

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 49873 B1**
- (51) Cl. internationale : **C22B 23/02; C22B 23/0484;
C22B 23/02; C22B 3/00**
- (43) Date de publication : **26.02.2021**
-
- (21) N° Dépôt : **49873**
- (22) Date de Dépôt : **22.10.2018**
- (30) Données de Priorité : **27.10.2017 EP 17198908.0**
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT: **PCT/EP2018/078896 22.10.2018**
- (71) Demandeur(s) : **UMICORE, Rue du Marais 31 B-1000 Brussels (BE)**
- (72) Inventeur(s) : **SUETENS, Thomas ; VERMEULEN, Isabel ; OOSTERHOF, Harald ; COECK, Luc ; HACCURIA, Elien ; CRIVITS, Tijl ; BALTES, Michael**
- (74) Mandataire : **ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**
-
- (54) Titre : **PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION DE MÉTAUX À PARTIR DE MATÉRIAUX CONTENANT DU COBALT**
- (57) Abrégé : Cette invention concerne un procédé de récupération de métaux à partir d'un matériau métallifère contenant, sous forme oxydée, plus de 1 % de Co, un total de Co et de Ni supérieur à 15 %, et plus de 1 % de Mg, comprenant l'étape consistant à : - faire fondre ledit matériau métallifère dans un four à bain conjointement avec des agents scorifiants, ce qui permet de produire une phase d'alliage avec plus de 80 %, de préférence plus de 90 % de Co, et moins de 1 % de Mg, et une phase de laitier, en appliquant des conditions de fusion réductrice, et en sélectionnant le CaO, le SiO₂ et l'Al₂O₃ en tant qu'agents scorifiants, en des quantités permettant d'obtenir une composition finale de laitier suivant le rapport $0,25 < \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 < 2,5$, $0,5 < \text{SiO}_2/\text{CaO} < 2,5$, et $\text{MgO} > 10 \%$; et - séparer la phase d'alliage de la phase de laitier. Ce procédé assure la récupération quantitative de Co dans une phase d'alliage avec d'autres métaux tels que le Ni, tout en collectant le Mg dans un laitier. Du fait qu'il est exempt de Mg, l'alliage obtenu peut être affiné de manière économique par des techniques hydrométallurgiques, en particulier pour la préparation de précurseurs destinés à être utilisés en tant que matériau de cathode dans des batteries Li-ion.

نبذة مختصرة

يتم الكشف عن عملية لاستعادة المعادن من مادة حاملة للمعادن تحتوي على، في شكل مؤكسد، أكثر من 1% كوبالت، و مجموعة كوبالت و نيكل أكثر من 15%، وأكثر من 1% مغنيسيوم، والتي تتألف من الخطوات التالية:

5 - صهر المواد الحاملة للمعادن المذكورة في فرن الحمام مع أدوات تشكيل الخبث، وبالتالي إنتاج طور سبيكة بأكثر من 80%، ويفضل أكثر من 90% من الكوبالت، وأقل من 1% من المغنيسيوم، وطور خبث، عن طريق تطبيق اختزال ظروف الصهر، وعن طريق اختيار CaO و SiO₂ و Al₂O₃ كمشكلات خبث، بكميات للحصول على تركيبة خبث نهائية وفقاً للنسب $0.5 < \text{SiO}_2/\text{CaO} < 2.5$ ، $0.25 < \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 < 2.5$ و إلى $\text{MgO} > 10\%$ ؛ و، - فصل طور السبيكة من طور الخبث.

10 تكفل هذه العملية الاستعادة الكمية للكوبالت في مرحلة السباتك مع المعادن الأخرى مثل النيكل، اثناء جمع المغنيسيوم في خبث. نظراً لخلوه من المغنيسيوم، يمكن صقل السباتك المستخلصة اقتصادياً باستخدام تقنيات هيدروميثاليورجيا، على وجه الخصوص لإعداد السلانف للاستخدام كمواد قطبية السالب في بطاريات الليثيوم-الايونية.

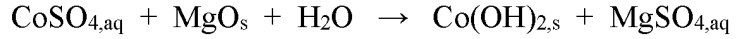
عملية لاستعادة المعادن من المواد الحاملة للكوبالت

يتعلق الكشف الحالي بعملية لاستعادة المعادن من المواد الحاملة للكوبالت.

