recouvrant au moins en partie la paroi (111), une couche intermédiaire (113) et une deuxième couche (114), la couche intermédiaire (113) étant agencé entre la première couche (112) et la deuxième couche (114) de sorte que la deuxième couche recouvre la première couche, la deuxième couche formant une couche externe de la protection et étant dans un matériau en ou à base de polymère organique, la deuxième couche étant dans un matériau différent de celui de la première couche, le polymère de la deuxième couche (114) étant en ou à base d'un thermoplastique, le polymère de la deuxième couche (114) est en ou base de polyétheréthercétone.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel la première couche (112) est en ou à base de céramique.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 2, dans lequel l'épaisseur de la protection (100) est comprise entre 140 et 250 micromètres.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la couche intermédiaire (113) est une couche à base d'adhésif.
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pièce appartient au stack d'électrolyseur ou au skid de séparation.
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la pièce est une bride (200) de raccor-

dement percée par au moins un orifice (201), une paroi interne de l'orifice étant recouverte par la protection (100).

5 7. Procédé de fabrication d'au moins une pièce d'un dispositif selon l'une des revendications précédentes, comprenant au moins les étapes de :

- appliquer la première couche (112) et la deuxième couche (114),
- polymériser au moins la couche externe.

Figure 1

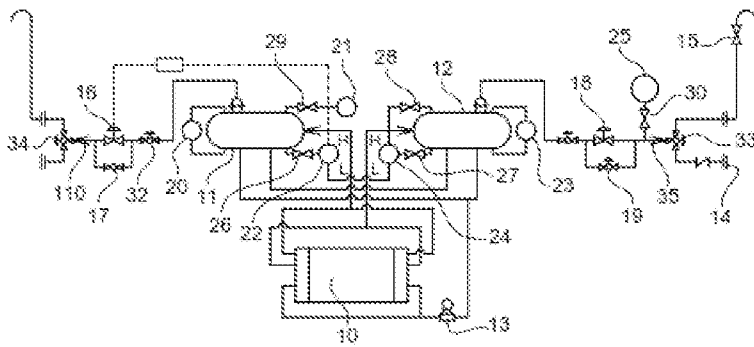


Figure 2

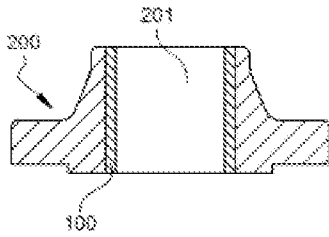


Figure 3

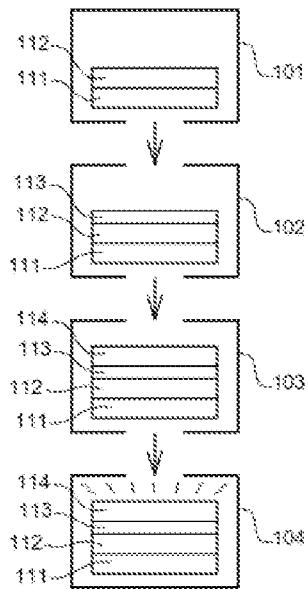


Figure 4

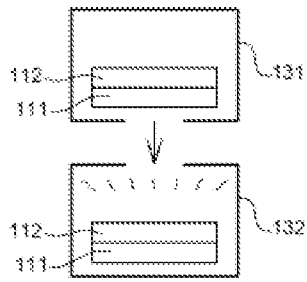
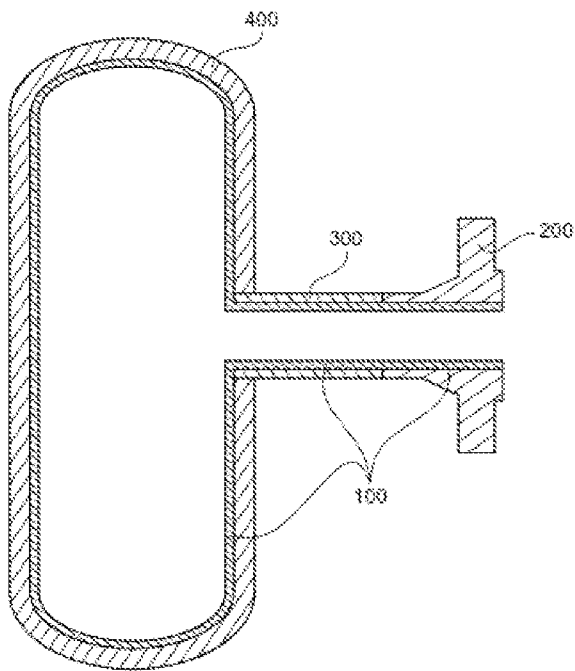


