

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 62361 A1** (51) Cl. internationale : **C22B 21/00; C22B 23/00; C01F 7/441; H01M 10/54; C22B 7/00**
- (43) Date de publication : **31.05.2024**

-
- (21) N° Dépôt : **62361**
- (22) Date de Dépôt : **12.05.2022**
- (30) Données de Priorité : **31.08.2021 CN 202111013492.4**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/CN2022/092486 12.05.2022**
- (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 EV RECYCLING CO., LTD., No. 018 Jinsha East Road, Jinzhou New District Changsha, Hunan 410600 (CN)**
- (72) Inventeur(s) : **YU, Haijun ; XIE, Yinghao ; ZHANG, Xuemei ; LI, Changdong ; ZHONG, Yingsheng ; LI, Aixia**
- (74) Mandataire : **SABA & CO., TMP**

-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION DE NICKEL À PARTIR DE LAITIER DE FER-ALUMINIUM OBTENU PAR LIXIVIATION DE POUDRE DE BATTERIE**
- (57) Abrégé : La présente invention divulgue un procédé de récupération de nickel à partir de laitier de fer-aluminium obtenu par lixiviation de poudre de batterie. Le procédé comprend les étapes suivantes consistant à : ajouter une solution d'acide sulfurique à un laitier de fer-aluminium pour qu'il se dissolve, de manière à obtenir une solution de sulfate ; puis ajouter un agent oxydant ; ajouter de l'eau ammoniacquée et du carbonate à la solution de sulfate oxydé ; ajuster le pH à 1,0-3,2 pour la réaction ; séparer l'hydroxyde ferrique en précipité pour obtenir une solution dont le fer a été éliminé ; ajouter du carbonate à la solution dont le fer a été éliminé, ajuster le pH à 3,2-5,5 pour la réaction ; séparer l'hydroxyde d'aluminium en précipité afin d'obtenir une solution dont l'aluminium a été éliminé ; ajouter de l'eau

ammoniaquée à la solution dont l'aluminium a été éliminé, ajuster le pH à 7,0-8,8 pour la réaction ; laver et éliminer les impuretés pour obtenir un complexe de nickel ; ajouter un agent oxydant au complexe de nickel pour rompre le complexe, de façon à obtenir une solution contenant du nickel. Au moyen du présent procédé, une séparation efficace du fer, de l'aluminium et du nickel dans le laitier de fer-aluminium est réalisée efficacement, l'effet de séparation du fer, de l'aluminium et du nickel est amélioré, la perte de nickel est réduite, et le taux de récupération de nickel est amélioré.

ABRÉGÉ

La présente invention concerne un procédé de récupération du nickel à partir de laitier de fer-aluminium obtenu par lixiviation de poudre de batterie. Le procédé comprend les

5 étapes suivantes : ajout d'une solution d'acide sulfurique dans un laitier de fer-aluminium pour le dissoudre, de manière à obtenir une solution de sulfate ; ajout d'un agent oxydant ; ajout d'eau ammoniacale et de carbonate dans la solution de sulfate oxydée ; ajustement du

10 pH à 1,0-3,2 pour la réaction ; séparation de l'hydroxyde ferrique pour précipiter afin d'obtenir une solution sans fer ; ajout de carbonate dans la solution sans fer, ajustement du

15 pH à 3. 2-5,5 pour la réaction ; séparation de l'hydroxyde d'aluminium pour précipiter et obtenir une solution d'aluminium ; ajout d'eau ammoniaquée à la solution d'aluminium, ajustement du pH à 7,0-8,8 pour la réaction ; lavage et élimination des impuretés pour obtenir un complexe de nickel ; ajout d'un agent oxydant au complexe de nickel pour désagréger le complexe, afin d'obtenir une solution contenant du nickel. Grâce à ce procédé, on obtient une séparation efficace du fer, de l'aluminium et du nickel dans le laitier de fer et d'aluminium, l'effet de séparation du fer, de l'aluminium et du nickel est amélioré, la perte de nickel est réduite, et son taux de récupération est amélioré.

PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION DE NICKEL À PARTIR DE LAITIER DE FER-ALUMINIUM OBTENU PAR LIXIVIATION DE POUVRE DE BATTERIE

5

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention appartient au domaine technique de la récupération des ressources des batteries usagées, plus précisément à un procédé de récupération du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie.

10

CONTEXTE

[0002] A ce stade, la principale technologie de recyclage des batteries usagées est une combinaison du procédé feu/humidité. Les étapes techniques comprennent : (1) le démantèlement et récupération du contenu des batteries usagées ; (2) la pyrolyse sèche ; (3) le concassage et le criblage ; (4) la lixiviation de la poudre d'électrode avec de l'acide ; (5) l'élimination du cuivre, du fer et de l'aluminium ; (6) l'extraction et la séparation en plusieurs étapes ; (7) l'ajout d'alcali pour le vieillissement ; (8) la synthèse du matériau de la cathode. Les étapes (1)-(8) ci-dessus sont utilisées pour recycler des produits tels que le nickel, le cobalt, le manganèse et le lithium des batteries d'accumulateurs usagées, ainsi que des sous-produits tels que l'aluminium, le cuivre, le fer et le graphite.

20

[0003] Le nickel métallique est l'élément clé du matériau de la cathode dans les batteries au lithium, en particulier dans les batteries électriques. Plus la teneur en nickel est élevée, meilleure est la stabilité du cycle de décharge et plus grande est la densité énergétique. Par conséquent, le développement de batteries à forte teneur en nickel est le courant principal du développement actuel des batteries, telles que les batteries électriques de type 622 ($\text{LiNi}_{0.6}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_2$), les batteries électriques de type 811 ($\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_2$).