قدم ارتفاع الطلب على السيارات الكهربائية ازدهار سوق بطاريات الليثيوم أيون. تعتبر الكوبالت والنيكل هي بعض أهم المعادن التي تستخدم لإنتاج هذه البطاريات القابلة لإعادة الشحن، و بالتالي فإن الطلب على هذه المعادن ينمو أيضا بسرعة.

- 5 يقع ما يقرب من نصف احتياطيات الكوبالت في العالم في حزام النحاس الأفريقي و الذي يقع على الاختزال بين زامبيا وجمهورية الكونغو الديمقراطية. في هذه المنطقة، يتم توفير الكوبالت كمنتج ثانوي لصناعة النحاس؛ تحتوي ودائع الخام عادة على 4-5% نحاس، في حين وجود 0.2-0.4% كوبالت فقط. تحصل مصانع استعادة الكوبالت عادة على تغذيتها لاستنزاف من دوائر تكرير النحاس. تحتوي تيارات الاستنزاف عادة على بضعة جرامات لكل لتر من الكوبالت، وبعض النيكل، إلى جانب عدد من الشوائب التي يتم إزالتها إلى حد ما في الموقع عن طريق خطوة تحييد. المنتجات الناتجة الحاملة للكوبالت هي ما يسمى برواسب هيدروكسيد مختلطة (MHP).

- 10 إنتاج MHP حديث جداً حزام النحاس الأفريقي. في معظم الحالات، يتم استخدام هليب المغنيسيا (MgO) لترسيب هيدروكسيد الكوبالت، وفقاً للتفاعل؛



- 15 من الناحية العملية، تحتوي MHP التي يتم الحصول عليها وفقاً للتفاعل أعلاه أيضاً على كبريتات أساسية وأنواع مؤكسدة جزئياً، مثل أوكسي هيدروكسيدات، على معادن مترسبة. بجانب الكوبالت، فقد تحتوي على كميات كبيرة من النيكل والنحاس أو المعادن الثمينة الأخرى.

عادة ما يتم نقل MHP إلى المصانع المتخصصة لتنقية واستعادة المعادن الثمينة الموجودة.

في حالات نادرة، يتم استخدام ترسيب الجير (CaO) بدلاً من المغنيسيا. و لكن يتم تخفيف MHP بالجبس، والتي تؤدي بدورها إلى تكاليف نقل ومعالجة أعلى، و متطلبات تنقية إضافية.

- 20 لا يخلو الهطول بالمغنيسيا من العيوب. تتلوث MHP عادة بكمية كبيرة من المغنيسيوم. لوجود المغنيسيوم في الترسيب تأثير ضار على مخطط تدفق تكرير المصب، وخصوصاً فيما يتعلق بإنتاج أملاح الكوبالت أو الهيدروكسيدات أو المعادن عالية النقاء.

- 25 في معظم الحالات، تملئ متطلبات النقاء الحرجة من قبل صناعة البطاريات، التي تمتص نسبة متزايدة من إنتاج الكوبالت العالمي. بسبب متطلبات النقاء هذه، تم إنشاء طرق معالجة معقدة، والتي تشمل على سبيل المثال هطول انتقائية، واستخلاص المذيبات و التبادل الأيوني. يتم جعل معظم هذه الطرق أكثر تعقيداً وتكلفة عندما يتعين عليها التعامل مع تدخل المغنيسيوم.

ومع ذلك، هناك عدد قليل من إجراءات الإنتاج المعروفة حيث يتم فصل المغنيسيا مقدماً من خطوات التكرير. هذا النهج تجنب تدخل المغنيسيوم خلال تكرير الكوبالت.

- 30 تقوم US2009249921A1 بتدريس خبث المغنيسيا في مركبات الكوبالت والنيكل باستخدام تركيبات الخبث القائمة على السيليكا/الجير أو السيليكا/الألومينا. تقتصر العملية على الحالة الصلبة لاختزال المعادن، وهي عملية تعرف أيضاً باسم الاختزال المباشر. يتم بشكل اختياري إجراء عملية صهر لاحقة بغرض فصل السباتك عن الخبث.

يقوم WO2009100495 بتدريس عملية صهر حمامي لمنتجات النيكل، وإنتاج النيكل المنصهر، عن طريق التحكم في كيمياء الخبث للحصول على قابلية ذوبان عالية للملوثات الموجودة في منتج النيكل. تُعرف الملوثات بالمغنيسيوم والكالسيوم والكوبالت والنحاس والمنغنيز والسيليكون والكبريت والفوسفور والألمنيوم في شكل عنصري و على شكل مركبات.