Figure 5



# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ÉTABLI EN VERTU DE L'ARTICLE XI.23., §10 DU CODE DE DROIT ÉCONOMIQUE BELGE

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE	REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE <b>LPBOET0013BE</b>
Demande nationale belge n° <b>202305587</b>	Date du dépôt <b>13-07-2023</b>
	Date de priorité revendiquée
Déposant (Nom) <b>JOHN COCKERILL HYDROGEN BELGIUM SA</b>	
Date de la requête d'une recherche de type international <b>22-07-2023</b>	Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international <b>SN84319</b>
<b>I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)	
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB <b>Voir rapport de recherche</b>	
<b>II. DOMAINES RECHERCHES</b>	
Documentation minimale consultée	
Système de classification	Symboles de la classification
<b>IPC</b>	<b>Voir rapport de recherche</b>
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés	
<b>III.</b> <input type="checkbox"/> <b>IL A ÉTÉ ESTIMÉ QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE</b> (Observations sur la feuille supplémentaire)	
<b>IV.</b> <input type="checkbox"/> <b>ABSENCE D'UNITÉ DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE À L'ÉTENDUE DE LA RECHERCHE</b> (Observations sur la feuille supplémentaire)	

# RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

**BE 202305587**

<p>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  <b>INV. C25B9/60 C25B1/04 C25B15/08 B01D53/00</b>  <b>ADD.</b></p>		
<p>Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB</p>		
<p>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</p> <p>Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  <b>C25B B01D</b></p>		
<p>Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche</p>		
<p>Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  <b>EPO-Internal</b></p>		
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</p>		
<p>Catégorie °</p>	<p>Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents</p>	<p>no. des revendications visées</p>
<p><b>X</b></p>	<p><b>EP 3 778 991 A1 (TOKUYAMA CORP [JP])</b>  <b>17 février 2021 (2021-02-17)</b></p>	<p><b>1, 2, 13,</b>  <b>15</b></p>
<p><b>Y</b></p>	<p><b>* alinéa [0038] - alinéa [0040]; figure 3</b>  <b>*</b></p>	<p><b>1-15</b></p>
<p>-----</p>		
<p><b>Y</b></p>	<p><b>DE 43 42 300 A1 (GEWERK KERAMCHEMIE [DE])</b>  <b>14 juin 1995 (1995-06-14)</b></p>	<p><b>1-3, 6, 7,</b>  <b>11, 12, 14</b></p>
<p><b>A</b></p>	<p><b>* le document en entier *</b></p>	<p><b>5, 13, 15</b></p>
<p>-----</p>		
<p><b>Y</b></p>	<p><b>US 3 976 556 A (DE NORA VITTORIO)</b>  <b>24 août 1976 (1976-08-24)</b></p>	<p><b>1, 2, 4-6,</b>  <b>13, 14</b></p>
<p><b>A</b></p>	<p><b>* colonne 4, lignes 1-21; figure 1 *</b>  <b>* colonne 7, lignes 15-21 *</b>  <b>* colonne 6, alinéa 64 - colonne 7, alinéa 2 *</b></p>	<p><b>15</b></p>
<p>-----</p>		
<p>-/--</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</p>		
<p><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</p>		
<p>° Catégories spéciales de documents cités:</p>		
<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p>	<p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p>	
<p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date</p>	<p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p>	
<p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p>	<p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p>	
<p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p>	<p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>	
<p>"P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>		
<p>Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée</p>	<p>Date d'expédition du rapport de recherche de type international</p>	
<p><b>25 janvier 2024</b></p>		
<p>Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale                  Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2                  NL - 2280 HV Rijswijk                  Tel. (+31-70) 340-2040,                  Fax: (+31-70) 340-3016</p>	<p>Fonctionnaire autorisé</p> <p><b>Desbois, Valérie</b></p>	