25

[0004] Dans les étapes de récupération existantes, une proportion considérable de nickel reste dans le résidu de fer et d'aluminium obtenu après l'élimination du cuivre, du fer et de l'aluminium, ce qui entraîne une perte de nickel métallique et réduit le taux de récupération du nickel.

30

RESUME

[0005] La présente invention vise à résoudre au moins l'un des problèmes techniques existant dans l'art antérieur susmentionné. Pour cette raison, la présente invention propose un procédé de récupération du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie.

35

[0006] Selon un aspect de la présente invention, un procédé est fourni pour récupérer du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie, qui comprend les étapes suivantes:

40

[0007] Etape 1: l'ajout d'une solution d'acide sulfurique au résidu de fer et d'aluminium pour le dissoudre et obtenir une solution de sulfate, puis l'ajout d'un agent oxydant;

[0008] Etape 2: l'ajout d'eau ammoniacale et de carbonate à une solution de sulfate oxydé, l'ajustement du pH à 1,0-3,2 pour la réaction, et la séparation du précipité d'hydroxyde de

fer pour obtenir un liquide sans fer;

[0009] Etape 3: l'ajout de carbonate au liquide sans fer, l'ajustement du pH à 3,2-5,5 pour la réaction, et la séparation du précipité d'hydroxyde d'aluminium pour obtenir le liquide sans aluminium;

5 **[0010]** Etape 4: l'ajout d'eau ammoniacquée au liquide débarrassé de l'aluminium, l'ajustement du pH à 7,0-8,8 pour la réaction, et l'obtention d'un complexe de nickel après lavage et élimination des impuretés;

[0011] Etape 5: l'ajout d'un agent oxydant au complexe de nickel pour rompre la complexation et obtenir une solution contenant du nickel. La solution contenant du nickel
10 comprend du sulfate de nickel et du sulfate de sodium.

[0012] Dans certains modes de réalisation de la présente invention, à l'étape 1, l'agent oxydant est le peroxyde d'hydrogène ; de préférence, le rapport de volume entre la solution de sulfate et le peroxyde d'hydrogène est de 1 : (0,01-0,5), et la fraction de masse du peroxyde d'hydrogène est de 1 à 35 %.

15 **[0013]** Dans certains modes de réalisation de la présente invention, à l'étape 1, la concentration de la solution d'acide sulfurique est de 0,01-8 mol/L, et le rapport solide-liquide entre le résidu de fer-aluminium et la solution d'acide sulfurique est de 1 : (6-15) kg/L.

[0014] Dans certains modes de réalisation de la présente invention, à l'étape 2, le rapport molaire entre Fe^{3+} et CO_3^{2-} dans le système réactionnel est de 1 : (1-8), plus préférablement de 1 : (1-3).

[0015] Dans certains modes de réalisation de la présente invention, à l'étape 2, le rapport de la quantité molaire de l'élément nickel au NH_3 dans le système de réaction est de 1: (1-10).

25 **[0016]** Dans certains modes de réalisation de la présente invention, à l'étape 3, le rapport molaire entre Al^{3+} et CO_3^{2-} dans le système réactionnel est de 10 : (5-50), plus préférablement de 10: (5-30).

[0017] Dans certains modes de réalisation préférés de la présente invention, à l'étape 3, le pH est ajusté à 3,5-4,2.

30 **[0018]** Dans certains modes de réalisation préférés de la présente invention, à l'étape 4, le pH est ajusté à 7.5-8.1.

[0019] Dans certains modes de réalisation préférés de la présente invention, à l'étape 4, le rapport de la quantité molaire de l'élément nickel au NH_3 dans le système de réaction est de 1: (4-20).

35 **[0020]** Dans certains modes de réalisation préférés de la présente invention, à l'étape 2 et/ou 4, la concentration de l'eau ammoniacquée est de 0,1-5 mol/L.

[0021] Dans certains modes de réalisation préférés de la présente invention, à l'étape 2 et/ou 3, le carbonate est un ou plusieurs carbonates parmi le carbonate d'ammonium, le carbonate de sodium ou le bicarbonate de sodium ; de préférence, la concentration du carbonate est de 0,01 à 5 mol/L.

[0022] Dans certains modes de réalisation de la présente invention, à l'étape 5, l'agent oxydant est le peroxyde d'hydrogène ou l'hypochlorite de sodium, ou les deux.

[0023] Dans certains modes de réalisation de la présente invention, à l'étape 5, le complexe de nickel est ensuite soumis à un traitement à la lumière ultraviolette lorsque la

complexation est rompue. La lumière ultraviolette est utilisée pour renforcer l'oxydation et rompre la complexation, promouvoir la production de plus de radicaux libres -OH pour renforcer la capacité de dégradation de l'agent oxydant, accélérer la formation de sulfate de nickel et ne pas causer à nouveau des impuretés.

5 **[0024]** Dans certains modes de réalisation de la présente invention, l'étape 5 comprend en outre: l'ajout d'hydroxyde de sodium à la solution contenant du nickel pour ajuster le pH à 7,0-8,0, la séparation solide-liquide pour obtenir un précipité d'hydroxyde de nickel et une solution de sulfate de sodium, l'évaporation de la solution de sulfate de sodium pour obtenir du sulfate de sodium brut. De préférence, de l'hydroxyde de sodium est ajouté pour
10 ajuster le pH à 7,0-7,5.