- 35 تترك العملية وفقاً لهذا الاختراع أيضاً الفصل الأمامي لأكسيد المغنيسيوم. ولكن بالمقابل لحالة التقنية السابقة، يسمح الاختراع لثمي المترامن للكوبالت، و النيكل في حالة وجوده، في مرحلة معدنية منصهرة، في حين جمع المغنيسيا في الخبث.

وتحقيقاً لهذه الغاية، تم تطوير عملية لاستعادة المعادن من مادة حاملة للمعادن تحتوي على، في شكل مؤكسد، أكثر من 1% كوبالت، و مجموعة كوبالت و نيكل أكثر من 15%، وأكثر من 1% مغنيسيوم، والتي تتألف من الخطوات التالية؛

- صهر المواد الحاملة للمعادن المذكورة في فرن الحمام مع أدوات تشكيل الخبث، وبالتالي إنتاج طور سبيكة بأكثر من 80%، ويفضل أكثر من 90% من الكوبالت، وأقل من 1% من المغنيسيوم، وطور خبث، عن طريق تطبيق اختزال ظروف الصهر، وعن طريق اختيار CaO و SiO_2 و Al_2O_3 كمشكلات خبث، بكميات للحصول على تركيبة خبث نهائية وفقاً للنسب $0.5 < SiO_2/CaO < 2.5$, $0.25 < SiO_2/Al_2O_3 < 2.5$ ، وإلى $MgO > 10\%$ ؛ و- فصل طور السبيكة من طور الخبث.

يتم التعبير عن جميع النسب بالوزن، بعد التجفيف عند 120 درجة مئوية.

يقصد بمصطلح " المواد الحاملة للمعادن في شكل مؤكسد" أن المعادن الموجودة فيها تكون في حالة أكسدة أعلى من الصفر.

أثناء عملية الصهر، سيتم جمع الكوبالت و النيكل في السباتك، بينما سيتم تركيز المغنيزيوم في الخبث مثل MgO ، حيث يتم فصل هذه المراحل، على سبيل المثال عن طريق النقر الانتقائي بعد الاستقرار.

يعرف الشخص الماهر كيف يحصل على ظروف اختزال صهر المطلوبة، وهي عن طريق إضافة كمية كافية من عوامل الاختزال مثل، ولكن ليس على سبيل الحصر، الغاز الطبيعي والنفط والفحم. لا يتم تفضيل الظروف المختزلة للغاية التي تبدأ السيليكون فيها بالإبلاغ إلى السبيكة لأن وجود السيليكون في السبيكة قد يعقد عملية تنقية الكوبالت.

يفضل تركيز الكوبالت الذي يقل عن 1% لضمان الجدارة الاقتصادية لعملية الاستعادة. محتويات الكوبالت الأقل ستجعل مشكلة تداخل الكوبالت-المغنيزيوم أقل أهمية حيث لن يكون هناك حافز اقتصادي كاف لاستعادة وتنقية الكوبالت من هذه المواد.

يفضل تركيز أدنى من 15% لمجموع الكوبالت والنيكل حيث سيؤدي ذلك إلى توليد كمية كافية من سباتك خلال عملية صهر للسماح لسهولة انتقائية التنصت المواد المعدنية الحاملة. تحتوي MHP النموذجية على هذا المستوى من المعادن.

تتميز العملية بعائد الكوبالت إلى السباتك بأكثر من 80% على وجه الخصوص عند التعامل مع مواد ذات محتوى كوبالت منخفض نسبياً، أو أكثر من 90% على وجه الخصوص عند التعامل مع مواد ذات محتويات كوبالت أعلى. تسمح ظروف الاختزال المذكورة أعلاه لمثل هذه المحاصيل إلى أن تتحقق من دون إحداث خفض غير مرغوب فيه. في ظل هذه الظروف، يبلغ أقل من 1% من المغنيزيوم إلى السباتك. وبالتالي يتم تجنب المغنيزيوم في السباتك بشكل أساسي، حيث يبلغ أكثر من 99% من المغنيزيوم عن الخبث.