C.(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y A	<p>US 3 902 984 A (YOSHIDA NAOSHI ET AL) 2 septembre 1975 (1975-09-02) * colonne 3, lignes 1-26; figure 1 * * colonne 6, lignes 19-22 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1, 2, 4-6, 13, 14 15</p>
Y	<p>JP 6 987109 B2 (FUJIMORI KOGYO CO) 22 décembre 2021 (2021-12-22)  * abrégé; figure 1 * * alinéa [0062] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1, 2, 8-10, 14, 15</p>
Y	<p>EP 3 710 543 B1 (SOLVAY SPECIALTY POLYMERS IT [IT]) 25 août 2021 (2021-08-25) * alinéas [0111], [0112], [0113], [0114] * * alinéas [0118], [0119] *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1, 2, 7-12, 14</p>
Y	<p>US 2021/396650 A1 (ASADA TERUAKI [JP] ET AL) 23 décembre 2021 (2021-12-23) * alinéas [0092], [0102], [0103]; figures 2, 3 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>8, 9, 13, 14</p>
A	<p>US 2023/088736 A1 (TANAKA YASUYUKI [JP]) 23 mars 2023 (2023-03-23) * alinéa [0037]; revendication 1 *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	<p>1, 2, 13</p>

# RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n

**BE 202305587**

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
<b>EP 3778991</b>	<b>A1</b>	<b>17-02-2021</b>	<b>CN 111699280 A</b>	<b>22-09-2020</b>
			<b>EP 3778991 A1</b>	<b>17-02-2021</b>
			<b>JP 6621970 B1</b>	<b>18-12-2019</b>
			<b>JP WO2019188260 A1</b>	<b>30-04-2020</b>
			<b>KR 20200133725 A</b>	<b>30-11-2020</b>
			<b>PH 12020551499 A1</b>	<b>01-09-2021</b>
			<b>TW 201942415 A</b>	<b>01-11-2019</b>
			<b>US 2021115573 A1</b>	<b>22-04-2021</b>
			<b>WO 2019188260 A1</b>	<b>03-10-2019</b>
-----				
<b>DE 4342300</b>	<b>A1</b>	<b>14-06-1995</b>	<b>AT E156905 T1</b>	<b>15-08-1997</b>
			<b>DE 4342300 A1</b>	<b>14-06-1995</b>
			<b>EP 0657684 A1</b>	<b>14-06-1995</b>
-----				
<b>US 3976556</b>	<b>A</b>	<b>24-08-1976</b>	<b>JP S5168500 A</b>	<b>14-06-1976</b>
			<b>US 3976556 A</b>	<b>24-08-1976</b>
			<b>US 4065367 A</b>	<b>27-12-1977</b>
-----				
<b>US 3902984</b>	<b>A</b>	<b>02-09-1975</b>	<b>BE 812252 A</b>	<b>01-07-1974</b>
			<b>CA 1036978 A</b>	<b>22-08-1978</b>
			<b>DE 2412132 A1</b>	<b>10-10-1974</b>
			<b>FR 2221184 A1</b>	<b>11-10-1974</b>
			<b>GB 1441063 A</b>	<b>30-06-1976</b>
			<b>JP S5647267 B2</b>	<b>09-11-1981</b>
			<b>JP S49117398 A</b>	<b>09-11-1974</b>
			<b>NL 7403331 A</b>	<b>17-09-1974</b>
			<b>US 3902984 A</b>	<b>02-09-1975</b>
-----				
<b>JP 6987109</b>	<b>B2</b>	<b>22-12-2021</b>	<b>JP 6987109 B2</b>	<b>22-12-2021</b>
			<b>JP 2020043088 A</b>	<b>19-03-2020</b>
-----				
<b>EP 3710543</b>	<b>B1</b>	<b>25-08-2021</b>	<b>CN 111315833 A</b>	<b>19-06-2020</b>