[0025] Selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, celle-ci a au moins les effets bénéfiques suivants:

[0026] 1. La présente invention améliore l'effet de séparation du fer, de l'aluminium et du nickel et augmente le taux de récupération du nickel grâce à l'utilisation synergique d'un
15 agent complexant et d'un précipitant. L'inventeur a constaté que, bien que l'ajout direct d'ammoniaque et/ou d'autres alcalis à la solution de sulfate obtenue par dissolution des résidus de fer et d'aluminium puisse séparer le fer, l'aluminium et le nickel sous la forme d'un précipité d'hydroxyde, mais étant donné que l'hydrolyse du fer et de l'aluminium produit un colloïde d'hydroxyde de fer et d'aluminium, qui adsorberait une grande quantité
20 d'ions de nickel, et le colloïde ne serait pas séparé de la solution, il serait évident que cela menerait à un contenu de nickel élevé dans le colloïde de fer et d'aluminium récupéré, une récupération de nickel très basse et un effet de séparation entre le colloïde d'hydroxyde de fer et d'aluminium et la solution de la couche supérieure très faible. Par conséquent, les inventeurs utilisent la capacité de la molécule d'ammoniac (NH_3) à complexer le nickel, qui est plus forte que la capacité du $\text{CO}_3^{2-}/\text{OH}$ à précipiter, ce qui favorise la formation de complexes ($\text{Ni}(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$, $\text{Ni}(\text{NH}_3)_3\text{SO}_4$, $\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$, $\text{Ni}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4$, etc.) du nickel après l'ajout d'eau ammoniacquée à l'étape 2 de la précipitation du fer, puis l'ajout de carbonate pour former du carbonate de fer, à cet instant, le carbonate de nickel/hydroxyde de nickel n'a pas encore atteint le pH de précipitation, si bien que la co-précipitation n'aura pas lieu.
25 Au cours de la réaction, la majeure partie du carbonate de fer produit est hydrolysée en colloïde d'hydroxyde ferrique, et une petite partie du carbonate de fer coule sur le colloïde d'hydroxyde ferrique, ce qui modifie ses propriétés et améliore l'effet de sa stratification. L'ajout ultérieur de carbonate favorise la formation d'un précipité d'hydroxyde d'aluminium produit par l'hydrolyse. De même, une petite partie du carbonate d'aluminium précipite sur
30 le colloïde d'hydroxyde d'aluminium, ce qui améliore l'effet de sa stratification. Les colloïdes d'hydroxyde ferrique et d'aluminium produits sont tous deux clairement stratifiés et faciles à séparer. Le procédé permet une séparation efficace du fer, de l'aluminium et du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium, améliore l'effet de séparation du fer, de l'aluminium et du nickel, réduit la perte de nickel et améliore le taux de récupération de ce
40 dernier.

[0027] 2. Dans la solution de sulfate obtenue par dissolution des résidus de fer et d'aluminium, le pH (5,5-8,0) de la précipitation ferreuse par hydrolyse du fer divalent coïncide avec le pH (7,0-8,0) requis pour la formation des complexes de nickel. Par conséquent, il est préférable d'oxyder le fer en fer ferrique dans la mesure du possible, car

un fer ferrique de haute valence a un pH plus faible ($\text{pH} < 3,2$) pour la précipitation, ce qui peut favoriser la séparation du fer, de l'aluminium et du nickel de manière plus approfondie, et mieux atteindre l'objectif de récupération du fer, de l'aluminium et du nickel. Après avoir éliminé l'aluminium, la solution contient d'autres impuretés, il est donc préférable de

5 générer des complexes de nickel ($\text{Ni}(\text{NH}_3)_2\text{SO}_4$, $\text{Ni}(\text{NH}_3)_3\text{SO}_4$, $\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$, $\text{Ni}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4$, etc.). Les complexes de nickel séparés sont ajoutés à un agent oxydant pour détruire la complexation sans entraîner d'impuretés, et l'on obtient finalement un sulfate de nickel de grande pureté.

10 BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0028] La présente invention sera décrite plus en détail ci-dessous en liaison avec les dessins et les modes de réalisation qui l'accompagnent, dans lesquels:

[0029] La figure 1 est un diagramme de processus de la présente invention.

15 DESCRIPTION DETAILLÉE

[0030] Ci-après, le concept de la présente invention et les effets techniques produits seront décrits clairement et complètement en référence aux exemples, afin de comprendre pleinement le but, les caractéristiques et les effets de la présente invention. Il est évident que les exemples décrits ne constituent qu'une partie et non la totalité des exemples de

20 la présente invention et que d'autres obtenus par les personnes compétentes en la matière sur la base des exemples de la présente invention sans effort créatif entrent dans le champ de protection de cette dernière.

Exemple 1

[0031] Un procédé de récupération du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie, en référence à la figure 1, le procédé spécifique était le suivant:

25

[0032] (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et d'aluminium ont été dissous dans 1 400 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,46 ml/l pour obtenir une solution de sulfate, puis 70 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en

30 poids ont été ajoutés.

[0033] (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant respectivement de 0,233mol, 0,165mol, 0,094mol. 320 ml d'eau ammoniacquée 0,55mol/L ont été ajoutés comme agent complexant à la solution de sulfate, puis 355 ml de carbonate de sodium 1,50mol/L ont été ajoutés

35 comme précipitant, sous agitation. Le pH a été ajusté à 2,8 et un précipité d'hydroxyde de fer a été généré et séparé. 130 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 3,5 et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré et séparé. 685 ml d'eau ammoniacquée ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 7,6 et une solution complexe contenant du nickel a été générée.