اعتماداً على التكنولوجيا المستخدمة لتغذية الشحنة المعدنية للفرن، قد يتم احتجاز جزء صغير من المواد مباشرة بواسطة الغازات المنبعثة من الفرن. هذا الجزء، إذا كان موجوداً، لا يصل أبداً إلى الحمام المنصهر، متجاوزاً خطوة الصهر بشكل فعال. لذلك لا يتم احتساب هذا الجزء عند النظر في عائدات المغنيزيوم و الكوبالت.

و يتم اختيار اقتراح نظام رباعي من $Al_2O_3-SiO_2-CaO-MgO$ للحصول على الخبث مع لزوجة منخفضة نسبياً. عندما يتم اختيار تكوين خبث بطريقة تكون لزوجتها فيها أقل من 1500 cP، يمكن عندئذ تغذية مواد مجزأة مباشرة إلى الحمام، لأنها سوف تكون مبللة بسهولة و سيتم دمجها في الخبث. و من ثم تصبح خطوات الشحن ما قبل المعالجة مثل إضافة موق لتشكل كتلات لا داعي لها.

عند استخدام نظام الخبث الرباعي المقترح، يمكن الوصول إلى تركيز MgO في خبث أكثر من 10%. كلما زاد تركيز MgO في الخبث، كانت هناك حاجة إلى كمية أقل من الخبث لإذابة كمية معينة من MgO . وبالتالي فإن الخسائر المعدنية في الخبث أقل.

تركيبات الخبث المفضلة بشكل أكبر هي تلك التي تحتوي على أقل من 35% من CaO لأن هذا يحسن من حركية ذوبان MgO في الخبث.

في نموذج إضافي، تشتمل المادة الحاملة للمعادن على MHP. المعادن الأكثر قيمة فيها هي الكوبالت و النيكل. العناصر الأخرى موجودة، لكنها تعتبر شوائب.

في نموذج آخر، خطوة الصهر هي خطوة الصهر الوحيدة لعملية تلمين كاملة تبدأ عند MHP.

حد عملية التلمين على خطوة صهر واحدة أمر مرغوب فيه لأسباب اقتصادية. يعني مصطلح خطوة الصهر عملية بايرو معدنية مثل التلكيس و التحميص و الصهر والتكرير، التي يتم إجرائها في درجات حرارة عالية. في هذا السياق، درجات الحرارة المرتفعة هي درجات الحرارة التي تمنع وجود الماء السائل. يقصد بمصطلح عملية تلمين الكوبالت العملية التي تبدأ من MHP وتنتهي مع مركب كوبالت له درجة من النقاء متوافقة مع الاستخدام المنوي.

5

في نموذج آخر، تتألف العملية أيضاً على خطوة تحبيب أو تذرير للطور السبيكي.

التحبيب، و يفضل التذرير، مفيدة في تعزيز حركية خطوة الرشح الذي من شأنها عادة أن تكون هناك حاجة إليها عند القيام بخطوات التكرير باستخدام عمليات وحدة الهيدروميالورجيا.

في نموذج إضافي، يتم الحصول على المواد الحاملة للمعادن وفقاً لعملية تشتمل على الخطوات التالية؛

10

- تغذية الخامات أو المركبات الحاملة للكوبالت إلى مفاعل الترشيح؛

- ترشيح الخامات أو المركبات في ظروف حمضية، وبالتالي الحصول على سائل أم حامل للكوبالت؛

- ترسيب الكوبالت من السائل الأم باستخدام MgO، وبالتالي الحصول على مادة حاملة للمعادن تحتوي، في شكل مؤكسد أكثر من 1% كوبالت، وأكثر من 1% مغنيزيوم.

إن عملية فصل MgO عن MHP هي في الواقع أكثر ملاءمة مع العمليات الأولية المؤدية إلى MHP الملوثة بـMgO.

15

في نموذج إضافي، تشتمل العملية على الخطوات الإضافية التالية؛

- ترشيح مرحلة سبائك المحببة أو المذرة في ظروف حمضية، وبالتالي الحصول على محلول ترشيح حامل للكوبالت؛

- تنقية محلول الترشيح عن طريق استخراج أو إزالة الشوائب من المحلول، وبالتالي الحصول على محلول منقى؛

- استعادة الكوبالت من المحلول المنقى.