			<b>EP 3710543 A1</b>	<b>23-09-2020</b>
			<b>JP 7286640 B2</b>	<b>05-06-2023</b>
			<b>JP 2021503020 A</b>	<b>04-02-2021</b>
			<b>US 2020362164 A1</b>	<b>19-11-2020</b>
			<b>WO 2019096799 A1</b>	<b>23-05-2019</b>
-----				
<b>US 2021396650</b>	<b>A1</b>	<b>23-12-2021</b>	<b>CN 113899678 A</b>	<b>07-01-2022</b>
			<b>EP 3929562 A2</b>	<b>29-12-2021</b>
			<b>JP 6835279 B1</b>	<b>24-02-2021</b>
			<b>JP 2022001855 A</b>	<b>06-01-2022</b>
			<b>US 2021396650 A1</b>	<b>23-12-2021</b>
-----				
<b>US 2023088736</b>	<b>A1</b>	<b>23-03-2023</b>	<b>AU 2021249269 A1</b>	<b>01-09-2022</b>
			<b>CN 115349033 A</b>	<b>15-11-2022</b>
			<b>DE 112021002023 T5</b>	<b>12-01-2023</b>
			<b>JP WO2021200374 A1</b>	<b>07-10-2021</b>
			<b>TW 202200845 A</b>	<b>01-01-2022</b>
			<b>US 2023088736 A1</b>	<b>23-03-2023</b>
			<b>WO 2021200374 A1</b>	<b>07-10-2021</b>
			-----	



## OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN84319	Date du dépôt ( <i>jour/mois/année</i> ) 13.07.2023	Date de priorité ( <i>jour/mois/année</i> )	Demande n° BE202305587
Classification internationale des brevets (CIB) INV. C25B9/60 C25B1/04 C25B15/08 B01D53/00			
Déposant JOHN COCKERILL HYDROGEN BELGIUM SA			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- Cadre n° I Base de l'opinion
- Cadre n° II Priorité
- Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- Cadre n° VI Certains documents cités
- Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Juillet 2022)	Examineur Desbois, Valérie
--	-------------------------------

## OPINION ÉCRITE

Demande n°  
BE202305587

---

### Cadre n° I Base de l'opinion

---

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, la présente opinion a été effectuée sur la base d'un listage des séquences
  - a.  faisant partie de la demande telle que déposée.
  - b.  remis postérieurement à la date du dépôt aux fins de la recherche,
    - accompagné d'une déclaration selon laquelle le listage des séquences ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée.
3.  En ce qui concerne la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés divulguées dans la demande, la présente opinion a été effectuée dans la mesure où une opinion valable pouvait être formulée en l'absence d'un listage des séquences conforme à la norme ST.26 de l'OMPI.
4. Commentaires complémentaires :

---

### Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

---

#### 1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	1-15
	Non :	Revendications	
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-15
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-15
	Non :	Revendications	

