

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 61510 A1** (51) Cl. internationale : **H01M 10/54**
- (43) Date de publication : **28.06.2024**

-
- (21) N° Dépôt : **61510**
- (22) Date de Dépôt : **30.12.2021**
- (30) Données de Priorité : **19.03.2021 CN 202110295469.2**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/CN2021/142799 30.12.2021**
- (71) Demandeur(s) :
- **GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD., No.6, Zhixin Avenue, Leping Town, Sanshui District, Foshan City, Guangdong 528137 (CN)**
 - **HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD., No. 508, East Jinning Road, Hi-Tech Zone Ningxiang Changsha, Hunan 410600 (CN)**
 - **HUNAN BRUNP VEHICLES RECYCLING CO., LTD., No. 018, Jinsha East Road, Jinzhou New District, Changsha City, Hunan 410600 (CN)**
- (72) Inventeur(s) : **YU, Haijun ; XIE, Yinghao ; LI, Changdong ; LIU, Shumin**
- (74) Mandataire : **H&H IP LAW**

-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION SÛRE DE PLAQUES D'ÉLECTRODE USÉES DE BATTERIES AU LITHIUM-ION ET SON APPLICATION**

- (57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de récupération sûre de plaques d'électrode usées de batteries au lithium-ion et son application, se rapportant au domaine technique de la récupération de batterie. Le procédé comprend les étapes suivantes : broyer des plaques d'électrode positive de déchets et tamiser pour obtenir une poudre d'électrode positive A et du laitier d'aluminium broyé ; mélanger le laitier d'aluminium broyé avec une solution acide, effectuer un traitement par ultrasons tout en agitant, puis effectuer un tamisage humide pour obtenir du laitier d'aluminium et de la poudre de batterie ; laver le laitier d'aluminium obtenu avec de l'eau, puis rincer avec un supprimeur d'explosion, centrifuger pour obtenir un laitier d'aluminium de suppression d'explosion, puis emballer et comprimer pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium ; relier respectivement deux extrémités du bloc de laitier

d'aluminium à une plaque d'électrode positive et une plaque d'électrode négative d'une électrode à courant continu, appliquer un courant pour faire fondre le laitier d'aluminium et, après refroidir, obtenir un bloc de laitier d'aluminium sûr. Le lavage avec une solution d'hydroxyde de calcium saturé fait réagir l'acide résiduel avec la solution d'hydroxyde de calcium saturée pour neutraliser l'acide pendant le processus de production de laitier d'aluminium, empêcher le laitier d'aluminium de réagir avec l'acide résiduel pour éviter la libération d'hydrogène et la génération de chaleur, garantissant la sécurité du processus de stockage.

ABRÉGÉ

L'invention appartient au domaine technique du recyclage des batteries et divulgue un procédé et une application pour une récupération sûre de déchets de pièce d'anode des batteries au lithium-ion. Le procédé comprend les étapes suivantes : broyage et tamisage de déchets de pièce d'anode pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ; le mélange du laitier d'aluminium broyé avec une solution acide, l'agitation sous ultrasons, puis la réalisation d'un tamisage humide pour obtenir un laitier d'aluminium et une poudre de batterie ; le lavage et le rinçage avec un agent antidéflagrant du laitier d'aluminium obtenu, la centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant, puis le conditionnement et la compression pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium ; la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à une plaque positive et à une plaque négative d'une électrode CC, respectivement, l'application d'un courant pour faire fondre le bloc de laitier d'aluminium, et le refroidissement du bloc pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium sûr. Dans la présente invention, l'acide résiduel introduit durant le processus de production du laitier d'aluminium réagit avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée et est neutralisé par le lavage avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée, de manière à éviter une réaction entre le laitier d'aluminium et l'acide résiduel, à éviter la libération d'hydrogène et la génération de chaleur, et à garantir la sécurité du stockage.

PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION SÛRE DE PLAQUES D'ÉLECTRODE USÉES DE BATTERIES AU LITHIUM-ION ET SON APPLICATION.

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention appartient au domaine technique du recyclage des batteries, et concerne plus particulièrement un procédé et une application pour le recyclage sûr de déchets de pièces polaires de batteries au lithium-ion.

CONTEXTE

[0002] Durant le processus de production des batteries lithium-ion, une certaine quantité de déchets de pièces polaires est générée lors de la procédure de production des pièces polaires. La production à grande échelle de batteries lithium-ion entraîne la production d'un grand nombre de déchets de pièces polaires. Les déchets de pièces polaires contiennent beaucoup d'éléments métalliques tels que le nickel, le cobalt, le manganèse, le lithium, etc. Et ils pollueront l'environnement s'ils ne sont pas recyclés.

[0003] Le processus traditionnel de récupération des déchets de pièces polaires consiste à broyer la pièce polaire, qui est ensuite séparée et triée en laitier d'aluminium et en poudre de batterie. Le laitier d'aluminium est lavé à l'acide et séparé à nouveau pour obtenir de l'aluminium métallique. Étant donné que le laitier d'aluminium contient de l'acide et de l'humidité résiduels après le lavage, le laitier d'aluminium séparé réagit avec l'acide et l'eau résiduels, libérant de l'hydrogène et générant de la chaleur. Dès lors, le laitier d'aluminium présente un risque de brûlure et d'explosion lorsqu'il est stocké. Dans le même temps, la poudre de batterie obtenue par séparation et triage contient de l'aluminium métallique résiduel. Dans un processus de lixiviation acide suivant, l'aluminium métallique résiduel réagit avec l'acide pour libérer de l'hydrogène, exposant le processus de lixiviation acide à un risque de brûlure et d'explosion. Le processus de production traditionnel a des limitations évidentes.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

[0004] La présente invention vise à résoudre au moins un des problèmes techniques existant dans l'état de la technique susmentionné. C'est pourquoi la présente invention propose un procédé et une application pour une récupération sûre des déchets de pièces polaires des batteries lithium-ion. Le procédé comprend des étapes de lavage d'un laitier d'aluminium avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée qui neutralise alors l'acide résiduel généré durant le processus de production du laitier d'aluminium, de manière à empêcher la libération d'hydrogène et la production de chaleur causées par une réaction entre le laitier d'aluminium et l'acide résiduel, garantissant ainsi la sécurité du stockage.

