ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) **BREVET D'INVENTION**

(11) N° de publication :
MA 60453 A1

(43) Date de publication :
27.09.2023

(51) Cl. internationale :
C22B 1/02; C22B 59/00;
C22B 1/02; C22B 59/00

(21) N° Dépôt :
60453

(22) Date de Dépôt :
30.12.2021

(30) Données de Priorité :
18.05.2021 CN 202110540351.1

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/CN2021/142928 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. 018, Jinsha East Road, Jinzhou New District, Changsha City, 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) :
LI Changdong ; RUAN Dingshan ; MAO Linlin ; LIAO Yulong ; YANG Ding ; XU, Jianfeng

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **PROCÉDÉ POUR L'OXYDATION ET LA CALCINATION SÉCURISÉE DE POUDRE DE NÉODYME-FER-BORE ET APPLICATION DE CELUI-CI**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un procédé pour l'oxydation et la calcination sécurisée d'une poudre de néodyme-fer-bore et l'application de celui-ci. Le procédé consiste à : aimanter et sécher une poudre de néodyme-fer-bore, déclencher l'inflammation et la combustion spontanée de la poudre de néodyme-fer-bore séchée dans un four d'inflammation, puis refroidir, broyer et tamiser la poudre de néodyme-fer-bore ayant subi une combustion spontanée, aimanter un matériau sous-dimensionné, et oxyder et calciner ensuite celui-ci pour obtenir un oxyde de néodyme-fer-bore. Selon la présente invention, une calcination étape par étape en trois sections est réalisée au moyen d'un séchage à basse température, d'une inflammation à température moyenne et d'une oxydation à haute

température, et un risque de combustion spontanée de la poudre de néodyme-fer-bore est maîtrisé dans un four d'inflammation à température moyenne, de telle sorte qu'une gestion, une maîtrise et un isolement soient facilités ; la poudre de néodyme-fer-bore est aimantée, de telle sorte que de la poussière soulevée pendant un processus de calcination peut être efficacement évitée et un risque de combustion et d'explosion de poussière est réduit ; et la poudre de néodyme-fer-bore aimantée se présente sous forme rayonnante et cotonneuse, ce qui augmente l'aire de contact avec l'air, améliore efficacement la vitesse de séchage et le degré d'oxydation, et réduit la consommation d'énergie.

(طريقة أكسدة وتحميص مسحوق النيوديميوم–الحديد –البورون بشكل آمن وتطبيق لها)

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بالكشف عن طريقة لأكسدة وتحميص مسحوق نيوديميوم –حديد –بورون بأمان وتطبيقها. تشتمل الطريقة على: مغنطة وتجفيف مسحوق نيوديميوم –حديد –بورون، وإشعال وحرق مسحوق النيوديميوم –الحديد –البورون المجفف تلقائيًا في فرن إشعال، ومن ثم يبرد ويسحق ويغربل مسحوق النيوديميوم والحديد والبورون المحترق تلقائيًا، ومغنطة مادة خام صغيرة، ومن ثم أكسدة وتحميص نفس المادة للحصول على أكسيد نيوديميوم –حديد –بورون. وفقًا للاختراع الحالي، يتم إجراء تحميص على ثلاثة أجزاء خطوة بخطوة عن طريق التجفيف بدرجة حرارة منخفضة، والاشعال بدرجة حرارة متوسطة، والأكسدة بدرجة حرارة عالية، ويتم التحكم في خطر الاحتراق التلقائي لمسحوق النيوديميوم والحديد والبورون في فرن إشعال متوسط درجة الحرارة، بحيث يتم تسهيل الإدارة والتحكم والعزل؛ يتم مغنطة مسحوق النيوديميوم والحديد والبورون، بحيث يمكن تجنب الغبار المتصاعد في عملية التحميص بشكل فعال وتقل مخاطر احتراق الغبار والانفجار؛ ويكون مسحوق النيوديميوم والحديد والبورون الممغنط على شكل إشعاع حراري وقطن خام، مما يزيد من منطقة التلامس مع الهواء، ويحسن بشكل فعال سرعة التجفيف ودرجة الأكسدة، ويقلل من استهلاك الطاقة.

(طريقة أكسدة وتحميص مسحوق النيوديميوم–الحديد –البورون بشكل آمن وتطبيق لها)

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بالمجال التقني لإعادة تدوير نفايات مغناطيس NdFeB، وبشكل أكثر تحديدًا، بطريقة لتحميص مؤكسد لمادة مسحوق NdFeB واستخدامها بأمان.

