



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0049622

(51)^{2022.01} C25C 3/34; C01F 17/229

(13) B

(21) 1-2023-05218

(22) 06/09/2022

(86) PCT/KR2022/013361 06/09/2022

(87) WO 2023/038401 16/03/2023

(30) 10-2021-0120861 10/09/2021 KR

(45) 25/08/2025 449

(43) 27/05/2024 434

(73) KSM TECHNOLOGY CO., LTD. (KR)

604, 219 Hannuri-daero, Sejong 30127, Republic of Korea

(72) RYU, Hong Youl (KR); WOO, Hwa Young (KR); RI, Vladislav (RU); SONG, Ju Hwan (KR); KIM, Jeong Mo (KR).

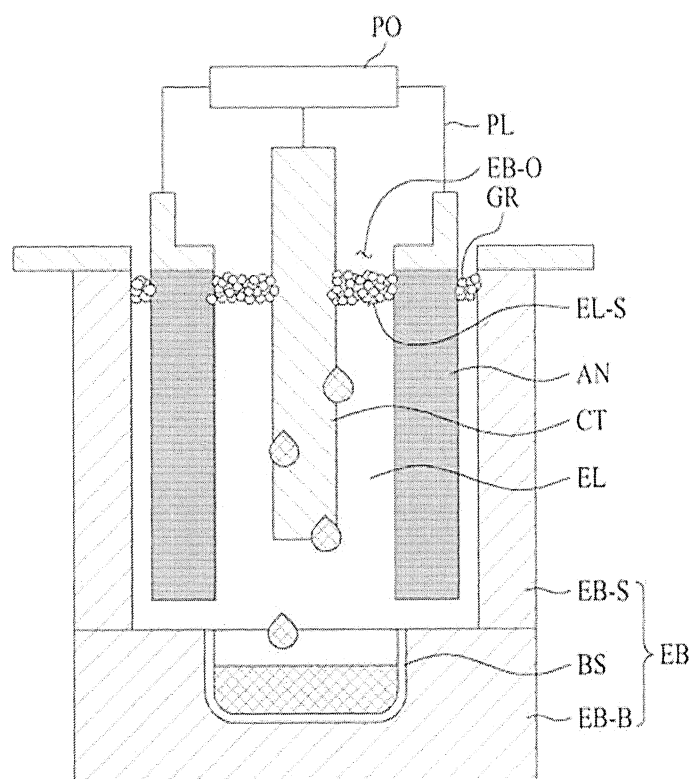
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP CHIẾT TÁCH ĐIỆN PHÂN HỢP CHẤT NEODYM

(21) 1-2023-05218

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym, phương pháp này bao gồm các bước: cung cấp chất điện phân gốc florua qua lỗ hở được xác định trong bể điện phân bao gồm catôt và anôt; cung cấp các hạt, mỗi hạt bao gồm hợp chất neodym và có ít nhất một lỗ rỗng được xác định trên đó, qua lỗ hở được xác định trong bể điện phân; hòa tan ít nhất một phần của hạt trong muối nóng chảy của chất điện phân gốc florua; và khử neodym ở catôt, trong đó lỗ rỗng được xác định bên trong hoặc trên bề mặt của hạt, và khối lượng riêng biểu kiến của các hạt thấp hơn so với khối lượng riêng của muối nóng chảy. Phương pháp này có quy trình vượt trội.

[Fig.1]



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym và phương pháp sản xuất các hạt hợp chất neodym để sử dụng trong phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym, và cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp sản xuất các hạt hợp chất neodym, mỗi hạt có ít nhất một lỗ rỗng được xác định trên đó, và phương pháp khử hợp chất neodym thân thiện với môi trường, rẻ tiền, và hiệu quả cao sử dụng các hạt hợp chất neodym được tạo ra nhờ phương pháp sản xuất các hạt hợp chất neodym này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nam châm vĩnh cửu đã được áp dụng trong các lĩnh vực khác nhau, và các nghiên cứu khác nhau đã được tiến hành để nâng cao hiệu suất của nam châm vĩnh cửu. Cụ thể là, từ quan điểm tiết kiệm năng lượng hoặc thân thiện với môi trường, các nghiên cứu về nam châm vĩnh cửu đã được tiến hành tích cực trong các lĩnh vực chẳng hạn như IT, ô tô, và thiết bị gia dụng.