[0005] Afin d'atteindre les objectifs susmentionnés, la présente invention comprend les solutions techniques suivantes :

[0006] un procédé de récupération sûre de déchets de pièce d'anode de batteries lithium-ion

comprend les étapes suivantes :

[0007] (1) le broyage et le criblage de déchets de pièce d'anode pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ;

[0008] (2) le mélange du laitier d'aluminium broyé et d'une solution acide, l'agitation sous ultrasons, et ensuite la réalisation du tamisage humide pour obtenir un laitier d'aluminium et une poudre de batterie ;

[0009] (3) le lavage du laitier d'aluminium obtenu à l'étape (2) d'abord avec de l'eau, puis avec un agent antidéflagrant, la centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant, et ensuite, le conditionnement et la compression du laitier d'aluminium antidéflagrant pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium ;

[0010] (4) la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à une plaque positive et à une plaque négative d'une électrode CC séparément, l'application d'un courant pour faire fondre le laitier d'aluminium et le refroidissement pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium sûr ; à l'étape (3), l'agent antidéflagrant est une solution d'hydroxyde de calcium saturée.

[0011] De préférence, l'étape (2) comprend en outre les étapes suivantes : le filtrage de la poudre de batterie et le lavage d'un résidu de filtrage résultant pour obtenir une poudre d'anode B ; le mélange de la poudre d'anode A et de la poudre d'anode B, et ensuite le trempage et l'agitation d'un mélange résultant dans une solution de dissolution de l'aluminium, le filtrage et le lavage d'un résidu résultant pour obtenir une poudre d'anode.

[0012] Plus préférablement, la solution de dissolution de l'aluminium est au moins une solution sélectionnée parmi le groupe constitué de la solution d'hydroxyde de sodium, la solution d'hydroxyde de potassium et la solution d'hydroxyde de calcium.

[0013] Dans un procédé traditionnel sans étape d'élimination de l'aluminium résiduel d'une poudre de batterie, l'aluminium résiduel et la poudre de batterie entrent directement dans un processus de lixiviation à l'acide. Dans une production réelle, pour que la poudre de batterie ait un meilleur effet dissolvant, le processus de lixiviation à l'acide est réalisé avec un acide fort à haute concentration sous condition de chauffage. Durant la lixiviation, l'aluminium résiduel réagit rapidement avec la solution de lixiviation (acide fort à haute concentration), ce qui entraîne l'accumulation rapide d'une grande quantité d'hydrogène dans le réservoir de lixiviation et atteint une concentration explosive, ce qui présente un risque d'explosion pour le réservoir de lixiviation.

[0014] La solution de dissolution de l'aluminium sert à dissoudre l'aluminium résiduel dans la poudre de batterie afin d'éviter qu'il ne libère de l'hydrogène durant le processus de lixiviation, de manière à éviter les brûlures ou les explosions. Bien que l'opération de dissolution de l'aluminium par l'alcali de la présente invention libère de l'hydrogène à l'instar du processus de lixiviation traditionnel, dans l'étape de dissolution de l'aluminium par l'alcali de la présente invention, la dissolution de

l'aluminium peut être contrôlée pour procéder lentement en réduisant la concentration de la solution de dissolution de l'aluminium, en abaissant la température ou en ajustant d'autres conditions, en ralentissant ainsi la libération d'hydrogène et en offrant à l'hydrogène suffisamment de temps et d'espace pour s'échapper de sorte que la teneur en hydrogène n'atteigne pas une concentration explosive. Le processus sera intrinsèquement sûr.

[0015] Plus préférablement, la concentration en volume de la solution de dissolution de l'aluminium est de 0,003-2 mol/L.

[0016] Plus préférablement, la solution de dissolution de l'aluminium a une température de 15 à 45 °C.

[0017] De préférence, à l'étape (1), le tamisage est effectué à l'aide d'un tamis d'une ouverture de 0,1 à 0,5 mm.

[0018] De préférence, à l'étape (2), l'acide est l'un parmi l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique ou l'acide nitrique.

[0019] L'objectif de l'opération de lavage du laitier d'aluminium broyé avec la solution acide est de corroder légèrement la surface de l'aluminium métallique avec de l'acide. La poudre de batterie est fixée à la surface de feuilles d'aluminium dans une pièce anodique, et après avoir l'extraction de la poudre de batterie, les feuilles d'aluminium sont récupérées sous forme de laitier d'aluminium. Une légère corrosion de la surface de l'aluminium peut garantir la chute et la séparation de la poudre de batterie fixée. Le processus de réaction est le suivant : $2Al+6H^+=2Al^{3+}+3H_2\uparrow$.

[0020] De préférence, à l'étape (2), le rapport solide/liquide entre le laitier d'aluminium broyé et la solution acide est de 1 : (0,3-5) kg/L.

[0021] De préférence, à l'étape (2), la concentration de la solution acide est de 0,1 à 2 mol/L.

[0022] De préférence, à l'étape (2), la vitesse d'agitation est de 60 à 1000 tours/minute.

[0023] De préférence, à l'étape (2), le temps de mélange est de 0,5 à 60 minutes.

[0024] De préférence, à l'étape (2), le temps de réaction est de 10 à 30 minutes.