40 la solution de complexe contenant du nickel a été lavée avec de l'eau, centrifugée et laissée au repos, le liquide surnageant a été éliminé et le complexe de nickel a été séparé.

[0034] (3) Séparation du nickel du complexe de nickel : 45 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés au complexe de nickel. Une lumière ultraviolette de 400w

a été appliquée à la partie supérieure de la solution pendant 15 minutes. Une solution de sulfate de nickel a été obtenue et agitée. De l'hydroxyde de sodium 1,0mol/L a été ajouté pour ajuster le pH à 7,4, et un précipité d'hydroxyde de nickel a été obtenu. La séparation solide-liquide a été effectuée pour obtenir l'hydroxyde de nickel et la solution de sulfate de sodium. La solution de sulfate de sodium a été évaporée à 110°C pour obtenir du sulfate de sodium brut.

Exemple 2

[0035] Un procédé de récupération du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie, le procédé spécifique était le suivant:

10 [0036] (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et d'aluminium ont été dissous dans 1500 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,74 ml/l pour obtenir une solution de sulfate, puis 70 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés.

15 [0037] (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant respectivement de 0,233mol, 0,165mol, 0,094mol. 340 ml d'eau ammoniacuée 0,55mol/L ont été ajoutés comme agent complexant à la solution de sulfate, puis 360 ml de carbonate de sodium 1,50mol/L ont été ajoutés comme précipitant, sous agitation. Le pH a été ajusté à 2,9 et un précipité d'hydroxyde de fer a été généré et séparé. 115 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 3,4 et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré et séparé. 725 ml d'eau ammoniacuée ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 7,6 et une solution complexe contenant du nickel a été générée. La solution de complexe contenant du nickel a été lavée avec de l'eau, centrifugée et laissée au repos, le liquide surnageant a été éliminé et le complexe de nickel a été séparé.

25 [0038] (3) Séparation du nickel du complexe de nickel : 50 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés au complexe de nickel. Une lumière ultraviolette de 400w a été appliquée à la partie supérieure de la solution pendant 15 minutes. Une solution de sulfate de nickel a été obtenue et agitée. De l'hydroxyde de sodium 1,0mol/L a été ajouté pour ajuster le pH à 7,4, et un précipité d'hydroxyde de nickel a été obtenu. La séparation solide-liquide a été effectuée pour obtenir l'hydroxyde de nickel et la solution de sulfate de sodium. La solution de sulfate de sodium a été évaporée à 110°C pour obtenir du sulfate de sodium brut.

Exemple 3

35 [0039] Un procédé de récupération du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie, le procédé spécifique était le suivant:

[0040] (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et d'aluminium ont été dissous dans 1100 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,87mol/L pour obtenir une solution de sulfate, puis 70 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés.

40 [0041] (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant respectivement de 0,237mol, 0,166mol, 0,092mol. 330 ml d'eau ammoniacuée 0,55mol/L ont été ajoutés comme agent complexant à la solution de sulfate, puis 370 ml de carbonate de sodium 1,50mol/L ont été ajoutés comme précipitant, sous agitation. Le pH a été ajusté à 2,8 et un précipité d'hydroxyde de

fer a été généré et séparé. 130 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 3,5 et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré et séparé. 685 ml d'eau ammoniacuée ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 7,6 et une solution complexe contenant du nickel a été générée. La solution de complexe contenant du nickel a été lavée avec de l'eau, centrifugée et laissée au repos, le liquide surnageant a été éliminé et le complexe de nickel a été séparé.

[0042] (3) Séparation du nickel du complexe de nickel : 40 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés au complexe de nickel. Une lumière ultraviolette de 400w a été appliquée à la partie supérieure de la solution pendant 15 minutes. Une solution de sulfate de nickel a été obtenue et agitée. De l'hydroxyde de sodium 1,0mol/L a été ajouté pour ajuster le pH à 7,4, et un précipité d'hydroxyde de nickel a été obtenu. La séparation solide-liquide a été effectuée pour obtenir l'hydroxyde de nickel et la solution de sulfate de sodium. La solution de sulfate de sodium a été évaporée à 110°C pour obtenir du sulfate de sodium brut.

Exemple 4

[0043] Un procédé de récupération du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie, le procédé spécifique était le suivant:

[0044] (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et d'aluminium ont été dissous dans 2 000 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,24 ml/l pour obtenir une solution de sulfate, puis 75 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés.

[0045] (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant respectivement de 0,233mol, 0,163mol, 0,094mol. 330 ml d'eau ammoniacale 0,55mol/L ont été ajoutés comme agent complexant à la solution de sulfate, puis 355 ml de carbonate de sodium 1,50mol/L ont été ajoutés comme précipitant, sous agitation. Le pH a été ajusté à 2,8 et un précipité d'hydroxyde de fer a été généré et séparé. 130 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 3,5 et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré et séparé. 710 ml d'eau ammoniacuée ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 7,6 et une solution complexe contenant du nickel a été générée. La solution de complexe contenant du nickel a été lavée avec de l'eau, centrifugée et laissée au repos, le liquide surnageant a été éliminé et le complexe de nickel a été séparé.

[0046] (3) Séparation du nickel du complexe de nickel : 60 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés au complexe de nickel. Une lumière ultraviolette de 400w a été appliquée à la partie supérieure de la solution pendant 12 minutes. Une solution de sulfate de nickel a été obtenue et agitée. De l'hydroxyde de sodium 1,0mol/L a été ajouté pour ajuster le pH à 7,4, et un précipité d'hydroxyde de nickel a été obtenu. Une séparation solide-liquide a été effectuée pour obtenir une solution d'hydroxyde de nickel et de sulfate de sodium. La solution de sulfate de sodium a été évaporée à 110°C pour obtenir du sulfate de sodium brut.

