



(11) **EP 4 321 652 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
14.02.2024 Bulletin 2024/07

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
C25C 7/08 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **22190058.2**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
C25C 7/08; C25C 1/06; C25C 1/08; C25C 1/12; C25C 1/16

(22) Date de dépôt: **11.08.2022**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(72) Inventeurs:
• **Van Hee, Luc**
62860 Oisy Le Verger (FR)
• **Baldini, Andrea**
4100 Bonnelles (BE)
• **Flandre, Cédric**
4000 Liège (BE)

(71) Demandeur: **John Cockerill SA**
4100 Seraing (BE)

(74) Mandataire: **AWA Benelux**
Parc d'affaires Zénobe Gramme - Bât. K
Square des Conduites d'Eau 1-2
4020 Liège (BE)

(54) **DISPOSITIF D'EXTRACTION D'UN METAL DEPOSE ELECTROLYTIQUEMENT SUR UNE CATHODE**

(57) La présente invention se rapporte à un dispositif pour la production d'un métal pur ou d'un alliage de ce métal par réduction électrolytique d'un minerai de ce métal ou d'une substance contenant une forme oxydée de ce métal, ledit dispositif comprenant une cellule (1) munie d'une anode (2), d'une cathode (3), d'un électrolyte (8) et d'un système amovible de fermeture de la cellule (6), caractérisé en ce que la cathode (3) est munie d'un revêtement non adhérent pour le métal déposé électrolytiquement et en ce que le dispositif comporte en outre un élément consommable (5) électriquement conducteur destiné à faciliter l'extraction d'une plaque dudit métal

(4) déposée électrolytiquement sur la cathode (3), ledit consommable (5) étant disposé dans la cellule (1) dans le prolongement de la cathode (1) ou en recouvrement partiel avec celle-ci, avec contact mécanique et donc électrique à une extrémité avec la cathode (1) et dépassant de la zone électrolytique de la cellule (1), de sorte à permettre, en fonctionnement, un dépôt simultané dudit métal sur la cathode (3) et sur une partie du consommable (5) et à permettre l'extraction ultérieure hors de la cellule (1) de l'ensemble constitué par le consommable (5) et le métal déposé (4), par un moyen mécanique (7).

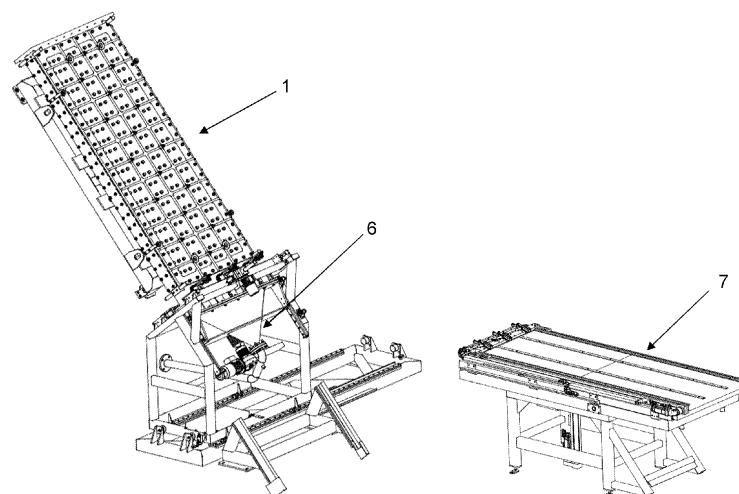


FIG. 3

EP 4 321 652 A1

Description

Objet de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un dispositif pour produire du fer ou d'autres métaux purs ou encore des alliages par voie électrolytique, et en particulier aux moyens utilisés pour l'extraction de plaques métalliques déposées à la cathode d'une cellule électrolytique. L'invention se rapporte également aux utilisations spécifiques du dispositif.

Arrière-plan technologique et état de la technique

[0002] Traditionnellement, la fabrication de fonte, qui est un alliage de fer et de carbone dont la teneur est supérieure à 2%, est obtenue par fusion du minerai de fer dans un haut-fourneau, en utilisant un combustible solide riche en carbone, souvent le coke et le charbon, comme agent réducteur. Une autre méthode est la réduction directe du fer (DRI) fondée sur l'utilisation du gaz naturel (méthane) en remplacement du charbon. Dans une deuxième étape, l'acier est obtenu par affinage, c'est-à-dire par décarburation de la fonte, dans un convertisseur.

[0003] Ces procédés conduisent ainsi au rejet d'importantes quantités de carbone fossile sous forme de CO₂ dans l'atmosphère.

[0004] La lutte contre les émissions à effet de serre impose à l'heure actuelle d'envisager des procédés impliquant une réduction drastique, voire la suppression, des rejets de CO₂.

[0005] Partant du constat au début des années 2000 que les besoins en acier issu de la filière primaire, à savoir le minerai, allaient augmenter, les principaux groupes sidérurgistes européens se sont associés pour préparer un programme de R&D commun, baptisé ULCOS (pour *Ultra Low CO₂ Steelmaking*), afin d'améliorer le caractère durable de la production d'acier à partir de minerai par le biais d'une réduction des émissions de CO₂ par tonne d'acier produite d'au moins 50 %.

[0006] Une des filières prometteuses mises en place consiste dans le remplacement du monoxyde de carbone par du dihydrogène comme gaz réducteur du minerai. Le gaz composé principalement d'H₂ et CO utilisé actuellement dans les procédés de réduction directe est remplacé par du dihydrogène pur lors de la fabrication de fer « pré-réduit », qui peut être ensuite chargé dans les fours à arc électrique. Les performances en termes d'émission de CO₂ sont prometteuses, à savoir moins de 300kg CO₂ par tonne d'acier (au lieu de 1850kg avec la filière traditionnelle), dans le cas où l'hydrogène est produit par électrolyse de l'eau avec de l'électricité « verte ».