[0025] L'objectif de l'ajout de la solution d'hydroxyde de calcium saturée est : après que le laitier d'aluminium a été lavé avec de l'acide (ou même lavé avec de l'eau après l'acide), il y aura de l'acide résiduel à la surface du laitier d'aluminium (le lavage supplémentaire avec de l'eau après l'acide ne peut que réduire la concentration d'acide résiduel plutôt que de l'éliminer complètement), l'acide résiduel continuera à réagir avec le laitier d'aluminium, et la formule de la réaction est : $2Al+6H^+=2Al^{3+}+3H_2\uparrow$. Le processus de réaction libère de l'hydrogène et génère de la chaleur en même temps. Le laitier d'aluminium obtenu est conditionné et stocké dans de grands sacs et, durant le processus de conditionnement et de stockage, de l'hydrogène est libéré et de la chaleur est accumulée, ce qui peut provoquer l'inflammation, voire même l'explosion, de l'hydrogène.

[0026] Par le lavage avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée (ou le rinçage avec une

solution d'hydroxyde de calcium saturée), l'acide résiduel sur le laitier d'aluminium réagit avec la solution d'hydroxyde de calcium saturée, et la formule de réaction est $\text{OH}^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O}$. L'acide résiduel sur le laitier d'aluminium formé durant le processus de production est neutralisé pour éviter une réaction entre le laitier d'aluminium et l'acide résiduel, par conséquent, la libération d'hydrogène et la génération de chaleur sont interdits pour éviter la combustion et l'explosion, et garantir la sécurité du processus de stockage.

[0027] Après le rinçage avec la solution d'hydroxyde de calcium saturée, il y aura de l'alcali résiduel sur la surface du laitier d'aluminium. Du fait que la solution saturée d'hydroxyde de calcium peut réagir avec le dioxyde de carbone présent dans l'air, l'alcali résiduel sera consommé tout en formant du carbonate de calcium en même temps. Le carbonate de calcium généré recouvrira la surface du laitier d'aluminium et empêchera une réaction supplémentaire entre le laitier d'aluminium et l'eau.
 $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2$.

[0028] De préférence, à l'étape (3), le lavage à l'eau est effectué pendant de 0,5 à 5 minutes, et le lavage avec l'agent antidéflagrant est effectué pendant de 0,5 à 5 minutes.

[0029] De préférence, à l'étape (3), la pression du conditionnement et de la compression est de 5 à 30 MPa.

[0030] De préférence, à l'étape (4), la plaque d'électrode positive ou la plaque d'électrode négative est une plaque métallique creuse à circulation refroidie par liquide ; le métal est l'un parmi le cuivre, l'argent, l'or, de l'or cuivré ou de l'argent cuivré.

[0031] De préférence, à l'étape (4), le courant est de 80 à 500 A, et la durée du test est de 0,5 à 5 secondes.

[0032] La composition du bloc de laitier d'aluminium est de l'aluminium métallique, et la forme est un bloc métallique formé par le tamisage de laitier d'aluminium (feuilles d'aluminium dont la taille des particules est supérieure à 0,1 à 0,5 mm), puis fondu par un courant fort à une température élevée.

[0033] Par rapport à l'état de la technique, les effets bénéfiques de la présente invention sont les suivants :

[0034] 1. Dans la présente invention, l'acide résiduel réagit avec la solution d'hydroxyde de calcium saturée durant le lavage avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée, et l'acide résiduel formé dans le processus de production du laitier d'aluminium est neutralisé de manière à éviter la réaction entre le laitier d'aluminium et l'acide résiduel, ce qui empêche la libération d'hydrogène et la génération de chaleur, et garantit la sécurité du stockage.

[0035] 2. Tirer parti de la faible solubilité de l'hydroxyde de calcium pour contrôler l'alcalinité du liquide de lavage et éviter un excès important d'alcali résiduel. Après le lavage alcalin, la petite quantité de lessive restante peut réagir avec le dioxyde de carbone présent dans l'air pour former du carbonate de calcium. Le carbonate de calcium est insoluble dans l'eau et s'enroule sur la surface des

particules de laitier d'aluminium, empêchant l'acide/base résiduel et le laitier d'aluminium de réagir continuellement pour libérer de l'hydrogène et de la chaleur. Le carbonate de calcium résultant a une petite taille de particule, ce qui peut réduire efficacement la probabilité d'inflammation de la poudre d'aluminium, a un fort effet anti-explosion et peut inhiber efficacement l'explosion du laitier d'aluminium. Éliminer les risques d'incendie ou d'explosion dus à l'empilage des laitiers d'aluminium, de sorte que le laitier d'aluminium produit a des propriétés intrinsèquement sûres.

[0036] 3. Étant donné que la poudre de batterie entrera dans le processus de lixiviation après la récupération, le processus de lixiviation est effectué avec des acides forts, tels que l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique. Si la poudre de la batterie contient de l'aluminium métallique, le processus de lixiviation peut amener l'aluminium métallique à réagir avec un acide fort et à produire de l'hydrogène, ce qui peut entraîner des risques d'incendie et d'explosion. La poudre de batterie récupérée par la présente invention est ajoutée à la solution d'aluminium pour dissoudre et séparer sélectivement la petite quantité d'aluminium métallique qui peut être introduite dans la poudre de batterie en raison du broyage et de la séparation, tout en évitant la dissolution d'autres éléments métalliques précieux tels que le nickel, le cobalt, le manganèse et le lithium. Sur le principe d'élimination des risques potentiels liés à la poudre de batterie, cela peut également garantir un taux de récupération élevé des métaux précieux tels que le nickel, le cobalt, le manganèse et le lithium.