Exemple 5

[0047] Un procédé de récupération du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie, le procédé spécifique était le suivant:

[0048] (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et

d'aluminium ont été dissous dans 2200 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,35 ml/l pour obtenir une solution de sulfate, puis 80 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés.

5 **[0049]** (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant respectivement de 0,234mol, 0,165mol, 0,094mol. 320 ml d'eau ammoniacale 0,55mol/L ont été ajoutés comme agent complexant à la solution de sulfate, puis 355 ml de carbonate de sodium 1,50mol/L ont été ajoutés comme précipitant, sous agitation. Le pH a été ajusté à 2,8 et un précipité d'hydroxyde de fer a été généré et séparé. 130 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 3,5 et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré et séparé. 690 ml d'eau ammoniacale ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 7,6 et une solution complexe contenant du nickel a été générée. La solution de complexe contenant du nickel a été lavée avec de l'eau, centrifugée et laissée au repos, le liquide surnageant a été éliminé et le complexe de nickel a été séparé.

15 **[0050]** (3) Séparation du nickel du complexe de nickel : 50 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés au complexe de nickel. Une lumière ultraviolette de 400w a été appliquée à la partie supérieure de la solution pendant 15 minutes. Une solution de sulfate de nickel a été obtenue et agitée. De l'hydroxyde de sodium 1,0mol/L a été ajouté pour ajuster le pH à 7,4, et un précipité d'hydroxyde de nickel a été obtenu. La séparation solide-liquide a été effectuée pour obtenir l'hydroxyde de nickel et la solution de sulfate de sodium. La solution de sulfate de sodium a été évaporée à 110°C pour obtenir du sulfate de sodium brut.

Exemple comparatif 1

25 **[0051]** Un procédé de récupération du nickel dans le résidu de fer-aluminium obtenu par lixiviation de la poudre de batterie, qui diffère des exemples en ce que le carbonate de sodium n'a pas été ajouté. Le procédé spécifique est le suivant:

30 **[0052]** (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et d'aluminium ont été dissous dans 1 400 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,64 ml/l pour obtenir une solution de sulfate, puis 70 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés.

35 **[0053]** (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant 0,233mol, 0,165mol, 0,094mol. 320ml d'eau ammoniacale 0.55mol/L ont été ajoutés à la solution de sulfate, et agités. Le pH a été ajusté à 2,8 et un précipité d'hydroxyde de fer a été généré, séparé et agité. 195 ml d'eau ammoniacale ont été ajoutés à la solution de sulfate pour ajuster le pH à 3,8, et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré, séparé et agité. 675 ml d'eau ammoniacale ont été ajoutés à la solution de sulfate. Le pH a été ajusté à 7,6 et une solution complexe contenant du nickel a été générée. La solution de complexe contenant du nickel a été lavée avec de l'eau, centrifugée et laissée au repos, le liquide surnageant a été éliminé et le complexe de nickel a été séparé.

40 **[0054]** (3) Séparation du nickel du complexe de nickel : 45 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés au complexe de nickel. Une lumière ultraviolette de 400w a été appliquée à la partie supérieure de la solution pendant 15 minutes, une solution de sulfate de nickel a été obtenue et agitée. De l'hydroxyde de sodium 1,0mol/L a été ajouté

pour ajuster le pH à 7,7, et un précipité d'hydroxyde de nickel a été obtenu. Une séparation solide-liquide a été effectuée pour obtenir une solution d'hydroxyde de nickel et de sulfate de sodium. La solution de sulfate de sodium a été évaporée à 110°C pour obtenir du sulfate de sodium brut.

5 **[0055] Exemple comparatif 2**

[0056] Un procédé de récupération du nickel dans le résidu de fer-aluminium obtenu par lixiviation de la poudre de batterie, qui diffère des exemples en ce que le carbonate de sodium n'a pas été ajouté. Le procédé spécifique est le suivant:

10 **[0057]** (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et d'aluminium ont été dissous dans 1 600 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,55 mol/l pour obtenir une solution de sulfate, puis 80 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés.

15 **[0058]** (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant 0,234mol, 0,164mol, 0,094mol. 750ml d'hydroxyde de sodium 0,50mol/L ont été ajoutés à la solution de sulfate, et agités. Le pH a été ajusté à 2,5 et un précipité d'hydroxyde de fer a été généré, séparé et agité. 130 ml d'hydroxyde de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate pour ajuster le pH à 3,7, et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré, séparé et agité. 195 ml d'hydroxyde de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate. Le pH a été ajusté à 7,8 et un précipité d'hydroxyde de nickel a été généré.

20 **[0059] Exemple comparatif 3**

[0060] procédé de récupération du nickel dans le résidu de fer-aluminium obtenu par lixiviation de la poudre de batterie, qui diffère de l'exemple 1 en ce que le carbonate de sodium n'a pas été ajouté. Le procédé spécifique est le suivant:

25 **[0061]** (1) Prétraitement des résidus de fer et d'aluminium : 200 g de résidus de fer et d'aluminium ont été dissous dans 1 400 ml d'acide sulfurique à une concentration de 0,55 mol/l pour obtenir une solution de sulfate.