Nam châm neodym được sử dụng rộng rãi nhất trong số các nam châm vĩnh cửu là nam châm vĩnh cửu dựa trên hợp chất liên kim loại gốc neodym-sắt-bo (Nd-Fe-B) ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$). Vì các nam châm neodym có các ưu điểm chẳng hạn như các đặc tính từ tốt, độ bền cao, và chi phí sản xuất thấp, chúng đã được sử dụng trong các sản phẩm công nghiệp khác nhau và sản lượng của chúng đã tăng lên theo cấp số nhân. Các ứng dụng chính của nam châm neodym (Nd) bao gồm động cơ cuộn dây âm thanh đĩa cứng, động cơ máy nén điều hòa không khí, động cơ cho xe lai, và tương tự.

Trong khi đó, đối với neodym (Nd) là vật liệu thô cho các nam châm neodym,

các mỏ khoáng với tiềm năng khai thác vượt trội được tập trung ở quốc gia cụ thể. Do quy định xuất khẩu của quốc gia tương ứng, v.v., giá của neodym có khả năng dao động và việc cung cấp ổn định neodym đang trở nên khó khăn. Do đó, cần có quy trình nấu chảy neodym hiệu quả để sử dụng trong việc sản xuất nam châm vĩnh cửu và tương tự.

Trong khi đó, phương pháp khử nhiệt cũng đã được sử dụng để nấu chảy neodym, nhưng phương pháp này không phù hợp cho việc sản xuất hàng loạt công nghiệp bởi vì không thể nấu chảy liên tục.

Liên quan đến phương pháp chiết tách điện phân của neodym, phương pháp chiết tách điện phân neodym bằng cách khử oxit neodym sử dụng bột oxit neodym thường được biết đến. Tuy nhiên, khi bột oxit neodym được sử dụng, vật liệu thô bị phân tán trong quá trình xử lý, gây ra các vấn đề trong quá trình xử lý này. Ngoài ra, vì bột oxit neodym kết tủa và kết tụ trong bể điện phân, nên khó khăn nảy sinh trong việc thu hồi neodym được khử. Ngoài ra, khi các điều kiện xử lý không được duy trì trong quá trình oxy hóa của oxit neodym sử dụng chất điện phân gốc florua, các lượng nhỏ của các hợp chất chứa flo chẳng hạn như khí CF_4 , đây là khí nhà kính, được tạo ra, ảnh hưởng lớn đến hiệu ứng nhà kính.

Ngoài ra, quy trình thông thường có các vấn đề ở chỗ chất điện phân dễ bay hơi ở bề mặt chất điện phân tiếp xúc và điện cực tiếp xúc có khả năng bị oxy hóa bởi phản ứng với oxy trong không khí.

Do đó, vẫn cần có phương pháp khử oxit neodym thân thiện với môi trường, rẻ tiền, và hiệu suất cao.

Tài liệu sáng chế

Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Nhật Bản số 2020-158730

Công bố đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Hàn Quốc số 10-2007-0001137

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục tiêu kỹ thuật

Sáng chế đã được thực hiện nhằm giải quyết các vấn đề phát sinh trong công nghệ hiện thời, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp thân thiện với môi trường, rẻ tiền, và hiệu suất cao để khử hợp chất neodym bằng cách sử dụng các hạt, mỗi hạt bao gồm hợp chất neodym và có ít nhất một lỗ rỗng được xác định trên đó.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp khử hợp chất neodym, mà có thể làm tăng tốc độ sản xuất chất lượng cao của sản phẩm cuối cùng so với công nghệ hiện thời và thuận lợi cho việc thương mại hóa do hiệu suất năng lượng cao của nó.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất các hạt hợp chất neodym phù hợp để sử dụng trong phương pháp khử hợp chất neodym vượt trội nêu trên.

Giải pháp kỹ thuật

Theo một phương án ví dụ của sáng chế, có đề xuất phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym, phương pháp này bao gồm các bước: cung cấp chất điện phân gốc florua qua lỗ hở được xác định trong bể điện phân bao gồm catôt và anôt; cung cấp các hạt, mỗi hạt bao gồm hợp chất neodym và có ít nhất một lỗ rỗng được xác định trên đó, qua lỗ hở được xác định trong bể điện phân; hòa tan ít nhất một phần của các hạt trong muối nóng chảy của chất điện phân gốc florua; và khử neodym ở catôt, trong đó lỗ rỗng được xác định bên trong hoặc trên bề mặt của hạt, và khối lượng riêng biểu kiến của các hạt thấp hơn so với khối lượng riêng của muối nóng chảy.