[0037] 4. La présente invention conditionne et comprime le laitier d'aluminium en blocs, comprime fortement l'espace entre le laitier d'aluminium, réduit la surface spécifique du laitier d'aluminium, réduit le taux de réaction du laitier d'aluminium avec l'alcali résiduel ou avec l'eau, et réduit efficacement la libération d'hydrogène. Permet au laitier d'aluminium d'atteindre une sécurité intrinsèque.

[0038] 5. L'invention adopte l'opération de compression du laitier d'aluminium en un bloc, suivie de l'application d'un courant fort pour faire fondre le laitier d'aluminium en un tout. L'intérieur du bloc de laitier d'aluminium est composé d'un grand nombre de morceaux de laitier d'aluminium. Lorsque les morceaux d'aluminium sont pressés dans un bloc de laitier d'aluminium, il y a une grande résistance de contact entre les morceaux de laitier d'aluminium en contact les uns avec les autres. Sous l'effet du courant, une grande quantité de chaleur est libérée entre les morceaux de laitier d'aluminium qui sont chauffés jusqu'à fondre. Certains laitiers d'aluminium de petite taille de particule sont chauffés rapidement. Les morceaux de laitier d'aluminium à l'intérieur du bloc de laitier d'aluminium forment un état d'adhérence mutuelle, de sorte que le laitier d'aluminium de petite taille de particule et le morceau de laitier d'aluminium sont fondus pour se combiner l'un avec l'autre, les morceaux de laitier d'aluminium sont également fondus et combinés. La taille des particules du laitier d'aluminium est augmentée et l'énergie d'activation de la combustion du laitier d'aluminium est accrue afin d'empêcher la combustion spontanée du stockage du laitier d'aluminium.

[0039] 6. La présente invention utilise des plaques métalliques creuses refroidies par liquide comme plaques positives et négatives. Lorsque le courant passe à travers les plaques, la température des plaques peut être maintenue efficacement alors que le laitier d'aluminium est refroidi, ce qui peut : 1. éviter une adhérence entre les plaques et le bloc de laitier d'aluminium lorsque les plaques sont chauffées ; 2. éviter une réaction entre les blocs de laitier d'aluminium et l'oxygène de l'air causée par une température de surface extérieure excessivement élevée des blocs de laitier d'aluminium afin d'éviter que les blocs d'aluminium ne brûlent.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES EXEMPLES ILLUSTRÉS

[0040] Ci-après, le concept de la présente invention et les effets techniques qu'elle produit seront décrits clairement et complètement en référence aux modes de réalisation, de manière à comprendre pleinement le but, les caractéristiques et les effets de la présente invention. Manifestement, les modes de réalisations décrits ne représentent qu'une partie des modes de réalisation de la présente invention, plutôt que la totalité. Sur la base des modes de réalisation de la présente invention, d'autres modes de réalisation obtenus par l'homme du métier sans travail créatif entrent dans la portée de protection de la présente invention.

[0041] Exemple 1

[0042] Le procédé de récupération de déchets de pièce d'anode de batterie lithium-ion comprend les étapes spécifiques suivantes :

[0043] (1) le broyage et le tamisage de déchets de pièce d'anode pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ;

[0044] (2) le mélange du laitier d'aluminium broyé avec de l'acide sulfurique à 0,1 mol/L à un rapport solide/liquide de 1:5 kg/L, l'agitation sous ultrasons à une vitesse de 500 tours/minute pendant 60 minutes, pour obtenir un laitier d'aluminium broyé après lavage à l'acide ;

[0045] (3) la réalisation d'un tamisage humide pour cribler le laitier d'aluminium broyé après le lavage à l'acide, et le surplus de la solution acide est principalement un laitier d'aluminium, et le tamisat est principalement de la poudre de batterie ; le filtrage du tamisat et le lavage à l'eau pour obtenir une poudre d'anode B ;

[0046] (4) le mélange de la poudre d'anode A et de la poudre d'anode B, l'ajout d'une solution d'hydroxyde de calcium à 0,003 mol/L selon un rapport solide-liquide de 1:0,5 kg/L, le trempage pendant 120 minutes, le filtrage, le lavage à l'eau d'un résidu de filtrage résultant pour obtenir une poudre d'anode de type sûr ;

[0047] (5) le lavage du laitier d'aluminium obtenu à l'étape (3) avec de l'eau pendant 0,5 min, puis avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée pendant 0,5 min, et le séchage du produit résultant

par centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant ;

[0048] (6) le placement du laitier d'aluminium antidéflagrant dans une presse à métal, le conditionnement et la compression sous une pression de 5 MPa pour obtenir le bloc de laitier d'aluminium ;

[0049] (7) la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à deux plaques d'électrodes CC (plaques de cuivre creuses refroidies par liquide) respectivement, en tant que plaque positive et plaque négative ; l'application d'un courant de 80 A entre les plaques positive et négative pendant 5 s, et le refroidissement pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium de type sûr.

[0050] Exemple 2

[0051] Le procédé de récupération sûr de déchets de pièce d'anode de batterie lithium-ion dans ce mode de réalisation comprend les étapes spécifiques suivantes :

[0052] (1) le broyage et le tamisage de déchets de pièce d'anode avec un tamis ayant une taille d'ouverture de 0,3 mm pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ;

[0053] (2) le mélange du laitier d'aluminium broyé avec de l'acide sulfurique à 1 mol/L à un rapport solide/liquide de 1:1 kg/L, l'agitation sous ultrasons à une vitesse d'agitation de 500 tours/minute pendant 5 minutes, pour obtenir un laitier d'aluminium broyé après lavage à l'acide ;

[0054] (3) la réalisation d'un tamisage humide pour cribler le laitier d'aluminium broyé après le lavage à l'acide, et le surplus de la solution acide est principalement un laitier d'aluminium, et le tamisat est principalement de la poudre de batterie ; le filtrage du tamisat et le lavage à l'eau pour obtenir une poudre d'anode B ;