الخلفية التقنية:

أصبحت المغناطيسات الدائمة NdFeB (النيوديميوم–الحديد –البورون) أصبحت المغناطيسات الأرضية النادرة الأكثر استخدامًا في العالم نظرًا لخصائصها المغناطيسية الممتازة، والتي تُعرف عمومًا باسم "مغناطيسات الكينج". حيث يمكنها تحسين كفاءة المحركات ونواقل الحركة عند تطبيقها في المركبات الكهربائية ومحركات بقدرة الرياح. ومع ذلك، أثناء إنتاج المغناطيسات الدائمة NdFeB، يتم إنتاج 20–30 % من القُراضَة. بالإضافة إلى ذلك، تتزايد كمية مغناطيسات NdFeB الملغية في المحركات عامًا بعد عام. تحتوي قُراضَة NdFeB هذه على 70% من الحديد وحوالي 30% من العناصر الأرضية النادرة. سيؤدي التخلص منها بشكل عشوائي إلى نقص في الموارد الأرضية النادرة ومشاكل بيئية وايكولوجية. من أجل التعامل مع النقص في الموارد الأرضية النادرة، تعد إعادة تدوير مغناطيسات NdFeB طريقة مهمة للتخفيف من الاستغلال المفرط الحالي للموارد الأرضية النادرة وحماية البيئة، وهو ذو أهمية كبيرة لحماية الموارد الأرضية النادرة.

يعد التحميص المؤكسد عملية مهمة في عملية إعادة تدوير مغناطيسات NdFeB، وهي أيضًا العملية التي تنطوي على أكبر مخاطر لحريق المعادن وانفجارها، لأن مغناطيسات NdFeB تحتوي على معادن أرضية نادرة، والتي تحتل المرتبة الثانية بعد الفلزات القلوية في النشاط، ويكون لمساحيقها مخاطر من حيث الانفجار وحريق الفلزات بشكل أكبر مما هي عليه في مسحوق الحديد. تحتوي مادة مسحوق NdFeB على درجة حرارة احتراق تلقائية تبلغ حوالي 150 درجة مئوية وحد أدنى للانفجار من

20 إلى 30 جم / م^3. لذلك، يجب أن يضمن التحميص المؤكسد لـ NdFeB ليس فقط درجة عالية من الأكسدة، ولكن أيضًا ضمان السلامة. في الوقت الحالي، تستخدم عمليات التحميص المؤكسدة لمغناطيسات NdFeB في الغالب أتوناً دوارًا، والذي يمكن أن يشكل "ستارة مادية" أثناء دوران المواد، بحيث تكون مادة مسحوق NdFeB ملامسة بشكل تام للهواء أثناء التحميص. ومع ذلك، يكون للأتَانِينُ الدوارة معدل تفاعل بطيء للأكسدة واستهلاك مرتفع للطاقة، وبالتالي، فإنها تستغرق غالبًا من 4 إلى 8 ساعات للتحميص بدرجة حرارة عالية أو للتحميص الثانوي بغرض تحقيق معدل أكسدة أعلى. بالإضافة إلى ذلك، عندما يدور جسم الفرن، ينشب عن NdFeB غبارًا مرتفعًا في حيز محصور، مما يمثل خطرًا كبيرًا من حيث الغبار وخطرًا كبيرًا من حيث التعرض لحريق وانفجار.

الكشف عن الاختراع:

يهدف الاختراع الحالي إلى حل واحدة على الأقل من المشكلات الفنية الموجودة في الحالة التقنية الصناعية السابقة كما هو مذكور أعلاه. تحقيقا لهذه الغاية، يقترح الاختراع الحالي طريقة للتحميص المؤكسد لمادة مسحوق NdFeB بأمان واستخدامها، حيث يمكن تقليل خطر نشوب حريق معدني وانفجار أثناء التحميص المؤكسد لمادة مسحوق NdFeB.

وفقًا لأحد جوانب الاختراع الحالي، تم اقتراح طريقة للتحميص المؤكسد لمادة مسحوق NdFeB بأمان، والتي تشتمل على الخطوات التالية:

عند خطوة 1: يتم مغنطة مادة مسحوق NdFeB وتجفيفها؛

عند خطوة 2: تسخين مادة مسحوق NdFeB الممغنطة والمجففة إلى الاحتراق التلقائي، ومن ثم تحضير منتج الاحتراق التلقائي إلى مسحوق؛ و

عند خطوة 3: تعريض المسحوق للمغنطة ومن ثم التحميص المؤكسد للحصول على أكسيد NdFeB.