30 **[0062]** (2) Solution de sulfate : les moles de fer, d'aluminium et de nickel dans la solution de sulfate ont été déterminées comme étant respectivement 0,233mol, 0,165mol, 0,094mol. 320 ml d'eau ammoniacquée 0,55mol/L ont été ajoutés à la solution de sulfate à l'avance, puis 355 ml de carbonate de sodium 1,50mol/L ont été ajoutés et agités. Le pH a été ajusté à 2,8 et un précipité d'hydroxyde de fer a été généré et séparé. 130 ml de carbonate de sodium ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 3,5 et un précipité d'hydroxyde d'aluminium a été généré et séparé. 685 ml d'eau ammoniacquée ont été ajoutés à la solution de sulfate et agités. Le pH a été ajusté à 7,6 et une solution complexe contenant du nickel a été générée. La solution de complexe contenant du nickel a été lavée pour éliminer les impuretés et un complexe de nickel a été obtenu.

35 **[0063]** (3) Séparation du nickel du complexe de nickel : 45 ml de peroxyde d'hydrogène à 30 % en poids ont été ajoutés au complexe de nickel. Une lumière ultraviolette de 400w
40 a été appliquée à la partie supérieure de la solution pendant 15 minutes, une solution de sulfate de nickel a été obtenue et agitée. De l'hydroxyde de sodium 1,0mol/L a été ajouté pour ajuster le pH à 7,4, et un précipité d'hydroxyde de nickel a été obtenu. Une séparation solide-liquide a été effectuée pour obtenir une solution d'hydroxyde de nickel et de sulfate de sodium. La solution de sulfate de sodium a été évaporée à 110°C pour obtenir du sulfate

de sodium brut.

[0064] L'hydroxyde de fer, l'hydroxyde d'aluminium et le sulfate de nickel obtenus dans les exemples 1 à 5 et les exemples comparatifs 1 à 3 ont tous été calcinés à poids constant à 160°C (l'hydroxyde de fer et l'hydroxyde d'aluminium ont été déshydratés et décomposés en oxyde de fer, oxyde d'aluminium et eau cristalline déshydratée de sulfate de nickel, respectivement). Les données d'essai sont présentées dans le tableau 1.

[0065] Tableau 1. Données des exemples 1 à 5 et des exemples comparatifs 1-2.

	Produit séparé	nickel (%)	fer (%)	aluminium (%)
Exemple 1	oxyde de fer	1.06	67.83	0.11
	oxyde d'aluminium	0.63	0.76	51.36
	sulfate de nickel	36.14	0.07	<0.01
Exemple 2	oxyde de fer	1.14	68.36	0.17
	oxyde d'aluminium	0.89	0.71	51.36
	sulfate de nickel	35.86	0.06	<0.01
Exemple 3	oxyde de fer	1.36	68.02	0.20
	oxyde d'aluminium	0.75	0.50	51.36
	sulfate de nickel	35.79	0.05	<0.01
Exemple 4	oxyde de fer	1.30	68.17	0.12
	oxyde d'aluminium	0.41	0.76	51.36
	sulfate de nickel	36.02	0.03	<0.01
Exemple 5	oxyde de fer	1.22	68.26	0.13
	oxyde d'aluminium	0.57	0.98	51.36
	sulfate de nickel	36.23	0.08	<0.01
Exemple comparatif 1	oxyde de fer	4.36	68.83	0.10
	oxyde d'aluminium	7.33	3.66	51.36
	sulfate de nickel	35.14	7.85	<0.01
Exemple comparatif 2	oxyde de fer	5.58	62.65	0.19
	oxyde d'aluminium	7.98	3.46	51.36
	sulfate de nickel	35.28	6.03	<0.01
Exemple comparatif 3	oxyde de fer	4.36	62.40	0.33
	oxyde d'aluminium	13.34	3.46	51.36
	sulfate de nickel	35.43	5.86	<0.01

[0066] Le tableau 1 montre, à travers les mesures, que toutes les teneurs en nickel dans l'oxyde de fer et l'oxyde d'aluminium obtenus par déshydratation dans les exemples étaient inférieures à 1,4 %, la teneur en fer dans le sulfate de nickel était inférieure à 0,10 %, et la teneur en aluminium dans le sulfate de nickel était inférieure à 0,01 %. Les données sont

meilleures que la procédure de séparation directe du fer, de l'aluminium et du nickel par précipitation alcaline dans les exemples comparatifs 1 et 2 (la teneur en nickel dans l'oxyde de fer était supérieure à 4,36 %, la teneur en nickel dans l'oxyde d'aluminium était supérieure à 7,33 %). Cela montre que la présente invention a permis de réaliser une
5 séparation très efficace du fer, de l'aluminium et du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium, d'améliorer l'effet de séparation du fer, de l'aluminium et du nickel, de réduire la perte de nickel et d'augmenter son taux de récupération.

[0067] Les exemples préférés de la présente invention ont été décrits en détail ci-dessus en référence aux dessins qui l'accompagnent, mais cette dernière n'est pas limitée aux
10 exemples décrits. Dans le cadre des connaissances que possède l'homme de l'art ordinaire, diverses modifications peuvent être apportées sans s'écarter de l'objectif de la présente invention. En outre, sauf contradiction, les exemples de la présente invention et leurs caractéristiques peuvent être combinés entre eux.