[0055] (4) le mélange de la poudre d'anode A et de la poudre d'anode B, l'ajout d'une solution d'hydroxyde de calcium à 0,5 mol/L selon un rapport solide-liquide de 1:0,5 kg/L, le trempage pendant 30 minutes, le filtrage, le lavage à l'eau d'un résidu de filtrage résultant pour obtenir une poudre d'anode de type sûr ;

[0056] (5) le lavage du laitier d'aluminium obtenu à l'étape (3) avec de l'eau pendant 1 min, puis avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée pendant 1 min, et le séchage du produit résultant par centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant ;

[0057] (6) le placement du laitier d'aluminium antidéflagrant dans une presse à métal, le conditionnement et la compression sous une pression de 10 MPa pour obtenir le bloc de laitier d'aluminium ;

[0058] (7) la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à deux plaques d'électrodes CC (plaques de cuivre creuses refroidies par liquide) respectivement, en tant que plaque positive et plaque négative ; l'application d'un courant de 200 A entre les plaques positive et négative pendant 2 s, et le refroidissement pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium de type sûr.

[0059] Exemple 3

[0060] Le procédé de récupération sûr de déchets de pièce d'anode de batterie lithium-ion dans ce mode de réalisation comprend les étapes spécifiques suivantes :

[0061] (1) le broyage et le tamisage de déchets de pièce d'anode pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ;

[0062] (2) le mélange du laitier d'aluminium broyé avec de l'acide sulfurique à 2 mol/L à un rapport solide/liquide de 1:0,3 kg/L, l'agitation sous ultrasons à une vitesse d'agitation de 500 tours/minute pendant 60 minutes, pour obtenir un laitier d'aluminium broyé après lavage à l'acide ;

[0063] (3) la réalisation d'un tamisage humide pour cribler le laitier d'aluminium broyé après le lavage à l'acide, et le surplus de la solution acide est principalement un laitier d'aluminium, et le tamisat est principalement de la poudre de batterie ; le filtrage du tamisat et le lavage à l'eau pour obtenir une poudre d'anode B ;

[0064] (4) le mélange de la poudre d'anode A et de la poudre d'anode B, l'ajout d'une solution d'hydroxyde de calcium à 2 mol/L selon un rapport solide-liquide de 1:2 kg/L, le trempage pendant 1 minute, le filtrage, le lavage à l'eau d'un résidu de filtrage résultant pour obtenir une poudre d'anode de type sûr ;

[0065] (5) le lavage du laitier d'aluminium obtenu à l'étape (3) avec de l'eau pendant 5 min, puis avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée pendant 5 min, et le séchage du produit résultant par centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant ;

[0066] (6) le placement du laitier d'aluminium antidéflagrant dans une presse à métal, le conditionnement et la compression sous une pression de 30 MPa pour obtenir le bloc de laitier d'aluminium ;

[0067] (7) la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à deux plaques d'électrodes CC (plaques de cuivre creuses refroidies par liquide) respectivement, en tant que plaque positive et plaque négative ; l'application d'un courant de 500 A entre les plaques positive et négative pendant 0,5 s, et le refroidissement pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium de type sûr.

[0068] Exemple comparatif 1

[0069] Le procédé de récupération sûre de déchets de pièce d'anode de batterie lithium-ion de cet exemple comparatif comprend les étapes spécifiques suivantes :

[0070] (1) après le broyage de la pièce d'anode de la batterie lithium-ion usagée le tamisage avec un tamis d'une ouverture de 0,5 mm, on obtient une poudre d'anode ;

[0071] (2) le mélange du surplus avec de l'acide sulfurique à 1 mol/L pendant 1 minute selon un rapport solide/liquide de 1:1 kg/L, le filtrage, le lavage à l'eau et le séchage pour obtenir un laitier d'aluminium de cet exemple comparatif.

[0072] Exemple comparatif 2

[0073] Le procédé de récupération sûr de déchets de pièce d'anode de batterie lithium-ion dans ce

mode de réalisation comprend les étapes spécifiques suivantes :

[0074] (1) le broyage et le tamisage de déchets de pièce d'anode pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ;

[0075] (2) le mélange du laitier d'aluminium broyé avec de l'acide sulfurique à 0,1 mol/L à un rapport solide/liquide de 1:5 kg/L, l'agitation sous ultrasons à une vitesse de 500 tours/minute pendant 60 minutes, pour obtenir un laitier d'aluminium broyé après lavage à l'acide ;

[0076] (3) la réalisation d'un tamisage humide pour cribler le laitier d'aluminium broyé après le lavage à l'acide, et le surplus de la solution acide est principalement un laitier d'aluminium, et le tamisat est principalement de la poudre de batterie ; le filtrage du tamisat et le lavage à l'eau pour obtenir une poudre d'anode B ;

[0077] (4) le mélange de la poudre d'anode A et de la poudre d'anode B, l'ajout d'une solution d'hydroxyde de calcium à 0,003 mol/L selon un rapport solide-liquide de 1:0,5 kg/L, le trempage pendant 120 minutes, le filtrage, le lavage à l'eau d'un résidu de filtrage résultant pour obtenir une poudre d'anode de type sûr ;

[0078] (5) le lavage du laitier d'aluminium obtenu à l'étape (3) avec de l'eau pendant 0,5 min, puis avec une solution d'hydroxyde de sodium saturée pendant 0,5 min, et le séchage du produit résultant par centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant ;

[0079] (6) le placement du laitier d'aluminium antidéflagrant dans une presse à métal, le conditionnement et la compression sous une pression de 5 MPa pour obtenir le bloc de laitier d'aluminium ;

[0080] (7) la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à deux plaques d'électrodes CC (plaques de cuivre creuses refroidies par liquide) respectivement, en tant que plaque positive et plaque négative ; l'application d'un courant de 80 A entre les plaques positive et négative pendant 5 s, et le refroidissement pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium de type sûr.