عند الخطوة 1، يتم استخدام فرن التجفيف للتجفيف، ويتم تزويد فرن التجفيف بجهاز هواء مستحث لاستخراج بخار الماء من الفرن؛ يكون NdFeB الممغنط في شكل قطري، والذي يمكن أن يحقق التجفيف السريع لمادة مسحوق NdFeB، وتجذب جزيئات المسحوق بعضها البعض مغناطيسيًا، بحيث يصعب ظهور حالة NdFeB التي تثير الغبار؛ وفي الخطوة 3، يتم إدخال الهواء أثناء التحميص المؤكسد، وتكون القطع الخام الصغيرة بعد المغنطة في شكل بنية تشبه القطن، وهو ملامس بشكل تام للهواء عند درجة حرارة عالية لتحقيق درجة عالية من الأكسدة.

أثناء عملية الاحتراق التلقائي، يتم تحويل مادة مسحوق NdFeB من مسحوق سبيكة إلى أكاسيد فلزية، ويتمدد الحجم؛ بالإضافة إلى ذلك، فإن درجة الحرارة العالية الناتجة أثناء عملية الاحتراق التلقائي تعزز تماسك الحافة بين جزيئات المسحوق، وبالتالي، من الضروري طحن منتج الاحتراق التلقائي. نظرًا لأن المادة بعد الاحتراق التلقائي كانت بالفعل أكاسيد (مؤكسدة بشكل غير كافٍ) وتم مغنطتها وهناك قوة ربط منخفضة في المسحوق، فلا يحدث المزيد من الترابط أثناء التحميص المؤكسد اللاحق لمادة مسحوق NdFeB، ويمكن للهواء أن يدخل المسحوق لتحقيق درجة عالية من الأكسدة.

تختلف قوة الترابط. إذا لم يكن ممغنطًا، فسيتم تعبئة المسحوق بكثافة، وستكون قوة الترابط قوية وسيكون الترابط محكماً.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، في الخطوة 1، يتم تحضير مادة مسحوق NdFeB عن طريق الطحن الرطب من كتل NdFeB أو تكون عبارة عن مسحوق نفايات NdFeB خالٍ من الزيت. يرجع السبب وراء استخدام الطحن الرطب لـ NdFeB هو أنه كلما كانت جزيئات مسحوق NdFeB أدق، كان من الأسهل أكسدتها، وكلما كان ذلك أكثر ملاءمة للنض اللاحق واستعادة العناصر الأرضية النادرة؛ ومع ذلك، فإن عملية طحن وتصفية NdFeB تتم في حيز محصور، وتكون الحرارة الناتجة عن معدات الطحن كافية لإشعال مادة مسحوق NdFeB تلقائيًا، مما يؤدي إلى خطر كبير

من حيث حريق المعادن والانفجار أثناء إتلاف المعدات؛ لذلك، فإن إضافة الماء أثناء عملية طحن NdFeB يمكن أن يبرد المعدات ويتجنب بشكل فعال غبار NdFeB، وبالتالي يقلل من مخاطر الاحتراق التلقائي وحريق المعادن والانفجار أثناء عملية طحن NdFeB.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، في الخطوة 1، يكون لمادة مسحوق NdFeB حجم جسيمي يتراوح من 50-200 عين شبكة.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، في الخطوتين 1 و3، تشير المِغنَطَة إلى مغنطة تيار مباشر أو مغنطة نبضيه أو مغنطة قوية لمادة مسحوق NdFeB.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، في الخطوة 1، تكون درجة حرارة التجفيف 80-100 درجة مئوية، وتراوح زمن التجفيف من 0.5-3 ساعات؛ وكان محتوى الرطوبة لمادة مسحوق NdFeB <0.3% بعد التجفيف. وكان السبب وراء التحكم في محتوى رطوبة NdFeB هو أنه عند درجة حرارة عالية، يتفاعل مسحوق الحديد بسهولة مع بخار الماء لتوليد الهيدروجين عن طريق الإزاحة، كما تتفاعل مادة مسحوق NdFeB أيضًا مع بخار الماء عند درجة حرارة عالية، مما يتسبب في خطر كبير؛ لذلك، من الضروري إجراء معالجة بالتجفيف منخفضة درجة الحرارة قبل التحميص بالإشعال لـ NdFeB من أجل ضمان عدم دخول الرطوبة إلى فرن الإشعال.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، في الخطوة 2، تتضمن عملية التسخين إلى الاحتراق التلقائي: وضع مادة مسحوق NdFeB في فرن إشعال للاشتعال والاحتراق التلقائي، حيث تتراوح درجة حرارة فرن الإشعال 150-350 درجة مئوية، ويتراوح زمن المعالجة من 0.01-1 ساعة.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، تشتمل الخطوة 2 أيضًا، بعد تحضير المسحوق، على تنفيذ عملية غربلة، وأخذ مسحوق القطع الخام الصغيرة للعملية التالية، حيث يكون رقم شبكة المنخل 50-200.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، في الخطوة 2، يتم تعريض القطع الخام الكبيرة بعد الغربلة لطحن رطب ومن ثم إعادته إلى الخطوة 1.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، في الخطوة 3، تتراوح درجة حرارة التحميص المؤكسد 600-800 درجة مئوية وتتراوح زمن المعالجة من 1-3 ساعات.