تكون العملية الحالية، عند تضمين خطوة تحبيب أو تذرير السبيكة، هي الأكثر ملاءمة لزيادة

20

تلمين الكوبالت المحتوي باستخدام تقنيات هيدروميالورجيا. في الواقع، وبفضل غياب المغنيسيوم، يستخلص أو يزال شوائب أقل من المحلول الخامل للكوبالت. هذا يتناقض مع الحالة التي يكون فيها المغنيسيوم موجود في محلول، لأنه ينطوي حينئذٍ نظام التنقية الفعلية الوحيدة على الاستخراج الانتقائي للكوبالت من المحلول، الذي هو عملية معقدة و مكلفة أكثر بكثير.

مثال

25

عادة ما تحتوي رواسب هيدروكسيد المختلطة (MHP) على 50% أو أكثر من الرطوبة الحرة. هناك حاجة إلى التجفيف الجزئي قبل تغذية هذه المواد إلى فرن الصهر. وبالتالي يتم تجفيف MHP أولاً إلى محتوى رطوبة يبلغ حوالي 20%. لا ينصح بالتجفيف لمستويات رطوبة أقل من ذلك حيث أن ذلك قد يجعل المنتج مترباً للغاية بحيث لا يمكن التعامل معه بأمان.

يظهر تكوين MHP المستخدم كمنتج ابتدائي في الجدول 1. يتم التعبير عن التركيبة بالنسبة للمنتج المجفف عند 120 درجة مئوية.

30

الجدول 1؛ تركيب MHP

الإدخال (بالوزن %)	الومنيوم	سيليكون	كالمسيوم	مغنيزيوم	حديد	كوبالت	نحاس	نيكل
MHP	0,02	1,2	0,0	4,6	0,0	40,2	0,7	0,1

يتم إعداد خليط يتألف من 1000 جرام MHP، و 360 جرام كوك، و 400 جرام خبث السبائك، و 100 جرام عامل صهر Al_2O_3 . لا يوجد علاج مسبق مثل التكتل أو استخدام الروابط. خبث السبائك هو من النوع المتوفر المنتج في فرن التفجيري في عملية صنع الحديد.

يذوب الخليط في بوتقة ألومينا مغطاة بنيتريد البورون بحجم 1 لتر. يتم الحفاظ على درجة حرارة 1500 درجة مئوية باستخدام فرن الحث. عند الذوبان، يتم عمل 4 خطوات إضافات متدرجة تبلغ 100 جرام من MHP في البوتقة.

بمجرد إضافة جميع المواد، يتم فرض الضغط الجزئي للأوكسجين عن طريق نفخ خليط من 130 لتر/ ساعة من الكوبالت و 6 لتر/ساعة لمدة ساعة واحدة في الحمام. وينتج عن هذا تأسيس توازن أكسدة و اختزال محتمل (pO_2). سيحقق الشخص الماهر نفس إمكانات الأكسدة والاختزال بسهولة في نطاق صناعي باستخدام عوامل اختزال أخرى متاحة مثل الغاز الطبيعي والزيت و الفحم.

بعد ذلك، يسمح للصهر بالصب لمدة 15 دقيقة. تسمح السيولة الجيدة للخبث بترويق فعال، أي بدون قطرات من السباتك المتبقية التي تطفو في الخبث. بعد التبريد، يتم إجراء فصل طور الخبث يدويًا حيث يتم تحليل كلتا المرحلتين.

يظهر توازن مادي مفصل في الجدول 2.

10

الجدول 2؛ تفصيل التوازن المادي لعملية الصهر

الإدخال (بالوزن %)	الكتلة (جرام)	الومنيوم	سيليكون	كالسيوم	مغنيزيوم	حديد	كوبالت	نحاس	نيكل
MHP	1400,0	0,02	1,2	0,0	4,6	0,0	40,2	0,7	0,1
الخبث	400,00	3,1	16,0	24,7	3,9	2,7	0,0	0,8	0,2
Al_2O_3	100,00	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

الإدخال (بالوزن %)	الكتلة (جرام)	الومنيوم	سيليكون	كالسيوم	مغنيزيوم	حديد	كوبالت	نحاس	نيكل
MHP	1400,0	0,2	16,2	0,0	64,1	0,6	562,3	9,9	1,1
الخبث	400,0	12,2	64,0	98,6	15,6	10,9	0,0	3,2	0,8
Al_2O_3	100,0	52,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
المجموع	1900,0	65,3	80,3	98,6	79,7	11,4	562,3	13,1	1,9