REVENDICATIONS

1. Un procédé pour récupérer du nickel dans les résidus de fer et d'aluminium obtenus par lixiviation de la poudre de batterie, qui comprend les étapes suivantes:
- 5 Etape 1: l'ajout d'une solution d'acide sulfurique au résidu de fer et d'aluminium pour le dissoudre et obtenir une solution de sulfate, puis l'ajout d'un agent oxydant;
Etape 2: l'ajout d'eau ammoniacale et de carbonate à une solution de sulfate oxydé, l'ajustement du pH à 1,0-3,2 pour la réaction, et la séparation du précipité d'hydroxyde de fer pour obtenir un liquide sans fer;
- 10 Etape 3: l'ajout de carbonate au liquide sans fer, l'ajustement du pH à 3,2-5,5 pour la réaction, et la séparation du précipité d'hydroxyde d'aluminium pour obtenir le liquide sans aluminium;
Etape 4: l'ajout d'eau ammoniacquée au liquide débarrassé de l'aluminium, l'ajustement du pH à 7,0-8,8 pour la réaction, et l'obtention d'un complexe de nickel après lavage et
- 15 élimination des impuretés;
Etape 5: l'ajout d'un agent oxydant au complexe de nickel pour rompre la complexation et obtenir une solution contenant du nickel.
2. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 1, l'agent oxydant est le peroxyde d'hydrogène; de préférence, le rapport de volume entre la solution de sulfate et le peroxyde d'hydrogène est de 1 : (0,01-0,5), et la fraction de masse du peroxyde d'hydrogène est de 1 à 35 %.
- 20 3. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 2, le rapport molaire entre Fe^{3+} et CO_3^{2-} dans le système réactionnel est de 1 : (1-8).
- 25 4. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 2, le rapport de la quantité molaire de l'élément nickel au NH_3 dans le système de réaction est de 1: (1-10).
- 30 5. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 3, le rapport molaire entre Al^{3+} et CO_3^{2-} dans le système réactionnel est de 10 : (5-50).
- 35 6. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 4, le rapport de la quantité molaire de l'élément nickel au NH_3 dans le système de réaction est de 1: (4-20).
7. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 2 et/ou 4, la concentration de l'eau ammoniacquée est de 0,1-5 mol/L.
- 40 8. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 2 et/ou 3, le carbonate est un ou plusieurs carbonates parmi le carbonate d'ammonium, le carbonate de sodium ou le bicarbonate de sodium ; de préférence, la concentration du carbonate est de 0,01 à 5 mol/L.
9. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 5, l'agent oxydant est le peroxyde d'hydrogène ou l'hypochlorite de sodium, ou les deux.

10. Le procédé selon la revendication 1, dans lequel à l'étape 5, le complexe de nickel est ensuite soumis à un traitement à la lumière ultraviolette lorsque la complexation est rompue.

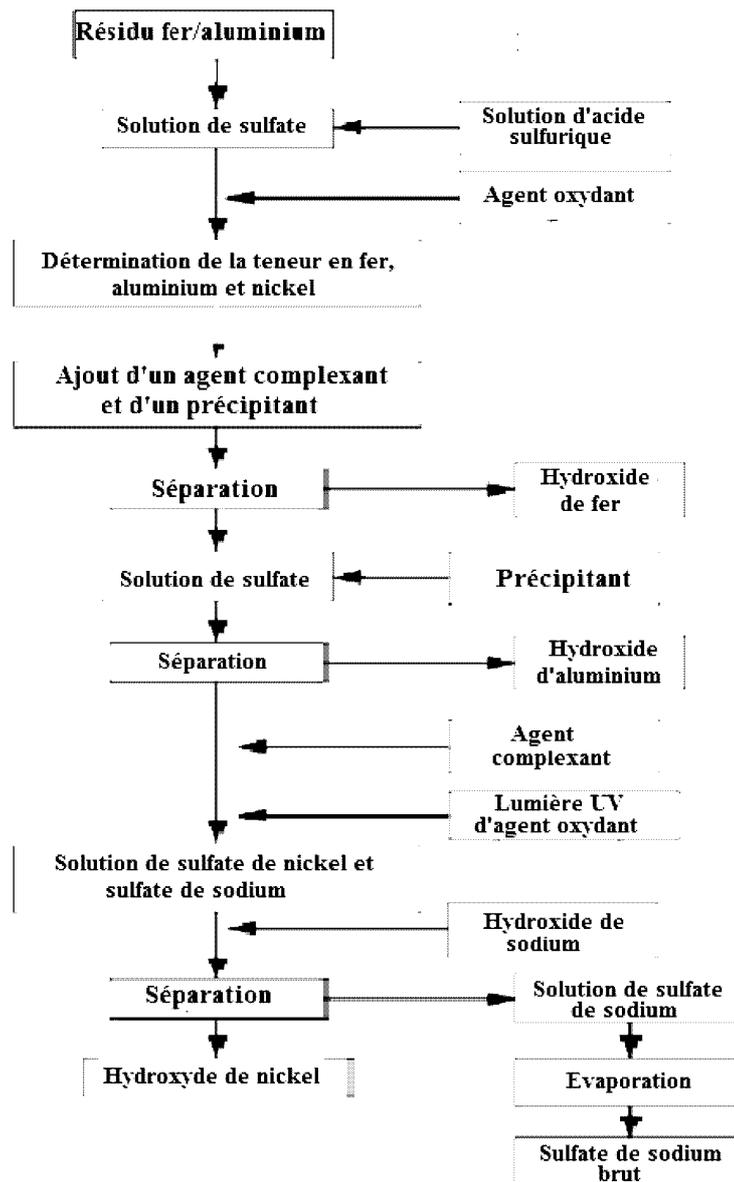
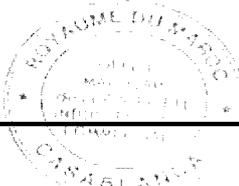