في بعض نماذج الاختراع الحالي، تكون المعدات المستخدمة في التجفيف، والإشعال، والتحميص المؤكسد واحدة من أو مزيج من بعض من أتون بلاطي مدفوع، أو أتون أسطواني، أو فرن صندوقي، أو فرن تَرْمِيْد أو فرن أنبوبي.

يوفر الاختراع الحالي أيضًا استخدام الطريقة في إعادة تدوير مغناطيسات NdFeB.

وفقًا لنموذج مفضل للاختراع الحالي، يتم تقديم التأثيرات المفيدة التالية على الأقل:

1-من خلال المعالجة التدريجية ثلاثية المراحل التي تتضمن تجفيف بدرجة حرارة منخفضة، واشتعال بدرجة حرارة متوسطة، وأكسدة بدرجة حرارة عالية، يتحكم الاختراع الحالي في مخاطر الاحتراق التلقائي لمادة مسحوق NdFeB في فرن اشعال بدرجة حرارة متوسطة وذلك لتسهيل التحكم والعزلة.

2-يمكن لفرن الإشعال أن يشعل بدقة مادة مسحوق NdFeB، ومن خلال الاحتراق التلقائي لها، تتأكسد مادة مسحوق NdFeB إلى درجة منخفضة، مما يقلل بشكل كبير من مخاطر الاحتراق التلقائي واستهلاك الطاقة الناتج عن التحميص بدرجة حرارة عالية لاحقة.

3-مغنطة مادة مسحوق NdFeB يمكن أن تتجنب بشكل فعال غبار NdFeB أثناء عملية التحميص، وبالتالي حماية المعدات والمشغلين بشكل فعال، وتقليل مخاطر الحريق وانفجار الغبار؛ بالإضافة إلى ذلك، فإن مادة مسحوق NdFeB الممغنطة تكون في صورة بنية قطرية تشبه القطن، مما يؤدي إلى زيادة مساحة التلامس مع الهواء، وبالتالي زيادة سرعة التجفيف ودرجة الأكسدة بشكل فعال، وتقليل استهلاك الطاقة.

4-نظرًا لأن مادة مسحوق NdFeB تكون ممغنطة قبل التحميص، تظل مادة مسحوق NdFeB المحمصة عبارة عن بنية متفككة أصلية وليس من السهل تكتلها.

وصف مختصر للأشكال

سيتم توضيح الاختراع الحالي بمزيد من التفصيل أدناه بالاقتران مع الرسومات والنماذج المصاحبة، حيث

يمثل الشكل 1 مخطط تدفق عملية نموذج الاختراع الحالي.

الوصف التفصيلي

سيتم وصف مفهوم الاختراع الحالي والتأثيرات التقنية الناتجة عنه بشكل واضح وكامل بالاقتران مع الأمثلة أدناه من أجل الفهم الكامل لموضوع الاختراع الحالي وسماته وتأثيراته. من الواضح أن الأمثلة الموصوفة هي مجرد بعض، وليس كل، أمثلة الاختراع الحالي، وبناءً على هذه الأمثلة للاختراع الحالي، فإن الأمثلة الأخرى التي حصل عليها أصحاب المهارة في الفن دون تضمن أي جهد ابتكاري تقع جميعها ضمن نطاق حماية الاختراع الحالي.

نموذج 1

تم توفير طريقة للتحميص المؤكسد لمادة مسحوق NdFeB بأمان، والتي تضمنت الخطوات التالية:

عند خطوة 1: تم الحصول على مادة مسحوق NdFeB (100 عين شبكة) من خلال حمل الطحن الرطب في وعاء بسمك تحميل 6-8 مم، مما يؤدي إلى تعريض مادة مسحوق NdFeB المحملة لمغنطة نبضيه على وسيلة مغنطة وذلك لمنح مادة مسحوق NdFeB المغناطيسية، حيث كانت مادة مسحوق NdFeB الممغنطة في شكل قطري، وتجفيف مادة مسحوق NdFeB الممغنطة عند 80 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة للتحكم في محتوى الرطوبة إلى 0.1%؛

عند خطوة 2 : تظل مادة مسحوق NdFeB المجففة بنية رقيقة كما هو موضح بعد المغنطة، وعند هذه النقطة تدخل فرن الاشعال عند 150 درجة مئوية، حيث تشتعل مادة مسحوق NdFeB