Theo phương án ví dụ khác của sáng chế, có đề xuất phương pháp sản xuất các hạt hợp chất neodym để sử dụng trong chiết tách điện phân, phương pháp này bao gồm các bước: tạo nên tiền chất dạng hạt bằng cách bổ sung chất kết dính vào bột hợp chất neodym hoặc bổ sung chất kết dính vào hỗn hợp của bột hợp chất neodym và bột graphit;

làm khô tiền chất dạng hạt; và xử lý nhiệt và thiêu kết tiền chất dạng hạt được làm khô bằng cách gia nhiệt ở nhiệt độ từ 800°C đến 1.500°C.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình mặt cắt sơ lược của bể điện phân trong đó quy trình chiết tách điện phân được tiến hành;

Fig.2 thể hiện các hạt hợp chất neodým, cụ thể là các hạt oxit neodým;

Fig.3 thể hiện thao tác trộn bột Nd_2O_3 và bột graphit (a đến c), và thao tác tạo nên hạt và thao tác tạo cầu hạt (d);

Fig.4 thể hiện các hạt oxit neodým của ví dụ 1;

Fig.5 thể hiện các hạt oxit neodým của ví dụ 2;

Fig.6a là hình vẽ thể hiện một phần của hạt của ví dụ 1;

Fig.6b là hình vẽ phóng to thể hiện hạt của ví dụ 1 được phóng to 1.000 lần; và

Fig.6c là hình vẽ phóng to thể hiện hạt của ví dụ 1 được phóng to 5.000 lần.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các mục đích, các hoạt động và các hiệu quả của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết qua các phần mô tả và các ví dụ cụ thể để giúp hiểu các phương án ví dụ của sáng chế và để thực hiện các phương án ví dụ này. Tuy nhiên, các phần mô tả và các phương án ví dụ dưới đây được thể hiện dưới dạng các ví dụ để giúp hiểu sáng chế như được nêu trên, và phạm vi của sáng chế không được xác định theo đó hoặc bị giới hạn ở đó.

Trước khi mô tả chi tiết sáng chế, cần lưu ý rằng các thuật ngữ hoặc các từ được sử dụng trong bản mô tả và phần yêu cầu bảo hộ này không nên được hiểu là giới hạn ở các nghĩa thông thường hoặc các định nghĩa trong từ điển, mà nên được hiểu theo các nghĩa và các nguyên lý liên quan đến phạm vi kỹ thuật của sáng chế, dựa trên nguyên lý theo đó tác giả sáng chế có thể xác định thích hợp nghĩa của các thuật ngữ để mô tả sáng

chế theo cách tốt nhất.

Do đó, cần hiểu rằng các phương án ví dụ được mô tả trong bản mô tả này và các kết cấu được thể hiện trong các hình vẽ chỉ là các phương án ví dụ ưu tiên nhất, nhưng không bao trùm tất cả bản chất kỹ thuật của sáng chế, và do đó có thể có các dạng tương đương và các dạng cải biến khác nhau có khả năng thay thế chúng ở thời điểm nộp đơn sáng chế.

Trong bản mô tả này, các cách thể hiện số ít bao gồm các cách thể hiện số nhiều trừ khi ngữ cảnh chỉ rõ theo cách khác. Trong bản mô tả này, cần hiểu rằng các thuật ngữ chẳng hạn như "bao gồm" và "có" được dự định để thể hiện sự có mặt của các đặc tính, các số, các thao tác, các thành phần được đề cập, hoặc các sự kết hợp của chúng, nhưng không loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung của một hoặc nhiều đặc tính, các số, các thao tác, các thành phần, hoặc các sự kết hợp khác của chúng.

Thuật ngữ "và/hoặc" được sử dụng ở đây đề cập đến và bao gồm bất kỳ và tất cả các sự kết hợp có thể của một hoặc nhiều mục liệt kê được kết hợp.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "giống nhau" là thuật ngữ bao gồm các trường hợp trong đó chỉ có các khác biệt nhỏ thông thường mà có thể xuất hiện vì các lý do khác nhau chẳng hạn như các quy trình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết theo thứ tự: phương pháp sản xuất các hạt để sử dụng trong phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym, phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym, và các ví dụ.

1. Phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym

Dưới đây, phương pháp thu nhận kim loại neodym (ND) sạch được khử bằng cách chiết tách điện phân hợp chất neodym theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào Fig.1 và Fig.2. Trong bản mô tả này, mặc dù phương pháp chiết tách điện phân sẽ được mô tả dựa trên các thao tác riêng biệt, nhưng điều này không định rõ thứ tự của các thao

tác. Cần hiểu rằng các thao tác riêng biệt của phương pháp của sáng chế có thể không được tiến hành theo thứ tự được mô tả ở đây trừ khi có mâu thuẫn, và các thao tác có thể tiến hành đồng thời. Fig.1 là hình mặt cắt sơ lược của bể điện phân EB trong đó quy trình chiết tách điện phân được tiến hành. Fig.2 thể hiện các hạt (GR) hợp chất neodym, cụ thể là các hạt (GR) oxit neodym.

Phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym theo sáng chế có thể bao gồm các thao tác:

cung cấp chất điện phân gốc florua (EL) qua lỗ hở (EB-O) được xác định trong bể điện phân bao gồm catốt (CT) và anốt (AN); cung cấp các hạt (GR), mỗi hạt bao gồm hợp chất neodym và có ít nhất một lỗ rỗng (CV) được xác định trên đó, qua lỗ hở (EB-O) được xác định trong bể điện phân (EB); hòa tan ít nhất một phần của các hạt (GR) trong muối nóng chảy của chất điện phân gốc florua (EL); và khử neodym (ND) ở catốt (CT), trong đó lỗ rỗng có thể được xác định bên trong hoặc trên bề mặt của hạt (GR), và khối lượng riêng biểu kiến của các hạt (GR) có thể thấp hơn so với khối lượng riêng của muối nóng chảy.

Bể điện phân (EB) có thể bao gồm phần đáy (EB-B) và mặt bên (EB-S). Ngoài ra, lỗ hở (EB-O) có thể được xác định trong bể điện phân (EB). Trong quá trình xử lý, chất điện phân (EL) và/hoặc các hạt (GR) có thể được cung cấp qua lỗ hở (EB-O).

Giỏ (BS) để chứa neodym (ND) được khử bởi phản ứng giữa chất điện phân (EL) và catốt (CT) có thể được bố trí ở phần đáy (EB-B) của bể điện phân (EB). Giỏ (BS) có thể được bố trí dưới catốt (CT) sao cho nó tương ứng với vị trí của catốt (CT), nhưng phương án ví dụ không giới hạn ở đó. Mặc dù không được thể hiện trên hình vẽ, nhưng giỏ (BS) có thể bao gồm vòi rót để dễ dàng thu hồi neodym (ND) được khử. Vòi rót có thể được mở hoặc được đóng thông qua thiết bị riêng biệt, và neodym (ND) được khử trong trạng thái nóng chảy có thể được thu hồi thông qua vòi rót. Tuy nhiên, phương án

ví dụ không giới hạn ở đó, và neodym (ND) được khử có thể được thu hồi qua lỗ hở (EB-O) được xác định trong bể điện phân (EB).

Theo một phương án ví dụ, chất điện phân gốc florua (EL) có thể bao gồm muối hỗn hợp của hợp chất florua của kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ và NdF_3 . Chất điện phân gốc florua (EL) có thể được cung cấp theo dạng muối nóng chảy của hợp chất florua của kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ và NdF_3 . Một, hai, hoặc nhiều hợp chất florua của kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ có thể được bao gồm trong chất điện phân gốc florua (EL). Các ví dụ về kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ trong hợp chất florua của kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ bao gồm Li, Mg, Na, K và Ca. Hợp chất florua của kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ có thể được sử dụng mà không giới hạn cụ thể miễn là nó là hợp chất được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật này, chẳng hạn như LiF hoặc CaF_2 . Chất điện phân gốc florua (EL) có thể bao gồm, ví dụ, muối hỗn hợp của LiF và NdF_3 . Do điểm nóng chảy cao của NdF_3 , nên khó thực hiện chiết tách điện phân NdF_3 một mình. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng hợp chất florua kiềm chẳng hạn như LiF , có thể sử dụng thành phần eutectic có điểm nóng chảy thấp trong quá trình xử lý.

Chất điện phân gốc florua (EL) có thể bao gồm, dựa trên tổng trọng lượng của chất điện phân (EL), 5 đến 50% trọng lượng hoặc 10 đến 50% trọng lượng của LiF và 20 đến 95% trọng lượng hoặc 20 đến 80% trọng lượng của NdF_3 . Trong chất điện phân (EL), LiF và NdF_3 có thể được bao gồm ở tỷ lệ trọng lượng khoảng từ 40:60 đến 5:95, hoặc khoảng từ 40:60 đến 20:80, ví dụ, khoảng 30:70.