الإخراج (بالوزن %)	الكتلة (جرام)	الومنيوم	سيليكون	كالسيوم	مغنيزيوم	حديد	كوبالت	نحاس	نيكل
سباتك	650,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	93,5	1,9	0,3
الخبث	660,0	10,0	12,1	15,1	11,0	0,5	1,1	0,0	0,0
ماء	590,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

الإخراج (بالوزن %)	الكتلة (جرام)	الومنيوم	سيليكون	كالسيوم	مغنيزيوم	حديد	كوبالت	نحاس	نيكل
سباتك	650,0	0,0	0,2	0,0	0,0	7,2	607,8	12,4	2,0
الخبث	660,0	66,0	79,9	99,7	72,6	3,3	7,3	0,3	0,0
ماء	590,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
المجموع	1900,0	66,0	80,0	99,7	72,6	10,5	615,0	12,6	2,0

التوزيع (بالوزن %)	الكتلة (جرام)	الومنيوم	سيليكون	كالسيوم	مغنيزيوم	حديد	كوبالت	نحاس	نيكل
سباتك	34,2	0,0	0,2	0,0	0,0	68,4	98,8	97,8	99,9
الخبث	34,7	100,0	99,8	100,0	100,0	31,6	1,2	2,2	0,1

100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	68,9	المجموع
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	---------

يحتوي الخبث على نسبة $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ مساوٍ لـ 0.7، ونسبة SiO_2/CaO مساوٍ لـ 1.2. تتوافق تركيزات المغنيسيوم والكالسيوم 11% و 15% مع MgO 18.2% و CaO 21.1%.

يبلغ عائد الكوبالت إلى السبائك 98.8%، بينما يبلغ عائد المغنيزيوم إلى الخبث 100%. وبالتالي يتم الحصول على سبيكة خالية من المغنيزيوم.

5

10

15

20

25

30

عناصر الحماية

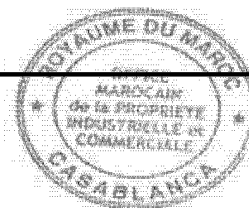
1. عملية لاستعادة المعادن من مادة حاملة للمعادن تحتوي على، في شكل مؤكسد، أكثر من 1% كوبات، و مجموعة كوبات و نيكل أكثر من 15%، وأكثر من 1% مغنيسيوم، والتي تتألف من الخطوات التالية؛
 - صهر المواد الحاملة للمعادن المذكورة في فرن الحمام مع أدوات تشكيل الخبث، وبالتالي إنتاج طور سبيكة بأكثر من 80%، ويفضل أكثر من 90% من الكوبات، وأقل من 1% من المغنيسيوم، و طور خبث، عن طريق تطبيق اختزال ظروف الصهر، وعن طريق اختيار CaO و SiO_2 و Al_2O_3 كمشكلات خبث، بكميات للحصول على تركيبة خبث نهائية وفقاً للنسب $0.5 < SiO_2/CaO < 2.5$, $0.25 < SiO_2/Al_2O_3 < 2.5$ ، و إلى $MgO > 10\%$ ؛ و- فصل طور السبيكة من طور الخبث.
2. عملية وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل المادة الحاملة للمعادن على MHP.
3. عملية وفقاً لعنصر الحماية 2، حيث تكون خطوة الصهر هي خطوة الوحيدة لعملية تيمين كوبات كاملة تبدأ من MHP.
4. عملية لاستخلاص المعادن من المواد المعدنية الحاملة وفقاً لأي من عناصر الحماية 1-3، تتألف أيضاً من خطوة تحبيب أو تدرير أوجه لطور السباتك.
5. عملية استعادة المعادن من المواد الحاملة للمعادن وفقاً لأي من عناصر الحماية من 1 إلى 4، حيث يتم الحصول على المواد الحاملة للمعادن وفقاً لعملية تشتمل على الخطوات التالية؛
 - تغذية الخامات أو المركبات الحاملة للكوبات إلى مفاعل الترشيح؛
 - ترشيح الخامات أو المركبات في ظروف حمضية، وبالتالي الحصول على سائل أم حامل للكوبات؛
 - ترسيب الكوبات من السائل الأم باستخدام MgO، وبالتالي الحصول على مادة حاملة للمعادن تحتوي، في شكل مؤكسد أكثر من 1% كوبات، وأكثر من 1% مغنيزيوم.
6. عملية وفقاً لأي من عناصر الحماية 1 أو 5، والتي تتألف أيضاً من الخطوات التالية:
 - ترشيح مرحلة سباتك المحببة أو المذرة في ظروف حمضية، وبالتالي الحصول على محلول ترشيح حامل للكوبات؛
 - تنقية محلول الترشيح عن طريق استخراج أو إزالة الشوائب من المحلول، وبالتالي الحصول على محلول منقى؛
 - استعادة الكوبات من المحلول المنقى.