تلقائيًا في غضون 8 دقائق، وبعد الاحتراق التلقائي، يتم تبريد NdFeB بشكل طبيعي إلى درجة حرارة الغرفة التي تم فيها تماسك مادة مسحوق NdFeB؛ وطحن مادة مسحوق NdFeB عن طريق أسطوانة مزدوجة، وتمرير مادة مسحوق NdFeB الأرضية عبر منخل 100 عين للشبكة بمعدل غربلة 99%، وإعادة القطع الخام الكبيرة إلى الطحن الرطب، وتحميل القطع الخام الصغيرة داخل وعاء بسمك للتحميل يتراوح من 8-10 مم؛ و

عند خطوة 3: يتم أولاً مغنطة مادة مسحوق NdFeB المحملة، ومن ثم تحميص مادة مسحوق NdFeB عند 800 درجة مئوية لمدة ساعتين تم خلالها إدخال الهواء، حيث تم إزالة مغناطيسية مادة مسحوق NdFeB أثناء عملية التحميص، ولكن يمكن أن تظل البنية الأصلية المغنطة شبيهة بالقطن، وكان لمادة مسحوق NdFeB التي تعرضت للتحميص المؤكسد درجة أكسدة للحديد بنسبة 97.5%، ومحتوى للحديد على شكل حديدوز 1.2% بالوزن، وكان محتوى الحديد الكلي 48.9% بالوزن.

نموذج 2

تم توفير طريقة للتحميص المؤكسد بأمان لمادة مسحوق NdFeB، والتي تضمنت الخطوات التالية:

عند خطوة 1: تمرير مسحوق النفايات الذي تم استعادته أثناء عملية إنتاج NdFeB من خلال منخل 50 عين للشبكة، وتحميل القطع الخام الصغيرة في وعاء بسمك تحميل يبلغ 6-8 مم، وإخضاع مادة مسحوق NdFeB المحملة لمغنطة نبضيه على وسيلة مغنطة وذلك لمنح مادة مسحوق NdFeB المغناطيسية، حيث تكون مادة مسحوق NdFeB الممغنطة في شكل قطري، وتجفيف مادة مسحوق NdFeB الممغنطة عند 80 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة للتحكم في محتوى الرطوبة إلى 0.2%؛

عند خطوة 2: تظل مادة مسحوق NdFeB المجففة عبارة عن بنية رقيقة كما هو موضح بعد المغنطة، وعند هذه النقطة يتم ادخالها فرن إشعال عند 300 درجة مئوية، حيث تشتعل مادة مسحوق

NdFeB تلقائيًا في غضون 5 دقائق، وبعد الاحتراق التلقائي، يتم تبريد NdFeB بشكل طبيعي إلى درجة حرارة الغرفة التي تم فيها تماسك مادة مسحوق NdFeB؛ وطحن مادة مسحوق NdFeB عن طريق أسطوانة مزدوجة، وتمرير مادة مسحوق NdFeB الأرضية عبر منخل 50 عين للشبكة بمعدل غربلة 99%، مما يعرض القطع الخام الكبيرة للطحن الرطب، وتحميل القطع الخام الصغيرة في وعاء بسمك للتحميل يتراوح من 8-10 مم؛ و

عند خطوة 3: يتم أولاً مغنطة مادة مسحوق NdFeB المحملة، ومن ثم تحميص مادة مسحوق NdFeB عند 800 درجة مئوية لمدة ساعتين تم خلالها إدخال الهواء، حيث تم إزالة مغناطيسية مادة مسحوق NdFeB أثناء عملية التحميص، ولكن يمكن أن تظل البنية الأصلية المغنطة شبيهة بالقطن، وكان لمادة مسحوق NdFeB التي تعرضت للتحميص المؤكسد درجة أكسدة للحديد بنسبة 95.5%، ومحتوى للحديد على شكل حديدوز 2.2% بالوزن، وكان محتوى الحديد الكلي 48.5% بالوزن.

مثال مقارن 1

يكمن الاختلاف الرئيسي بين هذا المثال المقارن والنموذج 1 في أن مادة مسحوق NdFeB لم تخضع لمعالجة بالمغنطة أثناء التحميص المؤكسد ثلاثي المراحل، وتم إجراء المقارنة من حيث زمن التجفيف، وظاهرة الاحتراق التلقائي، ومعدل الغربلة، ودرجة الأكسدة من الأكاسيد في العملية، على وجه التحديد كما هو موضح في الجدول 1. تضمنت العملية المحددة لهذا المثال المقارن:

خطوة 1: تم الحصول على مادة مسحوق NdFeB (حجم 100 عين للشبكة) عن طريق حمل الطحن الرطب في وعاء بسمك تحميل 6-8 مم، وتجفيف مادة مسحوق NdFeB المغنطة المحملة عند 80 درجة مئوية لمدة 1.5 ساعة وذلك للتحكم في محتوى الرطوبة عند 0.1%؛