#### 2. Citations et explications

**voir feuille séparée**

---

### Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

---

**voir feuille séparée**

**Ad point V**

**Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

**1 Il est fait référence aux documents suivants :**

- D1 EP 3 778 991 A1 (TOKUYAMA CORP [JP]) 17 février 2021 (2021-02-17)
- D2 DE 43 42 300 A1 (GEWERK KERAMCHEMIE [DE]) 14 juin 1995 (1995-06-14)
- D3 US 3 976 556 A (DE NORA VITTORIO) 24 août 1976 (1976-08-24)
- D4 US 3 902 984 A (YOSHIDA NAOSHI ET AL) 2 septembre 1975 (1975-09-02)
- D5 JP 6 987109 B2 (FUJIMORI KOGYO CO) 22 décembre 2021 (2021-12-22)
- D6 EP 3 710 543 B1 (SOLVAY SPECIALTY POLYMERS IT [IT]) 25 août 2021 (2021-08-25)
- D7 US 2021/396650 A1 (ASADA TERUAKI [JP] ET AL) 23 décembre 2021 (2021-12-23)

**2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1-15 n'impliquant pas d'activité inventive.**

**2.1 Revendication 1, alternative couche externe= feuille**

- 2.1.1** D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la **revendication 1**. Le document D1 (alinéa [0038] - alinéa [0040]; figure 3) en expose les caractéristiques suivantes:
- un dispositif de production de dihydrogène et dioxygène par électrolyse comprenant un stack d'électrolyseurs,
  - une pièce du dispositif comportant au moins une paroi (61, 62) destinée à être en contact avec l'électrolyte, caractérisé en ce que la paroi est recouverte d'une protection (51, 52) dont une couche externe est en matériau en ou à base de polymère organique,
  - la couche externe est formée d'au moins une feuille appliquée sur la paroi.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce dispositif connu en ce qu'il comprend un séparateur gaz/liquide d'un électrolyte provenant du stack d'électrolyseur.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme d'améliorer la pureté des gaz produits.

La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive.

L'utilisation d'un séparateur gaz/liquide d'un électrolyte provenant du stack d'électrolyseur ne représente que l'une des options que l'homme du métier sélectionnerait, selon le cas, parmi plusieurs possibilités évidentes, afin de résoudre le problème posé, sans faire preuve d'esprit inventif.

2.1.2 Les revendications dépendantes 2-6, 13, et 14, qui se rapportent à cette alternative, ne semblent pas contenir de caractéristiques supplémentaires qui satisfassent aux exigences de nouveauté et/ou d'activité inventive en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées.

2.1.2.1 D1 divulgue les caractéristiques supplémentaires des **revendications 2 et 13**.

2.1.2.2 D2 (col. 2, l. 42-55) divulgue les caractéristiques supplémentaires de la **revendication 3**. D3 et D4, voir passages cités dans le rapport de recherche, divulguent les caractéristiques supplémentaires des **revendications 4, 5 et 13**.

Ainsi, les caractéristiques des revendications dépendantes 3-5, 13 ont déjà été employées dans le même but dans un dispositif sujet à une corrosion analogue. Il serait donc évident pour l'homme du métier d'appliquer ces caractéristiques, avec un effet correspondant, à un dispositif suivant D1, afin d'obtenir un dispositif conformément aux revendications 3-5, 13.

2.1.2.3 L'épaisseur de la **revendication 6** ne représente que l'une des options que l'homme du métier sélectionnerait, selon le cas, parmi plusieurs possibilités évidentes, afin de sélectionner une épaisseur approprié au matériau de la feuille, sans faire preuve d'esprit inventif.

2.1.2.4 La caractéristique de la **revendication 14** ne représente que l'une des options que l'homme du métier sélectionnerait, selon le cas, parmi plusieurs possibilités évidentes, afin de sélectionner une pièce à protéger de la corrosion, sans faire preuve d'esprit inventif.