[0081] Exemple comparatif 3

[0082] Le procédé de récupération sûr de déchets de pièce d'anode de batterie lithium-ion dans ce mode de réalisation comprend les étapes spécifiques suivantes :

[0083] (1) le broyage et le tamisage de déchets de pièce d'anode pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ;

[0084] (2) le mélange du laitier d'aluminium broyé avec de l'acide sulfurique à 0,1 mol/L à un rapport solide/liquide de 1:5 kg/L, l'agitation sous ultrasons à une vitesse de 500 tours/minute pendant 60 minutes, pour obtenir un laitier d'aluminium broyé après lavage à l'acide ;

[0085] (3) la réalisation d'un tamisage humide pour cribler le laitier d'aluminium broyé après le lavage à l'acide, et le surplus de la solution acide est principalement un laitier d'aluminium, et le tamisat est principalement de la poudre de batterie ; le filtrage du tamisat et le lavage à l'eau pour

obtenir une poudre d'anode B ;

[0086] (4) le mélange de la poudre d'anode A et de la poudre d'anode B, l'ajout d'une solution d'hydroxyde de calcium à 0,003 mol/L selon un rapport solide-liquide de 1:0,5 kg/L, le trempage pendant 120 minutes, le filtrage, le lavage à l'eau d'un résidu de filtrage résultant pour obtenir une poudre d'anode de type sûr ;

[0087] (5) le lavage du laitier d'aluminium obtenu à l'étape (3) avec de l'eau pendant 0,5 min, puis avec une solution d'hydroxyde de calcium saturée pendant 0,5 min, et le séchage du produit résultant par centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant ;

[0088] (6) le placement du laitier d'aluminium antidéflagrant dans une presse à métal, le conditionnement et la compression sous une pression de 5 MPa pour obtenir le bloc de laitier d'aluminium ;

[0089] (7) la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à deux plaques d'électrodes de cuivre massif respectivement, en tant que plaque positive et plaque négative ; l'application d'un courant de 80 A entre les plaques positive et négative pendant 5 s, et le refroidissement pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium de type sûr.

[0090] Résultats comparatifs :

[0091] (1) l'aluminium et la poudre de batterie récupérés dans les exemples susmentionnés et les exemples comparatifs ont été utilisés pour calculer le taux de récupération des métaux avant et après le traitement comparatif. Les résultats sont montrés dans le Tableau 1. La petite quantité d'aluminium métallique qui peut être apportée par le broyage et le tamisage est sélectivement dissoute et séparée, tout en évitant la dissolution d'autres éléments métalliques précieux tels que le nickel, le cobalt, le manganèse et le lithium. Cette invention peut également garantir un taux élevé de récupération de métaux précieux tels que le nickel, le cobalt, le manganèse, le lithium, etc., tout en éliminant les dangers cachés de la poudre de batterie.

[0092] (2) Le laitier d'aluminium récupéré dans les exemples ci-dessus et les exemples comparatifs ont été laissés au repos pendant 7 jours pour déterminer le taux de libération d'hydrogène par unité de temps ; la poudre de batterie récupérée dans les exemples ci-dessus et les exemples comparatifs a été ajoutée à de l'acide sulfurique pour déterminer le taux de libération d'hydrogène par unité de temps et par unité de poids du matériau. Les résultats sont montrés dans le tableau 2, indiquant que lorsque le laitier d'aluminium est conditionné et comprimé en blocs comme dans les exemples 1 à 3, les espaces entre les laitiers d'aluminium sont fortement comprimés et la surface spécifique des laitiers d'aluminium est réduite. Le taux de réaction du laitier d'aluminium avec l'alcali résiduel ou avec l'eau a été réduit de manière à réduire efficacement la libération d'hydrogène et à rendre le laitier d'aluminium intrinsèquement sûr. L'exemple comparatif 1 présente une libération d'hydrogène plus importante. Dans l'exemple comparatif 2, la solution d'hydroxyde de calcium saturée est remplacée

par une solution d'hydroxyde de sodium saturée comme agent antidéflagrant, mais le laitier d'aluminium libère toujours de l'hydrogène.

[0093] (3) À une température ambiante de 25 °C, le laitier d'aluminium récupéré à partir des exemples ci-dessus et des exemples comparatifs a été placé dans un sac de tonne et laissé au repos pendant 1 heure et 24 heures, respectivement, et la température à l'intérieur du laitier d'aluminium a été mesurée. Les résultats sont montrés dans le Tableau 3.

[0094] (4) Dans l'exemple 1 à 3, les deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium ont été connectées à deux plaques d'électrodes CC (plaques métalliques creuses refroidies par liquide) respectivement et un courant électrique a été appliqué. Après refroidissement, on obtient un bloc de laitier d'aluminium sûr. Dans l'exemple comparatif 3, les deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium ont été connectées respectivement à deux plaques d'électrodes en cuivre massif, et un courant a été appliqué. Après refroidissement, on obtient un bloc de laitier d'aluminium. Mesurer la température de surface du laitier d'aluminium et observer l'adhérence entre la plaque de l'électrode et le bloc de laitier d'aluminium. Les résultats sont montrés dans le Tableau 4.