خطوة 2: إحضار مادة مسحوق NdFeB المجففة إلى فرن اشعال عند 150 درجة مئوية، حيث تشتعل مادة مسحوق NdFeB تلقائيًا في غضون 8 دقائق، وبعد الاحتراق التلقائي، يتم تبريد

NdFeB بشكل طبيعي إلى درجة حرارة الغرفة التي تم فيها تماسك مادة مسحوق NdFeB بشدة؛ وطحن مادة مسحوق NdFeB عن طريق أسطوانة مزدوجة، وتمرير مادة مسحوق NdFeB الأرضية عبر منخل 100 عين للشبكة بمعدل غربلة 95%، وإعادة القطع الخام الكبيرة إلى الطحن الرطب، وتحميل القطع الخام الصغيرة في وعاء بسمك للتحميل يتراوح من 8-10 مم؛ و

خطوة 3: تحميص مادة مسحوق NdFeB المحملة عند 800 درجة مئوية لمدة ساعتين تم خلالها إدخال الهواء، حيث كان لمادة مسحوق NdFeB التي تعرضت للتحميص المؤكسد درجة أكسدة للحديد بنسبة 92.5%، ومحتوى للحديد على شكل حديدوز 3.6% بالوزن، وكان محتوى الحديد الكلي 48% بالوزن.

مثال مقارن 2

يكمن الاختلاف بين هذا المثال المقارن والمثال 1 في أن مادة مسحوق NdFeB لم تخضع لتحميص مؤكسد ثلاثي المراحل ولا معالجة بالمغنطة، وتم إجراء مقارنة من حيث زمن التجفيف، وظاهرة الاحتراق التلقائي، ومعدل الغربلة، ودرجة أكسدة الأكاسيد في العملية، على وجه التحديد كما هو موضح في الجدول 1. تضمنت العملية المحددة لهذا المثال المقارن ما يلي:

تم الحصول على مادة مسحوق (100 عن للشبكة) من خلال حمل الطحن الرطب في وعاء بسمك تحميل 6-8 مم، وتسخين مادة مسحوق NdFeB المحملة من درجة حرارة الغرفة 25 درجة مئوية إلى 800 درجة مئوية بمعدل انحدار يبلغ 5 درجة مئوية / دقيقة، مع الحفاظ على درجة الحرارة لمدة 2 ساعة، حيث لوحظت حالات التجفيف والاحتراق التلقائي للمسحوق أثناء فترة التسخين، وغربلة أكسيد NdFeB المحمص بمعدل غربلة 85% فقط، حيث كانت درجة أكسدة الحديد في أكسيد NdFeB 88% فقط.

جدول 1

مثال	زمن التجفيف	ظاهرة الاحتراق التلقائي	معدل الغربلة لمنتج الاحتراق التلقائي	درجة الأكسدة
نموذج 1 (تحميص ممغنط ثلاثي المراحل)	1 ساعة	لم يتم العثور على لهب، وكان زمن اكتمال ظاهرة الاحتراق 6 دقائق	%99	%97.5
مثال مقارن 1 (تحميص ثلاثي المراحل غير ممغنط)	1.5 ساعة	لم يتم العثور على لهب، وكان زمن اكتمال ظاهرة الاحتراق 10 دقائق	%95	%92.5
مثال مقارن 2 (تحميص غير ممغنط وغير ثلاثي المراحل)	مستمر	عند حوالي 150 درجة مئوية، اشتعل NdFeB تلقائيًا وظهر اللهب	(أكسيد NdFeB) %85	%88

يمكن ملاحظة من الجدول 1 أنه بالمقارنة مع النموذج 1، كان زمن التجفيف وزمن الاحتراق التلقائي لإكمال المثال المقارن 1 أطول، ومعدل الغربلة لمنتج الاحتراق التلقائي ودرجة الأكسدة كانت أقل، مما يشير إلى أن المعالجة بالمغنطة يمكن ان تجعل مادة مسحوق NdFeB في شكل قطري، وبالتالي تسريع التجفيف؛ بالإضافة إلى ذلك، لم يكن المسحوق سهل التكتل وكان ملامسًا تمامًا للهواء عند درجة حرارة عالية لتحقيق درجة عالية من الأكسدة. من خلال مراقبة حالة الاحتراق التلقائي للمثال المقارن 2، يمكن ملاحظة أنه عند حوالي 150 درجة مئوية، تفاعلت مادة مسحوق NdFeB مع بخار الماء في الفرن لتوليد الهيدروجين عن طريق الإزاحة وبالتالي تسبب احتراق اللهب، مما يشير إلى أنه إذا لم يتم استخدام معالجة ممغنطة ثلاثية المراحل لعملية التحميص، فسوف يزداد خطر الحريق والانفجار لمادة مسحوق NdFeB. بالإضافة إلى ذلك، كان معدل غربلة أكسيد