[0007] On connaît également l'électro-raffinage qui consiste à dissoudre électrolytiquement une anode en métal impur dans un bain acide ou alcalin, les ions de métal pur se déposant alors sur la cathode à l'état mé-

tallique sous l'action d'un courant électrique. Cette méthode permet de purifier des métaux comme le cuivre, le nickel, le zinc, le manganèse, etc. mais nombre d'étapes de purification sont souvent nécessaires.

[0008] Les électrodes sont généralement disposées verticalement et les dépôts sont réalisés à très basse densité de courant. La tension appliquée peut être importante, ce qui implique un rendement défavorable, du fait de la sensibilité à la distance anode/cathode. Les cathodes sont généralement revêtues sur leur deux faces avec un dépôt adhérent et sont remplacées lorsque la quantité de métal produit est suffisant. Selon une première technique, les cathodes, inertes, sont réutilisables et l'extraction, le plus souvent par grappes, est effectuée au pont roulant ou au moyen d'engins robotisés, l'extraction étant suivie du stripage, qui est l'étape de désolidarisation de la plaque métallique déposée du support cathodique grâce à des moyens mécaniques. Selon une seconde technique, la cathode est sacrificielle. Un dépôt fin d'un métal donné peut être généré dans un premier temps dans une filière parallèle sur cathode inerte et ensuite détaché pour servir lui-même de cathode dans le processus de production. Dans ce cas, la cathode est constituée exclusivement du métal souhaité.

[0009] Le procédé électrolytique est surtout intéressant pour les matériaux ne présentant qu'un état de valence (ex. Zn²⁺), mais ce n'est pas le cas du fer (Fe²⁺ et Fe³⁺). Pour ne pas perdre une part importante du rendement par bouclage Fe²⁺ → Fe³⁺ puis inversement, on pourrait utiliser des membranes séparatrices et échangeuse d'ions.

[0010] La réaction électrolytique génère des plaques de fer pur à la cathode et de l'oxygène gazeux à l'anode. Ces plaques de fer peuvent être alors fondues avec d'autres éléments ou des ferrailles dans un four électrique pour produire de l'acier.

[0011] Boston Metal (US 8,764,962 B2) a utilisé ce procédé en remplaçant une anode en carbone qui produit du CO₂ lors de la réaction par une anode inerte à base de chrome qui ne se corrode pas suite au dégagement d'oxygène. Ce procédé d'électrolyse des oxydes fondus (MOE, pour *molten oxide electrolysis*) rejette essentiellement de l'oxygène, et éventuellement de l'hydrogène parasite au cas où le rendement électrolytique n'est pas de 100%. Si l'électricité utilisée provient d'une source renouvelable, le procédé est décarboné.

[0012] Cette technique implique ainsi des procédés robustes et simples. Il est bien connu que le dépôt électrolytique de fer nécessite des conditions particulières pour être énergiquement efficace. Parmi les contraintes, on utilise une forte concentration de soude et une température relativement haute. D'où le besoin impératif d'avoir une cellule fermée.

[0013] De plus, pour avoir une consommation énergétique la plus faible possible, la cellule doit présenter une distance limitée entre les électrodes. La difficulté des cellules fermées est alors l'extraction du métal déposé sur la cathode, surtout pour des grandes dimensions (>1 m²),

car la cathode doit rester à demeure dans la cellule. Cette extraction *in situ* implique aussi que les dépôts soient non adhérents ou facilement détachables des cathodes pour en faciliter au mieux l'extraction mécanique par une ouverture limitée dans la cellule.

[0014] En conclusion, la nécessité de distance réduite entre les électrodes dans l'électrolyse du minerai de fer va pratiquement empêcher une extraction mécanique de cathode et un stripage en dehors de la cellule, comme c'est le cas dans l'état de la technique. A cela s'ajoute encore la difficulté consistant à travailler en cellule fermée. Il faut d'abord trouver un moyen aisé pour ouvrir la cellule afin d'en extraire les dépôts cathodiques.

Buts de l'invention

[0015] La présente invention vise à fournir une solution permettant de s'affranchir des inconvénients de l'état de la technique.

[0016] En particulier, l'invention vise à fournir un moyen pour séparer de manière pratique et aisée les plaques de métaux déposées sur les cathodes dans les procédés de production électrolytique, cette extraction étant nécessairement *in situ* car elle doit tenir compte des contraintes physiques imposées à la cellule électrolytique, comme celles d'avoir une cellule fermée, sans démantèlement de la cellule, une distance anode-cathode faible pour maintenir une bonne efficacité énergétique, etc.

Principaux éléments caractéristiques de l'invention

[0017] Un premier aspect de la présente invention se rapporte à un dispositif pour la production d'un métal pur ou d'un alliage de ce métal par réduction électrolytique d'un minerai de ce métal ou d'une substance contenant une forme oxydée de ce métal, ledit dispositif comprenant une cellule munie d'une anode, d'une cathode, d'un électrolyte et d'un système amovible de fermeture de la cellule, caractérisé en ce que la cathode est munie d'un revêtement non adhérent pour le métal déposé électrolytiquement et en ce que le dispositif comporte en outre un élément consommable électriquement conducteur destiné à faciliter l'extraction d'une plaque dudit métal déposée électrolytiquement sur la cathode, ledit consommable étant disposé dans la cellule dans le prolongement de la cathode ou en recouvrement partiel avec celle-ci, avec contact mécanique et donc électrique à une extrémité avec la cathode et dépassant de la zone électrolytique de la cellule, de sorte à permettre, en fonctionnement, un dépôt simultané dudit métal sur la cathode et sur une partie du consommable et à permettre l'extraction ultérieure hors de la cellule de l'ensemble constitué par le consommable et le métal déposé, par un moyen mécanique.