FIGURE 1

**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 : 62361	Date de dépôt : 12/05/2022 Date d'entrée en phase nationale : 11/09/2023
Déposant : GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD.; HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. and HUNAN BRUNP EV RECYCLING CO., LTD.	Date de priorité: 31/08/2021
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION DE NICKEL À PARTIR DE LAITIER DE FER-ALUMINIUM OBTENU PAR LIXIVIATION DE POUDRE DE BATTERIE	
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: Abdelfettah EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 10/05/2024
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
10 Pages
- Revendications
1-10
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : H01M10/54, C22B7/00, C22B21/00, C22B23/00

CPC : C01F7/441, C01G49/02, C01G53/04, C01G53/10, C01P2006/40, C22B21/0023

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
X	CN111004918A (NATIONAL ENGINEERING RESEARCH CENTER OF ADVANCED ENERGY STORAGE MATERIALS CO., LTD.) (2020-04-14) Revendication 1	1-10
A	CN105506290A (HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. ET AL.) (2016-04-20) Document Entier	1-10
A	CN111041214A (NATIONAL ENGINEERING RESEARCH CENTER OF ADVANCED ENERGY STORAGE MATERIALS CO., LTD.) (2020-04-21) Document Entier	1-10
A	CN110492193A (ZHUHAI GREE ELECTRIC APPLIANCES INC.) (2019-11-22) 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 : CN111004918A

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques des revendications 1-10. Ainsi l'objet des revendications 1-10 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D1 est le document de l'état de la technique le plus proche de la présente demande et divulgue une méthode de préparation de nickel sphérique alpha par le recyclage de batteries d'hydrogène de nickel usagées, caractérisée en ce que : la méthode est exécutée selon les étapes suivantes :

(a) effectuer un traitement thermique sur des piles à hydrogène de nickel usagées et de la poudre de carbone, les broyer et les tamiser, les lixivier avec du peroxyde d'hydrogène et de l'acide sulfurique, et les filtrer pour obtenir une solution de sulfate contenant des ions de nickel, de cobalt, de manganèse et d'aluminium ;

(b) chauffer la solution de sulfate contenant des ions de nickel, de cobalt, de manganèse et d'aluminium obtenue à l'étape (a) à 80-98°C, puis ajouter une certaine quantité de solution de permanganate de potassium et de solution de sulfate de sodium, en contrôlant le pH de la solution de réaction pour qu'il n'excède pas 3.5 en ajoutant une solution d'hydroxyde de sodium ou/et une solution de carbonate de sodium, en agitant, en maintenant la température pendant un certain temps, et en filtrant le produit de la réaction pour obtenir une solution mixte de sulfate de nickel-cobalt-aluminium de haute pureté ; et

(c) complexer la solution mixte de sulfate de nickel-cobalt-aluminium de haute pureté obtenue à l'étape (b) avec de l'eau ammoniacale, puis ajouter goutte à goutte le produit de complexation, la solution mixte d'hydroxyde de sodium et de carbonate de sodium, et la solution correspondante de sulfate de nickel, de sulfate de cobalt ou/et de sulfate d'aluminium à compléter dans un récipient de réaction à une température de 55-70°C et

rempli d'eau ammoniacale pour la réaction afin de préparer du nickel sphérique alpha (voir la revendication 1).

La revendication 1 diffère de la revendication D1 en ce que : les matières premières de traitement sont différentes, la revendication 1 concerne des scories de fer et d'aluminium, la revendication D1 concerne des piles à hydrogène au nickel usagées, et continue d'ajouter du permanganate de potassium et du sulfate de sodium à la solution de sulfate ; et la revendication 1 concerne les étapes de contrôle de la valeur du pH à plusieurs reprises pour précipiter différents fer et aluminium et complexer le nickel, et l'ajout d'un oxydant pour rompre la complexation.

Le problème technique objectif est la fourniture d'une méthode alternative de récupération du nickel.

Bien que les matières premières de traitement soient différentes, la revendication 1 et D1 concernent toutes deux l'extraction d'un nickel plus pur à partir de divers déchets de batteries, et les matières premières de D1 peuvent être appliquées à la méthode d'extraction du nickel à partir de scories de fer-aluminium de la revendication 1, simplement en apportant de légères modifications par l'homme du métier en fonction des différentes substances contenues dans les matières premières. De plus, comme il n'y a pas de manganèse, de vanadium et de terres rares dans le laitier de fer-aluminium, l'omission de l'étape d'ajout de permanganate de potassium et de sulfate de sodium serait facilement envisageable pour l'homme du métier. Étant donné que le fer et l'aluminium présentent tous deux les caractéristiques d'une précipitation hydrolytique, l'homme du métier concevrait facilement de continuer à contrôler la valeur du pH pour précipiter le fer et l'aluminium lorsqu'elle est confrontée à des déchets de batteries contenant du fer et de l'aluminium. La valeur du pH pour la complexation est connue de l'état de la technique. Pour l'homme du métier, selon une forme cible de nickel extrait, si le Ni pur est souhaité, les exigences d'élimination des impuretés peuvent être satisfaites juste après le lavage du nickel complexé pour l'élimination des impuretés, et il suffit de décomplexer le nickel par la suite. De plus, l'utilisation d'un oxydant pour rompre la complexation est connue de l'état de la technique. Par conséquent, sur la base de D1, il serait évident pour l'homme du métier d'arriver à la solution technique de la revendication 1 sans l'exercice d'une activité inventive.

L'objet de la revendication 1 n'implique pas d'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2-10 ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elle se réfère, définisse un objet satisfaisant aux exigences concernant l'activité inventive conformément à 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.