NdFeB منخفضًا نسبيًا. ويعزي هذا لأنه بعد الاحتراق التلقائي لمادة مسحوق NdFeB بدون معالجة بالمغنطة، حدث تكتل شديد وانصهرت جزيئات المسحوق مع بعضها البعض؛ علاوة على ذلك، بعد التحميص بدرجة حرارة عالية، أصبحت بنيتها أكثر كثافة، مما يجعل من الصعب على NdFeB أن يتلامس مع الهواء من الداخل، وبالتالي فإن درجة الأكسدة لم تكن عالية على النحو الذي كانت عليه في النموذج 1.

الشكل 1 عبارة عن مخطط انسيابي للعملية بنموذج الاختراع الحالي، حيث يتم تحميل مادة مسحوق NdFeB (مادة تم الحصول عليها عن طريق الطحن الرطب من كتل NdFeB أو مسحوق نفايات NdFeB) في وعاء وتعريضها للمغنطة، والتجفيف، والاشتعال، والطحن والغربلة، ويتم أيضا مغنطة القطع الخام الصغيرة وتحميصها للحصول على أكسيد NdFeB، في حين يتم إرجاع القطع الخام الكبيرة إلى الطحن الرطب.

تم وصف نماذج الاختراع الحالي أعلاه بالتفصيل بالاقتران مع الرسومات المصاحبة؛ ومع ذلك، لا يقتصر الاختراع الحالي على النماذج المذكورة أعلاه، وهي ضمن نطاق المعرفة التي يمتلكها أصحاب المهارة العادية في المجال، يمكن إجراء تعديلات مختلفة دون الخروج عن جوهر الاختراع الحالي. بالإضافة إلى ذلك، بدون تعارض، يمكن دمج نماذج الاختراع الحالي والسمات الموجودة في النماذج مع بعضها البعض.

عناصر الحماية

1 1-طريقة للتحميص المؤكسد لمادة مسحوق NdFeB بأمان، تتضمن:

2 خطوة 1: مغنطة وتجفيف مادة مسحوق NdFeB؛

3 خطوة 2: تسخين مادة مسحوق NdFeB الممغنطة والمجففة إلى الاحتراق التلقائي، ومن ثم

4 تحضير منتج الاحتراق التلقائي إلى مسحوق؛ و

5 خطوة 3: مغنطة المسحوق ومن ثم تحميصه بالأكسدة للحصول على أكسيد NdFeB.

1 2-الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث في الخطوة 1، يتم تحضير مادة مسحوق NdFeB

2 بالطحن الرطب من كتل NdFeB أو يكون عبارة عن مسحوق نفايات NdFeB خالٍ من

3 الزيت.

1 3-الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث في الخطوة 1، يكون لمادة مسحوق NdFeB حجم

2 جسيمي يتراوح من 50-200 عين للشبكة.

1 4-الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشير المغنطة، في الخطوتين 1 و3، إلى مغنطة

2 بالتيار المباشر أو مغنطة نبضيه أو مغنطة قوية لمادة مسحوق NdFeB.

1 5-الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث في الخطوة 1، يكون محتوى الرطوبة لمادة مسحوق

2 NdFeB < 0.3 % بعد التجفيف.

1 6-الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1، حيث، في الخطوة 2، تتضمن عملية التسخين إلى

2 الاحتراق التلقائي: وضع مادة مسحوق NdFeB في فرن إشعال للاشتعال والاحتراق التلقائي،

3 حيث يكون فرن الإشعال بدرجة حرارة للفرن تتراوح من 150 إلى 350 درجة مئوية، ويتراوح

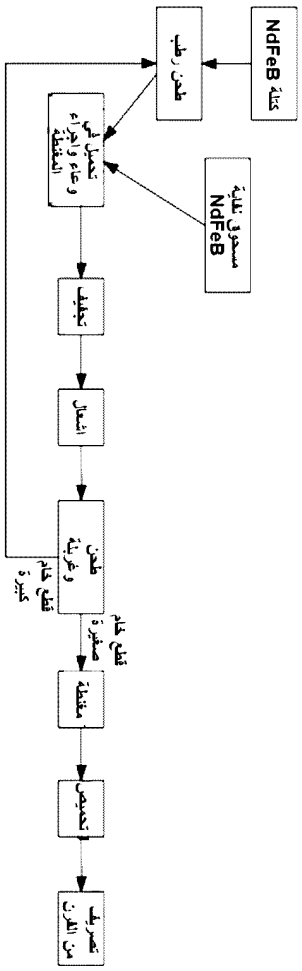
4 زمن المعالجة بين 0.01-1 ساعة.