25

30

**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 : 49873	Date de dépôt : 27/05/2020
	Date d'entrée en phase nationale : 27/05/2020
Déposant : UMICORE	Date de priorité: 27/10/2017
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION DE MÉTAUX À PARTIR DE MATÉRIAUX CONTENANT DU COBALT	
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 : 08/11/2020
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
5 Pages
- Revendications
6

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : C 22B 3/00, C 22B 23/02

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
A	US 2009249921 A1 (OSBORNE GEOFFREY EDWIN [CA] ET AL) (2009-10-08) Document entier	1-6
A	WO 2009100495 A1 (BHP BILLITON INNOVATION PTY [AU]; RATCHEV IVAN [AU]; RIGBY GREGORY DAV) (2009-08-20) Document entier	1-6
A	M J Hawkins ET AL, "Recovering cobalt from primary and secondary sources", New York DOI: 10.1007/s11837-998-0353-z external link (1998-10-01), page 46-50, Retrieved from the Internet: URL: https://rd.springer.com/content/pdf/10.1007/s11837-998-0353-z.pdf ; XP055445962, DOI: 10.1007/s11837-998-0353-z* Document entier	1-6

***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 1-6 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-6 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-6 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 : US 2009249921 A1
D2 : WO 2009100495 A1
D3 : XP055445962

1. Nouveauté

Aucun document de l'état de l'art cité ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-10. Par conséquent, 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

D1 peut être considéré comme l'art antérieur le plus proche étant donné qu'un procédé selon D1 permet d'obtenir du cobalt à partir de matériaux mixtes d'oxyde de nickel et de cobalt. D1 décrit (voir la revendication 16) un procédé de fabrication de nickel ou de cobalt métallique comprenant la fourniture d'un sel métallique choisi dans le groupe constitué par l'hydroxyde de nickel, l'hydroxyde de cobalt, l'hydroxyde mixte de nickel-cobalt, le carbonate de nickel, le carbonate de cobalt et leurs combinaisons; mélanger le sel métallique avec un liant choisi dans le groupe constitué par le liant inorganique, le liant organique et leurs combinaisons, pour former un mélange; ajouter éventuellement de l'eau; former le mélange en agglomérats; sécher les agglomérats; ajouter une quantité réductrice efficace d'un agent réducteur choisi dans le groupe consistant en un réducteur gazeux, du coke, du charbon et des combinaisons de ceux-ci; et réduire directement les agglomérats séchés avec une quantité efficace de chaleur pour produire un métal choisi dans le groupe constitué par le nickel, le cobalt et leurs combinaisons. Le procédé peut en outre comprendre l'ajout de flux au métal.

En conséquence, D1 décrit la réduction à l'état solide de matériaux contenant du cobalt-nickel, un processus également connu sous le nom de réduction directe.

Le procédé de la revendication 1 diffère du procédé décrit en D1 en fondant ledit matériau contenant du métal dans un four à bain avec des formeurs de laitier, produisant ainsi une phase d'alliage contenant plus de 80% de Co dans une phase d'alliage et moins de 1% de Mg, en appliquant des conditions de fusion réductrices, et en sélectionnant des formeurs de laitier CaO, SiO₂ et Al₂O₃ comme laitier, en quantités de manière à obtenir une composition finale de laitier selon le rapport $0,25 < \text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3 < 2,5$, $0,5 < \text{SiO}_2 / \text{CaO} < 2,5$ et à MgO > 10%.

Le problème à résoudre peut être vu comme la manière de fournir des sels de cobalt de haute pureté à partir de matériaux oxydés mixtes cobalt-nickel contenant une contamination par le magnésium.

Aucun indice n'a pu être trouvé dans l'état de la technique disponible pour modifier un procédé de réduction directe décrit dans D1 en un procédé de fusion revendiqué.

L'invention permet la valorisation simultanée du cobalt, et du nickel s'il est présent, dans une phase métallique fondue, tout en collectant la magnésie dans un laitier.

Ainsi, l'objet des revendications 1- 6 implique une 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.