2.2 Revendication 1, alternative couche externe= deuxième couche

2.2.1 D1, est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la **revendication 1**. Le document D1 (alinéa [0038] - alinéa [0040]; figure 3) en expose les caractéristiques suivantes:

- un dispositif de production de dihydrogène et dioxygène par électrolyse comprenant un stack d'électrolyseurs,
- une pièce du dispositif comportant au moins une paroi (61, 62) destinée à être en contact avec l'électrolyte, caractérisé en ce que la paroi est recouverte d'une protection (51, 52) dont une couche externe est en matériau en ou à base de polymère organique,
- une couche externe.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce dispositif connu en ce que:

- il comprend un séparateur gaz/liquide d'un électrolyte provenant du stack d'électrolyseur, et
- au moins une première couche recouvre au moins en partie la paroi, la première couche étant dans un matériau différent de celui de la couche externe et étant recouverte elle-même au moins en partie d'une deuxième couche formant ladite couche externe.

Ces deux caractéristiques n'ont pas de relation entre elles et en ce sens résolvent deux problèmes partiels.

La solution au problème résolu par le séparateur gaz/liquide n'est pas inventive, pour la raison déjà évoquée au point 2.1.1

La structure multi-couche présente une alternative connue à l'utilisation d'une feuille polymérique (voir D2, col. 2, l. 56-col. 3, l. 17, D5 and D6, voir passages cités dans le rapport de recherche) que l'homme du métier utiliserait sans faire preuve d'activité inventive.

2.2.2 Les revendications dépendantes 2, 7-14, qui se rapportent à cette alternative, ne semblent pas contenir de caractéristiques supplémentaires qui satisfassent aux exigences de nouveauté et/ou d'activité inventive en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées.

2.2.2.1 D1 divulgue les caractéristiques supplémentaires des **revendication 2 et 13**.

2.2.2.2 D2 divulgue les caractéristiques supplémentaires des **revendications 2, 7, 11 et 12**.

D5 divulgue les caractéristiques supplémentaires des **revendications 2, 8, 9**.

D6 divulgue les caractéristiques supplémentaires des **revendications 2, 7-12**.  
D7 divulgue les caractéristiques supplémentaires des **revendications 8, 9 et 13**.

Ainsi, les caractéristiques des revendications dépendantes 2, 7- 13 ont déjà été employées dans le même but dans un dispositif sujet à une corrosion analogue. Il serait donc évident pour l'homme du métier d'appliquer ces caractéristiques, avec un effet correspondant, à un dispositif suivant D1, afin d'obtenir un dispositif conformément aux revendications 2, 7-13.

2.2.2.3 La caractéristique de la **revendication 14** ne représente que l'une des options que l'homme du métier sélectionnerait, selon le cas, parmi plusieurs possibilités évidentes, afin de sélectionner une pièce à protéger de la corrosion, sans faire preuve d'esprit inventif.

2.3 Le procédé d'application d'une feuille polymérique est divulgué par D1.  
Le procédé de polymérisation d'une couche sur un substrat est divulgué par D5.  
Ainsi, l'objet de la **revendication 15** n'implique pas d'activité inventive.

### **Ad point VIII**

#### **Certaines observations relatives à la demande**

#### **3 Les revendications 1-15 ne sont pas claires.**

3.1 Les deux alternatives des la **revendications 1**, bien que reliées par la conjonction de coordination "et" ne semblent pas compatibles, car pour chacune d'elle, la couche externe a une désignation différente (deuxième couche et feuille). Aucune des **revendications 2-14** ne clarifie cette incohérence.

3.2 Au vu de la description présentant deux mises en œuvre distinctes aux figures 3 et 4, les revendications **dépendantes 3-11** ne sont combinable qu'à une des deux alternatives de la revendication 1 évoquées ci-dessus. Hors leur objet n'est pas restreint de cette manière, ce qui rend leur objet ambigu.

3.3 De même, il apparaît que l'étape de polymérisation de la couche externe n'est pas compatible avec l'étape d'appliquer une feuille (donc déjà polymérisée), ce qui rend l'objet de la **revendication 15** peu clair.

- 3.4 L'objet décrit à la page 14 (ligne 23) "par exemple, le matériau est dans ou à base d'ébonite" n'est pas couvert par les revendications. Cette discordance entre les revendications et la description crée un doute quant à l'objet de la protection demandée, au point que les revendications manquent de clarté.