[0018] Selon des formes d'exécution préférées, le dispositif est en outre limité par une des caractéristiques suivantes ou par une combinaison appropriée de plusieurs

d'entre elles :

- 5 - le consommable a une longueur inférieure à 50%,
préférentiellement inférieur à 10%, de la longueur
de la cathode ;
- 10 - la cathode est à base de carbone, de graphite à faible
rugosité, de graphite imprégné ou revêtu de bouche-
pores ou de métaux purs et/ou certains de leurs al-
liages, éventuellement revêtus ;
- le consommable est une tôle métallique ;
- 15 - une partie du consommable en prolongement de la
cathode et dépassant de la zone électrolytique est
accueillie dans le système amovible de fermeture,
qui est fermé en opération pour maintenir l'électro-
lyte dans la cellule ;
- 20 - le dispositif comporte des moyens de préhension
collaborant avec le consommable ou des éléments
de celui-ci pour permettre l'extraction de l'ensemble
consommable/métal déposé ;
- 25 - les moyens de préhension sont des moyens de ser-
rage tels que des pinces ou vérins, des goujons ou
crochets de traction collaborant avec des trous pra-
tiqués dans le consommable, ou encore des élé-
ments géométriques rapportés collaborant entre eux
pour assurer une traction ;
- 30 - le dispositif comprend des moyens de blocage pour
maintenir le consommable et la plaque déposée en
position le temps d'ouvrir la cellule et d'extraire en-
suite l'ensemble plaque et consommable par les
moyens de préhension, les moyens de blocage pou-
vant coïncider avec les moyens de préhension ;
- 35 - la cellule électrolytique est inclinée d'un angle de 20°
à 60° par rapport à l'horizontale, les électrodes sont
planes avec une distance inter-électrodes comprise
entre 1 et 50 mm, et préférentiellement entre 6 et 20
mm, la cathode est maintenue à demeure dans le
dispositif et le moyen mécanique d'extraction est
configuré pour effectuer l'extraction de l'ensemble
consommable/métal selon un mouvement de trans-
45 lation parallèle aux électrodes.

[0019] Un autre aspect de l'invention se rapporte à une utilisation du dispositif décrit ci-dessus, dans laquelle, après extraction, le consommable est soit séparé dudit métal pur ou alliage du métal déposé afin d'éviter toute pollution, soit fondu ultérieurement avec le métal déposé.

[0020] Avantagusement l'utilisation concerne le dépôt électrolytique de fer en milieu basique, où le consommable est une tôle en acier bas carbone.

[0021] Encore avantagusement l'utilisation se rapporte à l'électroraffinage du zinc, nickel ou cuivre, en mi-

lieu acide, le consommable étant respectivement une plaque en zinc, nickel ou cuivre.

Brève description des figures

[0022] La figure 1 représente schématiquement une cellule d'électroextraction de fer fermée selon un mode d'exécution de la présente invention, pendant la phase de production du dépôt métallique.

[0023] La figure 2 représente schématiquement une cellule d'électroextraction de fer ouverte selon un mode d'exécution de la présente invention, pendant la phase d'extraction de la plaque de fer.

[0024] La figure 3 représente un exemple de mode d'exécution réaliste de la présente invention comportant une cellule électrolytique avec un système amovible de fermeture et un système de récupération de la plaque de fer déposée à la cathode.

[0025] La figure 4 montre un exemple de déplacement du système amovible de fermeture de la cellule.

[0026] La figure 5 montre une vue de détail dans un exemple du système permettant l'extraction de la plaque de fer.

Description de formes d'exécution préférées de l'invention

[0027] La présente invention consiste non seulement à réaliser un dépôt électrolytique métallique sur une cathode, mais aussi à co-déposer le métal de manière adhérente sur au moins une partie d'un consommable électriquement conducteur, réalisé par exemple sous forme d'une plaque en acier qui pourra être compatible pour les étapes ultérieures de fusion du métal. L'élément consommable est introduit dans la cellule électrolytique avant de commencer le dépôt et est positionné de telle sorte qu'un contact électrique avec la cathode soit assuré. Ceci permet une extraction du dépôt, celui-ci étant réalisé simultanément sur la cathode et sur le consommable, grâce à l'utilisation d'un système de préhension tel que des pinces ou éléments similaires positionnés préférentiellement sur une partie du consommable qui n'aura reçu aucun dépôt ou un dépôt très faible. La cellule sera positionnée de préférence de manière inclinée de sorte que le consommable sera situé dans une partie basse et la cathode dans une partie haute de la cellule, avec au moins une partie de consommable non recouverte par le dépôt, ce qui va permettre la saisie mécanique du consommable, lors d'une ouverture de la cellule au niveau de la partie basse, après vidange et rinçage de la cellule.

[0028] L'extraction du métal déposé est donc réalisée en retirant la partie consommable de façon concomitante avec le dépôt complet qui n'adhère pas à la cathode, de préférence grâce à un revêtement particulier de celle-ci, comme une base de carbone ou graphite à faible rugosité. L'extraction du métal se fait alors par un mouvement de translation guidé.

[0029] La plaque métal déposé/consommable est ensuite transférée sur une table qui la supporte afin d'éviter le bris de matière pendant le processus d'extraction.

[0030] Selon l'invention, la cellule peut être orientée selon un angle allant de l'horizontale à la verticale, mais préférentiellement selon un angle compris entre 20° et 60° par rapport à l'horizontale pour profiter de l'effet de la gravité et aussi afin d'en limiter l'encombrement. La cellule a de préférence une hauteur comprise entre 50 mm et 700 mm, et de préférence encore entre 100 mm et 300 mm. Sa longueur sera de 1 m à 4 m, et préférentiellement entre 1 m et 3,5 m. La largeur de la cellule sera de 1 m à 2 m, et préférentiellement de 1 m à 1,5 m.

