

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 64813 B1** (51) Cl. internationale : **C21C 7/076; C22B 1/00; H01M 10/54; C22B 7/00; C22B 7/04; C22B 23/02**
- (43) Date de publication : **31.10.2024**

-
- (21) N° Dépôt : **64813**
- (22) Date de Dépôt : **24.05.2022**
- (30) Données de Priorité : **26.05.2021 EP 21176046**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/EP2022/063978 24.05.2022**
- (71) Demandeur(s) : **Umicore, Rue du Marais 31 1000 Brussels (BE)**
- (72) Inventeur(s) : **SCHEUNIS, Lennart**
- (74) Mandataire : **M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI**

-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ PYROMÉTALLURGIQUE ÉNERGÉTIQUEMENT EFFICACE POUR LE TRAITEMENT DE BATTERIES LITHIUM-ION**
- (57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé de fusion à deux étapes pour la récupération de Ni et de Co à partir de batteries et d'autres sources. Le procédé comprend les étapes consistant à : - définir un niveau d'oxydation Ox et une charge métallurgique supportant une batterie ; - faire fondre et oxyder la charge métallurgique par injection d'un gaz porteur de O₂ dans la matière fondue pour atteindre le niveau d'oxydation défini Ox ; et faire fondre et réduire le laitier obtenu à l'aide d'une source de chaleur et d'un agent réducteur. Le procédé est énergétiquement plus efficace qu'un procédé de fusion réducteur à une seule étape et fournit un alliage de pureté plus élevée et un laitier final plus pur.

Revendications

1. Procédé destiné à la récupération de métaux de valeur à partir d'une charge métallurgique comprenant des agents de formation de laitier, et des batteries Li-ion ou leurs produits dérivés contenant Co, Ni, Al métallique, et C, comprenant les étapes consistant à :

- fournir un four de fusion métallurgique équipé de moyens permettant l'injection immergée d'un gaz porteur d'O₂ ;
 - définir un niveau d'oxydation Ox caractérisant des conditions de fusion oxydante selon la formule :

$$Ox = pCO_2 / (pCO + pCO_2),$$

dans lequel $0,1 < Ox < 1$, pCO et pCO₂ sont les pressions partielles en CO et CO₂ en contact avec la masse fondue ;

- préparer la charge métallurgique comprenant une fraction pondérale Bf de batteries Li-ion ou de leurs produits dérivés, selon la formule :

$$1 > Bf > 0,3 / ((1 + 3,5 * Ox) * C) + 2,5 * Al),$$

dans lequel Ox est le niveau d'oxydation, et Al et C sont les fractions pondérales respectives d'Al métallique et de C dans lesdites batteries ou leurs produits dérivés ;

- effectuer une fusion oxydante de la charge métallurgique en injectant un gaz porteur d'O₂ dans la masse fondue pour atteindre le niveau d'oxydation Ox défini, en obtenant de ce fait un premier alliage avec une majeure partie de Ni, et un premier laitier contenant Ni et Co résiduels ;

- effectuer une séparation liquide/liquide du premier alliage par rapport au premier laitier ; et,

- effectuer une fusion réductrice du premier laitier à l'aide d'une source de chaleur et d'un agent réducteur, maintenir un potentiel de réduction assurant la réduction de Co et Ni, en produisant de ce fait un second alliage, et un second laitier contenant moins de 1 % en poids de Ni, de préférence moins de 0,5 %, et plus préférablement moins de 0,1 %.

2. Procédé destiné à la récupération de métaux de valeur à partir d'une charge métallurgique comprenant des agents de formation de laitier, et des batteries Li-ion ou leurs produits dérivés contenant Co, Ni, Al métallique, et C, comprenant les étapes consistant à :

- fournir un four de fusion métallurgique équipé de moyens permettant l'injection immergée d'un gaz porteur d'O₂ ;
 - préparer la charge métallurgique à l'aide d'une fraction pondérale Bf de batteries Li-ion ou de leurs produits dérivés dans la charge métallurgique ;
 - définir un niveau d'oxydation Ox caractérisant des conditions de fusion oxydante selon la formule :

$$Ox = pCO_2 / (pCO + pCO_2) > (((0,3 / Bf - 2,5 * Al) / C) - 1) / 3,5,$$

dans lequel $0,1 < Ox < 1$, pCO et pCO₂ sont les pressions partielles en CO et CO₂ en contact avec la masse fondue, et Al et C sont les fractions pondérales respectives d'Al métallique et de C dans lesdites batteries ou leurs produits dérivés ;

- effectuer une fusion oxydante de la charge métallurgique en injectant un gaz porteur d'O₂ dans la masse fondue pour atteindre le niveau d'oxydation Ox défini, en obtenant de ce fait un premier alliage avec une majeure partie de Ni, et un premier laitier contenant Ni et Co résiduels ;

- effectuer une séparation liquide/liquide du premier alliage par rapport au premier laitier ; et,

- effectuer une fusion réductrice du premier laitier à l'aide d'une source de chaleur et d'un agent réducteur, maintenir un potentiel de réduction assurant la réduction de Co et Ni, en produisant de ce fait un second alliage, et un second laitier contenant moins de 1 % en poids de Ni, de préférence moins de 0,5 %, et plus préférablement moins de 0,1 %.

3. Procédé selon les revendications 1 ou 2, dans lequel l'étape de fusion oxydante est autogène.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le premier laitier est maintenu dans l'état

liquide entre les étapes de séparation liquide/liquide et l'étape de fusion réductrice.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le gaz porteur d'O₂ est de l'air enrichi ou de l'O₂ pur.

5

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel Ox < 0,98, de préférence Ox < 0,95.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel lesdits agents de formation de laitier comprennent, en poids, jusqu'à 50 % de CaO, jusqu'à 55 % d'Al₂O₃, et jusqu'à 65 % de SiO₂.

10

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, comprenant en outre une étape de transfert du premier laitier séparé vers un second four approprié pour mettre en oeuvre une étape de fusion réductrice, en obtenant de ce fait un second alliage porteur de Ni et de Co, et un second laitier appauvri.

15

9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ledit second four est un four électrique.

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant en outre une étape de séparation liquide/liquide du second alliage par rapport au second laitier.

20

11. Procédé selon la revendication 10, comprenant en outre une étape de remise en circulation du second alliage séparé vers l'étape de fusion autogène, de préférence à l'état liquide.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant en outre les étapes consistant à :

25

- atomiser le premier alliage ; et,

- dissoudre l'alliage atomisé dans des conditions acides, en obtenant de ce fait une solution porteuse de métal appropriée pour un raffinage hydrométallurgique ultérieur.

30

35

40

45

50

55