Tableau 1 Taux de récupération des métaux

Métal	Taux de récupération de l'exemple 1	Taux de récupération de l'exemple 2	Taux de récupération de l'exemple 3	Exemple comparatif 1 taux de récupération
Al	98,8 %	98,2 %	99,1 %	83,6 %
Ni	99,2 %	98,5 %	98,1 %	80,3 %
Co	99,5 %	99,6 %	99,2 %	82,7 %
Mn	98,7 %	99,2 %	98,8 %	76,9 %
Li	97,9 %	98,3 %	98,6 %	72,6 %

Tableau 2 Taux de libération d'hydrogène durant le stockage du laitier d'aluminium et la lixiviation de la poudre de batterie

Matériau	Taux de libération d'hydrogène	Taux de libération d'hydrogène	Taux de libération d'hydrogène	Taux de libération d'hydrogène	Taux de libération d'hydrogène

	de l'exemple 1	de l'exemple 2	de l'exemple 3	de l'exemple comparatif 1	de l'exemple comparatif 1
Laitier d'aluminium	0	0	0	0,5 mg/(h•kg)	0,13 mg/(h•kg)
Poudre de batterie	0	0	0	3,3 g/(min•kg)	0

Tableau 3 Température durant le stockage du laitier d'aluminium

Matériau	Température de l'exemple 1		Température de l'exemple 2		Température de l'exemple 3		Température de l'exemple comparatif 1	
	1h	24h	1h	24h	1h	24h	1h	24h
Laitier d'aluminium	32 °C	26 °C	35 °C	25 °C	30 °C	25 °C	85 °C	72 °C

Tableau 4 Température de surface et adhérence du laitier d'aluminium

Élément	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3	Exemple comparatif 3
Température de surface du laitier d'aluminium/ °C	88	92	81	156
Adhérence	Pas d'adhérence entre le laitier d'aluminium et les plaques	Pas d'adhérence entre le laitier d'aluminium et les plaques	Pas d'adhérence entre le laitier d'aluminium et les plaques	Une partie du laitier d'aluminium adhère aux plaques

[0095] Les modes de réalisation de la présente invention ont été décrits en détail ci-dessus en référence aux dessins qui l'accompagnent. Cependant, la présente invention n'est pas limitée aux

modes de réalisation susmentionnés. Dans la portée des connaissances de l'homme du métier, diverses modifications peuvent être apportées sans s'écarter de l'objectif de la présente invention. Variété. En outre, en l'absence de conflit, les modes de réalisation de la présente invention et les caractéristiques des modes de réalisation peuvent être combinés les uns avec les autres.

REVENDICATIONS :

1. Procédé de récupération sûre de déchets de pièce d'anode d'une batterie lithium-ion, comprenant les étapes suivantes :

(1) le broyage et le tamisage de déchets de pièce d'anode pour obtenir une poudre d'anode A et un laitier d'aluminium broyé ;

(2) le mélange du laitier d'aluminium broyé avec une solution acide, l'agitation sous ultrasons, et ensuite le tamisage humide pour obtenir un laitier d'aluminium et une poudre de batterie ;

(3) le lavage du laitier d'aluminium obtenu à l'étape (2) d'abord avec de l'eau, et ensuite avec un agent antidéflagrant ; la centrifugation pour obtenir un laitier d'aluminium antidéflagrant, et ensuite le conditionnement et la compression du laitier d'aluminium antidéflagrant pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium ;

(4) la connexion des deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium à une plaque positive et à une plaque négative d'une électrode CC, l'application d'un courant pour faire fondre le bloc de laitier d'aluminium et le refroidissement pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium sûr ; dans lequel à l'étape (3), l'agent antidéflagrant est une solution d'hydroxyde de calcium saturée.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape (2) comprend en outre les étapes suivantes : le filtrage de la poudre de batterie et le lavage d'un résidu de filtrage résultant pour obtenir une poudre d'anode B ; le mélange de la poudre d'anode A et de la poudre d'anode B, le trempage et l'agitation d'un mélange résultant dans une solution de dissolution de l'aluminium, le filtrage, le lavage d'un résidu résultant pour obtenir une poudre d'anode.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la solution de dissolution de l'aluminium est au moins une sélectionnée parmi le groupe constitué d'une solution d'hydroxyde de sodium, d'une solution d'hydroxyde de potassium et d'une solution d'hydroxyde de calcium.

4. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la concentration en volume de la solution de dissolution de l'aluminium est de 0,003-2 mol/L ; et la température de la solution de dissolution de l'aluminium est de 15 à 45 °C.

5. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, à l'étape (2), l'acide est sélectionné parmi le groupe constitué par l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et l'acide nitrique.

6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, à l'étape (2), le rapport solide/liquide entre le laitier d'aluminium broyé et la solution acide est de 1 : (0,3-5) kg/L ; dans lequel, à l'étape (2), la concentration de la solution acide est de 0,1 à 2 mol/L.

7. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, à l'étape (3), le laitier d'aluminium est lavé avec de l'eau pendant de 0,5 à 5 minutes et lavé avec l'agent antidéflagrant pendant 0,5 à 5 minutes.

8. Procédé selon la revendication 1, dans laquelle, à l'étape (4), le courant est de 80 à 500 A, et

le courant est appliqué pendant de 0,5 à 5 s.

9. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, à l'étape (4), la plaque positive ou la plaque négative est une plaque métallique creuse refroidie par un liquide en circulation, le métal étant sélectionné parmi le groupe constitué par le cuivre, l'argent, l'or, l'or cuivré et l'argent cuivré.