[0031] Selon l'invention, la longueur de la partie consommable est inférieure à 50% de la longueur de la cathode, préférentiellement inférieure à 20% de celle-ci et encore préférentiellement inférieure à 10% de celle-ci. La largeur de la partie consommable doit être au moins approximativement égale à celle de la cathode avec laquelle elle est en contact.

[0032] L'épaisseur attendue pour le dépôt sera comprise entre 2 mm et 50 mm, préférentiellement entre 3 mm et 5 mm, et ce en fonction de la surface de la cathode afin de présenter une plaque de résistance suffisante pour l'extraction tout en conservant une distance minimale anode-cathode pendant toute la phase de dépôt.

[0033] La figure 1 représente schématiquement une configuration de cellule électrolytique 1, adaptée pour l'électroextraction du fer, pendant la phase de production grâce au dispositif selon l'invention.

[0034] Dans cette cellule 1, une extrémité de l'anode 2 est positionnée d'une part en face d'une partie de la cathode 3 et d'autre part en face d'une partie du consommable 5 qui jouxte ou recouvre le bord inférieur de la cathode 3, avec lequel il est physiquement en contact, ce qui assure une continuité électrique parfaite entre la cathode 3 et le consommable 5. Ces deux facteurs permettent d'obtenir un dépôt métallique 4 recouvrant non seulement la cathode 3 mais aussi une section 5' du consommable 5. Le consommable 5 est donc dimensionné pour dépasser vers le bas de la zone de la cellule qui contient l'électrolyte 8. Une partie du consommable 5 ne sera donc pas recouverte par le métal déposé électrolytiquement et la partie dépassante 5" du consommable 5 en rendra la préhension plus aisée.

[0035] Selon l'invention, la cellule électrolytique 1 est constamment fermée lors de son fonctionnement et un système amovible de fermeture 6 sert à refermer la cellule 1. La liaison entre la cellule 1 et le système de fermeture 6 est étanche pour éviter tout échappement d'électrolyte 8.

[0036] Le système selon l'invention sera conçu avantageusement pour automatiser l'extraction de la plaque de fer. Selon une forme d'exécution, une table sur glissières 7 est apte à s'approcher de la cellule 1 et à s'incliner de manière rotative selon un angle la rendant parallèle à la cellule (figure 2). Par exemple trois pinces pneumatiques 10 équipant la table 7 (figure 5) saisissent

le consommable 5 et tirent celui-ci hors de la cellule. Une fois la plaque fer/consommable récupérée, la table 7 peut se remettre rotativement en position horizontale et la plaque peut être transférée ensuite sur un chariot pour être utilisée dans la prochaine étape du procédé de traitement. Selon une autre forme d'exécution, le table pourrait déjà être inclinée et venir se positionner ainsi avant de repartir. La plaque de dépôt resterait alors inclinée jusqu'à son enlèvement.

[0037] La figure 2 montre schématiquement une forme d'exécution pour l'extraction de la plaque de fer 4 à la fin du processus de production. La cellule 1 a été préalablement vidée de son électrolyte 8 pour éviter l'écoulement de celui-ci au moment de l'extraction de la plaque. Le système amovible de fermeture et de collecte 6 est par exemple déplacé selon une translation horizontale, pour permettre un accès au consommable 5 et sa récupération (voir figure 4).

[0038] Selon l'invention, il doit y avoir une adhérence différentielle significative entre la cathode et le dépôt de fer d'une part, et entre le consommable et le dépôt de fer d'autre part, la première étant inférieure à la seconde. Aussi, la cathode sera réalisée dans un matériau peu adhérent vis-à-vis du fer, tel qu'un matériau à base de carbone, de graphite à faible rugosité, de graphite imprégné ou revêtu de bouche-pores ou de métaux purs tels que l'argent ou le cuivre et certains de leurs alliages, éventuellement revêtus.

[0039] Étant donné la faible distance intra-électrodes nécessaire, lors de l'extraction, la plaque 4 ne peut pas être soulevée pour être détachée directement de la cathode 3 comme dans les méthodes de stripage de l'état de l'art. Lorsque la cellule 1 est ouverte, une partie du consommable 5 doit pouvoir en sortir par dépassement, comme indiqué ci-dessus, afin de permettre sa récupération par un système mobile 7 de préhension et récupération de la plaque, telle qu'une table. Le système amovible 6 servira ensuite à mettre en contact un nouveau consommable 5 avec la cathode 3. La plaque 4 avec le consommable 5 est saisie par des pinces, serre-joints ou éléments similaires 10 et est ensuite tirée par un mouvement de translation guidé, parallèlement à la cellule. Le dépôt métallique, « collé » au consommable 5 mais pas à la cathode 3, qui est non-adhérente, se détache de la cathode 3 et est entraîné par le consommable 5 hors de la cellule dans son mouvement de translation (voir figure 5). La plaque de fer 4 est alors transférée sur une table au cours de son extraction, comme décrit ci-dessus.