7-الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث تشتمل الخطوة 2 أيضًا، بعد تحضير المسحوق، على تنفيذ عملية غربلة، وأخذ مسحوق القطع الخام الصغيرة للعملية التالية، حيث يكون رقم شبكة المنخل للغربلة هو 50-200.

8-الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 7، حيث، في الخطوة 2، يتم تعريض القطع الخام الكبيرة بعد الغربلة للطحن الرطب ومن ثم إعادتها إلى الخطوة 1.

9-الطريقة وفقًا لعنصر الحماية 1، حيث، في الخطوة 3، تتراوح درجة حرارة التحميص المؤكسد بين 600-800 درجة مئوية ويتراوح زمن المعالجة بين 1-3 ساعات.

10-استخدام طريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية من 1 إلى 9 في إعادة تدوير مغناطيسات NdFeB.



شكل ١

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	1	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

MA 60453A1

ROYAUME DU MAROC
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

OMPIC

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

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 : 60453	Date de dépôt : 30/12/2021 Date d'entrée en phase nationale : 18/05/2023 Date de priorité: 18/05/2021
Déposant : GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD.; HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. and HUNAN BRUNP VEHICLES RECYCLING CO., LTD.	
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉ POUR L'OXYDATION ET LA CALCINATION SÉCURISÉE DE POUDRE DE NÉODYME-FER-BORE ET APPLICATION DE CELUI-CI	

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
- ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport
- ☐ Cadre 2 : Priorité
- ☐ Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés

Partie 2 : Rapport de recherche

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité
- ☐ Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté
- ☐ Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention
- ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité
- ☒ Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Examinateur: Abdelfettah EL KADIRI

Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00

Date d'établissement du rapport : 23/08/2023

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
  11 Pages
- Revendications
  1-10
- Planches de dessin
  1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : C22B59/00, C22B1/02
CPC : C22B1/02, C22B59/00, Y02P10/20

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 102154553 A (GANZHOU LISAIKE NEW TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 August 2011 (2011-08-17)** description, paragraphes 63-68	1-10
Y	**(WANG, Zhiwei et al.), (Magnetization to Improve the Reaction of Iron Powder with Water Vapor Experiment), (ZHONGXUESHENG SHULIHUA (JIAO YU XUE JIAOYAN BAN), No. 01, 31 January 2021 (2021-01-31), ISSN:1003-2215** page 87, colonne droite, paragraphes 6 &11	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 102154553 A
D2 : Magnetization to Improve the Reaction of Iron Powder with Water Vapor Experiment

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

Le document D1 est l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 et divulgue (voir description, paragraphes 63-68) : que les déchets d'alliage néodyme-fer-bore dans un lot d'états de boues pétrolières sont traités par les étapes suivantes : combustion spontanée et frittage primaire dans l'air, concassage, tamisage avec un tamis de 100 mesh, cuisson dans l'air à 800-850 DEG C, et tamisage à nouveau à travers un tamis de 100 mesh. Dissolution acide, filtration et lavage des scories.

La différence entre la revendication 1 et D1 réside dans le fait que la poudre de néodyme-fer-bore est d'abord magnétisée et séchée, puis magnétisée à nouveau avant le grillage par oxydation.

Le problème à résoudre par la présente demande est la fourniture d'un procédé de traitement de déchets à temps du chauffage réduis (procédé moins énergivore).

Le document D2 divulgue (voir page 87, colonne de droite, paragraphes 6 et 11) qu'un aimant néodyme-fer-bore dans une expérience est placé à 1 cm de la partie supérieure de la poudre de fer, la poudre de fer prend une forme radiale grâce à la force magnétique super forte de l'aimant néodyme-fer-bore de l'éprouvette, la zone de contact de la poudre de fer et de la vapeur d'eau est augmentée, et le temps de chauffage requis par une expérience est

considérablement réduit. Après 2 minutes d'expérience, la poudre de fer se solidifie en forme radiale et l'aimant peut être retiré.

Le document D2 divulgue ainsi que la magnétisation est utilisée pour améliorer la zone de contact de la réaction et réduire le temps du chauffage. Ainsi l'homme du métier aurait prévu l'étape de magnétisation selon D2 pour améliorer la zone du contact de la réaction et ainsi résoudre le problème du temps du chauffage pour arriver à un procédé moins énergivore.

L'objet de la revendication 1 n'implique pas une 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 au vu de D1 à D2 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.