10. Utilisation du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 dans la récupération des métaux.

**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée
par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 61510	Date de dépôt : 30/12/2021
Déposant : GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. ; HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. et HUNAN BRUNP VEHICLES RECYCLING CO., LTD.	Date d'entrée en phase nationale : 27/06/2023
	Date de priorité: 19/03/2021
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION SÛRE DE PLAQUES D'ÉLECTRODE USÉES DE BATTERIES AU LITHIUM-ION ET SON APPLICATION	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport	
<input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté	
<input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention	
<input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Mohamed EL KINANI	Date d'établissement du rapport : 15/02/2024
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	



Partie 1 : Considérations générales**Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
13 Pages
- Revendications
1-10

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : H 01M 10/54

CPC : B09B3/00 ; C22B1/24

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, IEEE, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
Y	CN 107732352 A ; NANTONG XINWEI NICKEL&COBALT HIGHTECH DEVELOPMENT CO., LTD. ; 23/02/2018 Description, paragraphes 4-68	1-10
Y	CN 104526114 A ; SOUTH ZENGCAI TECHNOLOGY CO., LTD. ; 22/04/2015 Description, paragraphes 4-109	1-10
Y	CN 111908491 A ; LIU HONGLIANG ; 10/11/2020 description, pages 4-6	1-10
A	JP 2019169308 A ; MITSUBISHI MATERIALS CORP. ; 03/10/2019 document entier	1-10

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« 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
-« 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
-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité**Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications aucune Revendications 1-10	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-10 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : CN 107732352 A
D2 : CN 104526114 A
D3 : CN 111908491 A

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de la technique mentionné ne décrit un procédé de récupération de déchets de pièce d'anode d'une batterie lithium-ion tel que décrit dans la revendication 1 de la présente demande.

D'où l'objet de la revendication indépendante 1 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, l'objet des revendications 2-10 est également nouveau.

2. Activité inventive

Le document D1 (description, paragraphes 4-68) considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 de la présente demande divulgue un procédé de récupération d'un matériau d'électrode de batterie, comprenant les étapes : S1 : l'écrasement, l'alimentation d'un matériau brut de matériau d'électrode positive de batterie au lithium-ion (papier en feuille de cobalt-aluminium) dans un broyeur pour le broyage et le criblage de celui-ci au moyen d'un tamis vibrant pour obtenir une poudre de maille de 50 à 60 ; S2 : la réduction et la lixiviation d'acide sulfurique : l'introduction de la poudre broyée et criblée et de l'eau dans un réservoir de lixiviation, l'ajout d'une certaine quantité d'un agent réducteur, utiliser une certaine quantité d'un acide inorganique pour réguler l'acidité, et chauffer et faire réagir, après que la réaction a été achevée, un criblage à l'aide d'un écran vibrant pour obtenir une solution de lixiviation et une poudre de feuille d'aluminium, et effectuer séparément une filtration et un lavage pour obtenir une solution de lixiviation propre et une feuille d'aluminium ; et S3 : une précipitation d'hydroxyde de sodium (équivalente à l'ajout d'une solution pour dissoudre de l'aluminium pour trempage) : l'ajout d'hydroxyde de sodium dans la solution de lixiviation filtrée pour réagir avec des ions nickel, cobalt et manganèse pour obtenir une solution de lithium ayant

une pureté élevée et des produits d'hydroxyde de nickel, de cobalt et de manganèse.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de ce procédé connu en ce que : le laitier d'aluminium est lavé avec de l'eau, puis rincé avec un suppresseur d'explosion, et est centrifugé pour obtenir un laitier d'aluminium de suppression d'explosion ; deux extrémités du bloc de laitier d'aluminium sont respectivement connectées à une plaque d'électrode positive et à une plaque d'électrode négative d'une électrode à courant continu, un courant est appliqué pour faire fondre le laitier d'aluminium, et le refroidissement est effectué pour obtenir un bloc de laitier d'aluminium sûr ; et dans l'étape (3), le suppresseur d'explosion est une solution d'hydroxyde de calcium saturé.

Les effets des caractéristiques techniques de distinction décrites dans la présente invention sont la formation d'aluminium métallique et la protection contre les explosions.

D2 (description, paragraphes 4-109) divulgue un procédé de formation de fusion électrique pour un composant métallique, comprenant la connexion d'une tête de fusion électrique et d'un substrat à deux électrodes d'une source d'alimentation, pendant la formation, l'envoi d'un matériau de fil de matière première métallique à la surface du substrat au moyen d'un mécanisme de transport et de la tête de fusion électrique, de telle sorte qu'un bain fondu est rapidement refroidi sur le substrat et solidifié et accumulé couche par couche, et enfin, la formation d'un composant métallique d'une forme et d'une taille requises au moyen d'un empilement de couches. En outre, les effets des caractéristiques techniques décrites dans D2 et dans la présente invention sont les mêmes, les deux étant destinés à la formation de métal, c'est-à-dire, D2 fournit la motivation technique pour appliquer les caractéristiques techniques décrites à D1.

D3 (description, pages 4-6) décrit " transporter des cendres d'aluminium secondaire dans un réservoir de stockage de cendres d'aluminium dans un réservoir de réaction primaire (5), et ajouter un suppresseur d'explosion dans le réservoir de réaction primaire (5) ", et les effets des caractéristiques techniques décrites dans D3 et dans la présente invention sont les mêmes, les deux étant destinés à empêcher l'explosion d'aluminium métallique, c'est-à-dire, D3 fournit la motivation technique pour appliquer les caractéristiques techniques décrites à D1.

L'utilisation de l'hydroxyde de calcium comme suppresseur d'explosion constitue un moyen technique commun dans l'état de la technique. Par conséquent, en combinant D1, D2, D3 et les connaissances générales de l'homme du métier, les revendications 1 et 10 n'impliquent pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

La caractéristique technique supplémentaire "une solution pour dissoudre de l'aluminium" selon la revendication 2, et les caractéristiques techniques supplémentaires "la solution pour dissoudre de l'aluminium est l'hydroxyde de sodium" et "l'acide est l'acide sulfurique" selon les revendications 3 et 5 sont décrits dans D1. Certaines des caractéristiques techniques supplémentaires selon la revendication 2 et les caractéristiques techniques supplémentaires des

revendications 4 et 6-9 sont des moyens techniques habituels dans l'état de la technique. Par conséquent, en combinant D1, D2, D3 et les connaissances générales de l'homme du métier, les revendications 2-9 n'impliquent pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.