Liste des symboles de référence

[0040]

- 1 : cellule d'électroextraction
- 2 : anode
- 3 : cathode à base de carbone ou graphite à faible rugosité

- 4 : dépôt de fer / plaque
- 5 : consommable
- 5' : zone de dépôt du fer sur le consommable
- 5" : partie dépassante du consommable non recouverte de dépôt métallique
- 6 : système amovible de fermeture de la cellule
- 7 : système d'extraction de la plaque de fer
- 8 : électrolyte
- 9 : mouvement d'extraction
- 10 : moyens de préhension

Revendications

1. Un dispositif pour la production d'un métal pur ou d'un alliage de ce métal par réduction électrolytique d'un minerai de ce métal ou d'une substance contenant une forme oxydée de ce métal, ledit dispositif comprenant une cellule (1) munie d'une anode (2), d'une cathode (3), d'un électrolyte (8) et d'un système amovible de fermeture de la cellule (6), **caractérisé en ce que** la cathode (3) est munie d'un revêtement non adhérent pour le métal déposé électrolytiquement et **en ce que** le dispositif comporte en outre un élément consommable (5) électriquement conducteur destiné à faciliter l'extraction d'une plaque dudit métal (4) déposée électrolytiquement sur la cathode (3), ledit consommable (5) étant disposé dans la cellule (1) dans le prolongement de la cathode (1) ou en recouvrement partiel avec celle-ci, avec contact mécanique et donc électrique à une extrémité avec la cathode (1) et dépassant de la zone électrolytique de la cellule (1), de sorte à permettre, en fonctionnement, un dépôt simultané dudit métal sur la cathode (3) et sur une partie du consommable (5') et à permettre l'extraction ultérieure hors de la cellule (1) de l'ensemble constitué par le consommable (5) et le métal déposé (4), par un moyen mécanique (7).
2. Le dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le consommable (5) a une longueur inférieure à 50%, préférentiellement inférieure à 10%, de la longueur de la cathode (3).
3. Le dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cathode (3) est à base de carbone, de graphite à faible rugosité, de graphite imprégné ou revêtu de bouche-pores ou de métaux purs et/ou certains de leurs alliages, éventuellement revêtus.
4. Le dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le consommable (5) est une tôle métallique.
5. Le dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** une partie du consommable (5") en prolongement de la cathode et dépassant de la zone

électrolytique est accueillie dans le système amovible de fermeture (6), qui est fermé en opération pour maintenir l'électrolyte (8) dans la cellule.

6. Le dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens de préhension (10) collaborant avec le consommable (5) ou des éléments de celui-ci pour permettre l'extraction de l'ensemble consommable/métal déposé. 5
10
7. Le dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce les moyens de préhension (10) sont des moyens de serrage tels que des pinces ou vérins, des goujons ou crochets de traction collaborant avec des trous pratiqués dans le consommable (5), ou encore des éléments géométriques rapportés collaborant entre eux pour assurer une traction. 15
8. Le dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens de blocage pour maintenir le consommable (5) et la plaque déposée (4) en position le temps d'ouvrir la cellule et d'extraire ensuite l'ensemble plaque (4) et consommable (5) par les moyens de préhension (10), les moyens de blocage pouvant coïncider avec les moyens de préhension (10). 20
25
9. Le dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la cellule électrolytique (1) est inclinée d'un angle de 20° à 60° par rapport à l'horizontale, **en ce que** les électrodes sont planes avec une distance inter-électrodes comprise entre 1 mm et 50 mm, et préférentiellement entre 6 et 20 mm, **en ce que** la cathode (3) est maintenue à demeure dans le dispositif et **en ce que** le moyen mécanique d'extraction (7) est configuré pour effectuer l'extraction de l'ensemble consommable/métal selon un mouvement de translation parallèle aux électrodes. 30
35
10. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle, après extraction, le consommable (5) est soit séparé dudit métal pur ou alliage du métal déposé (4) afin d'éviter toute pollution, soit fondu ultérieurement avec le métal déposé. 40
45
11. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, pour le dépôt électrolytique de fer en milieu basique, où le consommable (5) est une tôle en acier bas carbone. 50
12. Utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 pour l'électroraffinage du zinc, nickel ou cuivre, en milieu acide, le consommable (5) étant respectivement une plaque en zinc, nickel ou cuivre. 55

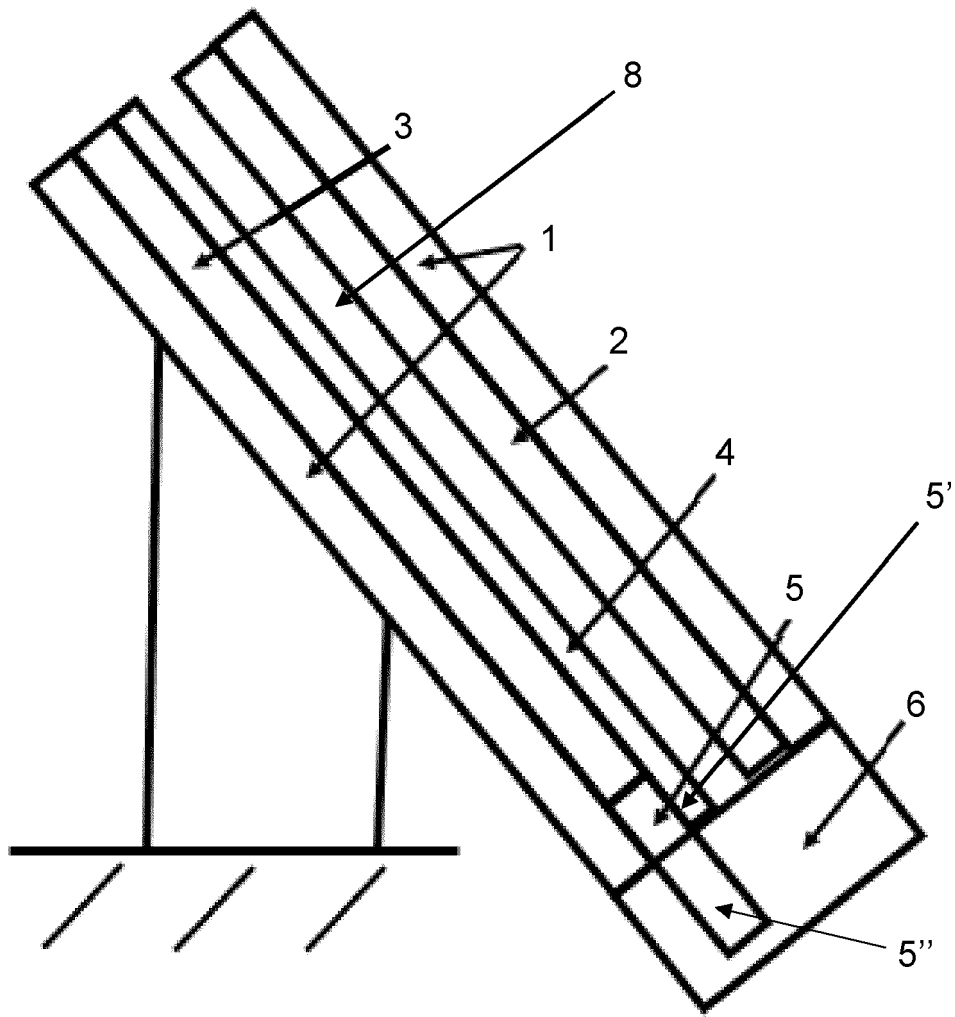


FIG. 1

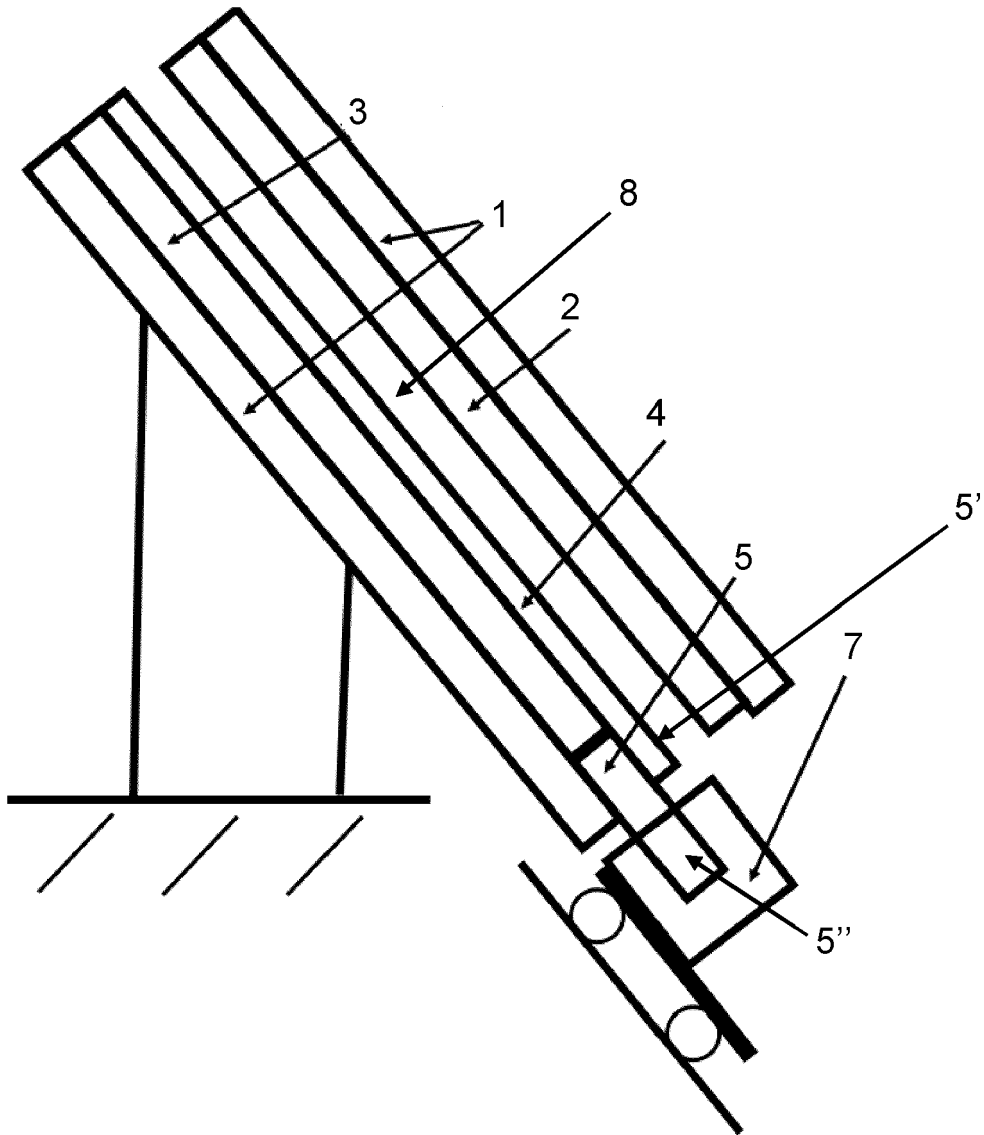


FIG. 2

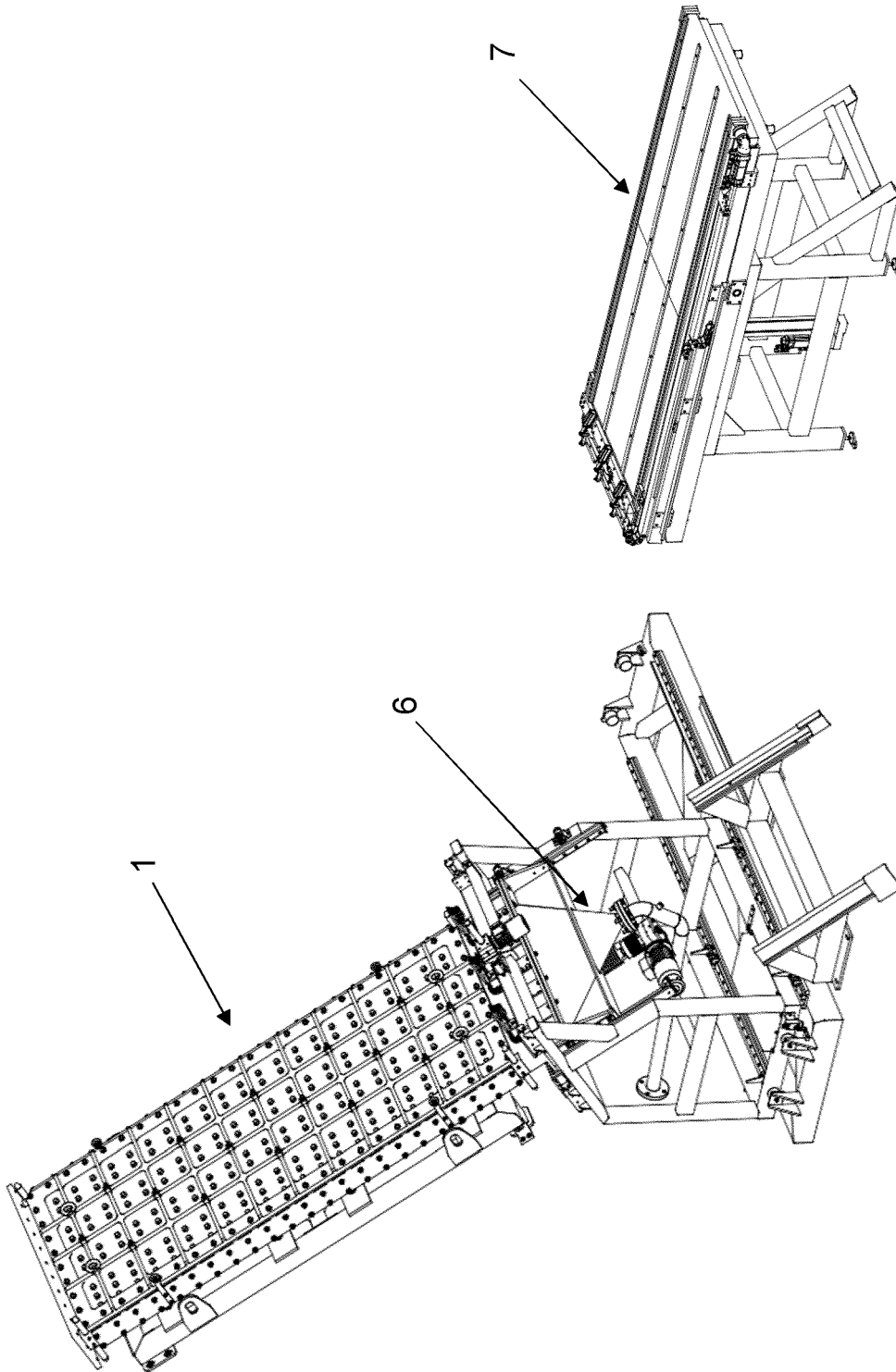


FIG. 3

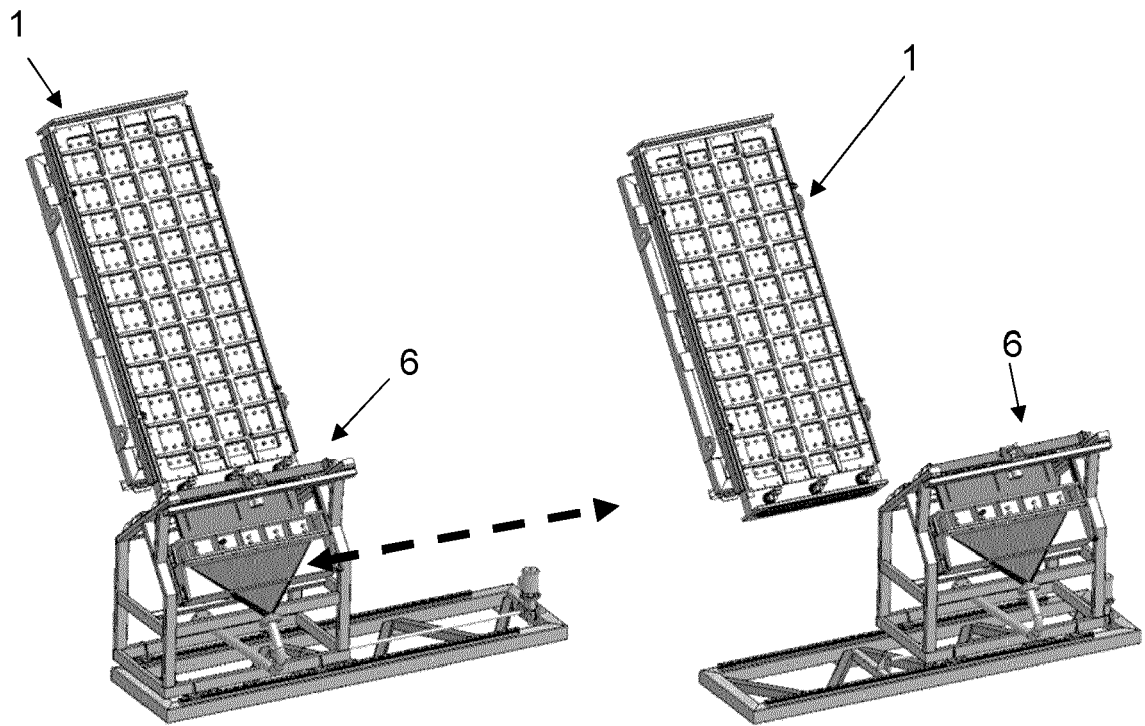


FIG. 4

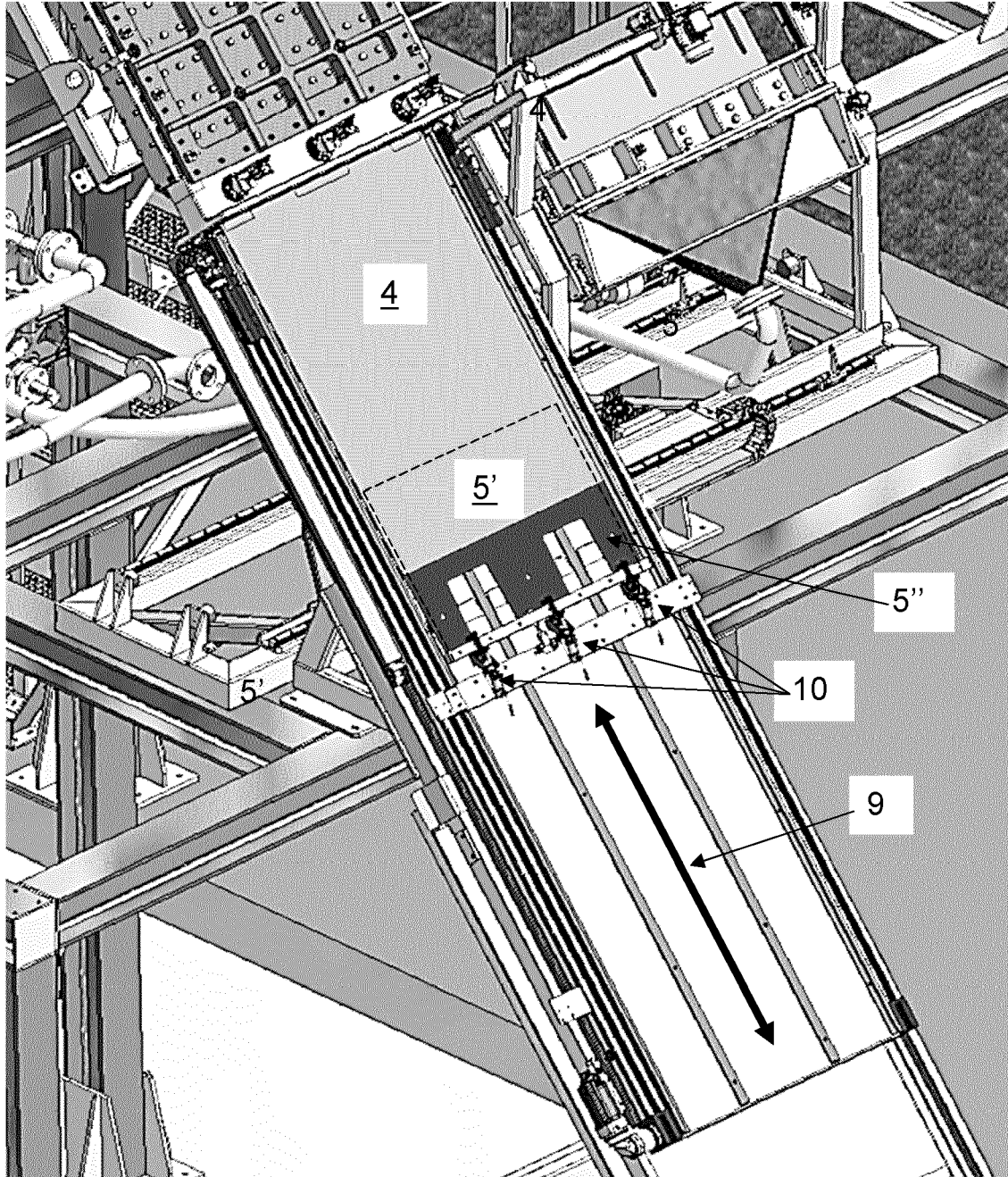


FIG. 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 22 19 0058

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y A	US 6 632 333 B1 (ERIKSSON OLA [SE] ET AL) 14 octobre 2003 (2003-10-14) * colonne 5, lignes 31-42, 50-55; figures 4, 5, 7 * * revendication 1 *	1-4, 10-12 5-9	INV. C25C7/08
Y	US 3 523 873 A (ELKIN EUGENE MITCHELL) 11 août 1970 (1970-08-11) * revendications 1, 2, 3 *	1-4, 10-12	
Y	FR 2 556 359 A1 (SAYER BRUNO [FR]) 14 juin 1985 (1985-06-14) * revendications 1, 2, 3, 7, 10 *	1-4, 10-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			C25C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 15 mars 2023	Examineur Desbois, Valérie
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

2
EPO FORM 1503 03:82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 22 19 0058

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-03-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6632333	B1	14-10-2003	AT 292202 T 15-04-2005
			AU 768007 B2 27-11-2003
			BG 64323 B1 30-09-2004
			BR 9915749 A 28-08-2001
			CA 2351378 A1 08-06-2000
			CN 1329680 A 02-01-2002
			DE 69924520 T2 01-09-2005
			EA 200100595 A1 24-12-2001
			EP 1137824 A1 04-10-2001
			ES 2241341 T3 16-10-2005
			FI 982569 A 28-05-2000
			JP 4712973 B2 29-06-2011
			JP 2002531697 A 24-09-2002
			KR 20010105291 A 28-11-2001
			PE 20001256 A1 04-12-2000
			PL 348727 A1 03-06-2002
			US 6632333 B1 14-10-2003
			WO 0032846 A1 08-06-2000
ZA 200103840 B 16-01-2002			
US 3523873	A	11-08-1970	BE 691208 A 14-06-1967
			DE 1533443 A1 26-02-1970
			SE 319946 B 26-01-1970
			US 3523873 A 11-08-1970
FR 2556359	A1	14-06-1985	AUCUN

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 8764962 B2 [0011]