Catôt (CT) và anôt (AN) có thể được đặt cách với nhau theo khoảng cách định trước. Catôt (CT) và anôt (AN) có thể được nối điện với bộ phận cấp điện (PO) để cấp điện. Ví dụ, mỗi trong số catôt (CT) và anôt (AN) có thể được nối điện với bộ phận cấp điện (PO) qua đường dây cấp điện (PL). Khi dòng điện được cấp từ bộ phận cấp điện

(PO) đến catôt (CT) và anôt (AN) qua đường dây cấp điện (PL), hợp chất neodým có thể được khử thành kim loại neodým ở catôt (CT) để thu được kim loại neodým (ND) sạch.

Ít nhất một phần của catôt (CT) và/hoặc anôt (AN) có thể được ngâm trong muối nóng chảy. Ít nhất một phần của catôt (CT) và/hoặc anôt (AN), cụ thể là anôt (AN), có thể được tiếp xúc với không khí. Nghĩa là, catôt (CT) và/hoặc anôt (AN) có thể bao gồm phần tiếp xúc, được ngâm trong chất điện phân (EL) để tiếp xúc với chất điện phân, và phần tiếp xúc được tiếp xúc với không khí.

Dựa vào Fig.1, một catôt (CT) và hai anôt (AN) được minh họa là được bố trí trong bể điện phân (EB), nhưng phương án ví dụ không giới hạn ở đó. Bể điện phân (EB) có thể bao gồm 1 đến 5, 1 đến 4, 1 đến 3, hoặc 1 hoặc 2 catôt (CT) và/hoặc anôt (AN). Ví dụ, bể điện phân (EB) có thể bao gồm một catôt (CT) và một, hai, hoặc bốn anôt (AN). Như được thể hiện trên Fig.1, anôt (AN) được thể hiện là được bố trí để bao quanh catôt (CT), nhưng phương án ví dụ không giới hạn ở đó, và sự bố trí điện cực thông thường bất kỳ đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể được áp dụng cho sáng chế mà không giới hạn.

Các phần mô tả nêu trên về catôt (CT), anôt (AN) và bể điện phân (EB) là minh họa. Rõ ràng rằng các cấu trúc của catôt (CT), anôt (AN) và bể điện phân (EB) có thể được cải biến thành các dạng thường được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Trong khi đó, trong công nghệ thông thường, bột bao gồm oxit neodým được đưa vào bể điện phân (EB) và quy trình được tiến hành. Do đó, bột bao gồm oxit neodým bị phân tán trong không khí, dẫn đến tổn hao vật liệu thô và gây khó khăn trong quá trình xử lý này. Cụ thể là, vì nhiệt rất cao được áp dụng cho quy trình chiết tách điện phân, bột bị phân tán rất mạnh bởi sự đối lưu nhiệt được tạo ra bởi nhiệt, dẫn đến tổn hao vật liệu thô và có vấn đề lớn về sự an toàn của quy trình.

Ngoài ra, vấn đề nảy sinh ở chỗ, vì khối lượng riêng của bột bao gồm oxit neodym cao hơn so với khối lượng riêng của chất điện phân (EL), bột được lắng xuống phần đáy của bể điện phân (EB). Bột oxit neodym lắng xuống hòa tan kém trong chất điện phân và không tham gia trong phản ứng. Ngoài ra, quy trình khuấy định kỳ được yêu cầu để xử lý bột oxit neodym lắng xuống. Kết quả là, các vấn đề xử lý khác nhau đã phát sinh, chẳng hạn như độ khó xử lý tăng lên và hiệu suất giảm xuống.

Theo một phương án ví dụ của sáng chế, các hạt (GR) bao gồm hợp chất neodym được bố trí trong bể điện phân. Do đó, các hạt (GR) có thể được đưa vào dễ dàng mà không phân tán trong không khí. Ngoài ra, vì khối lượng riêng của các hạt (GR) thấp hơn so với khối lượng riêng của chất điện phân (EL), nên chúng có thể nổi liên tục trên bề mặt (EL-S) của chất điện phân (EL), và do đó các hạt (GR) không lắng xuống ở phần đáy của bể điện phân (EB).

Ngoài ra, hợp chất neodym có thể được cấp liên tục đến chất điện phân (EL) trong khi các hạt (GR) vẫn còn trên bề mặt (EL-S) của chất điện phân (EL). Vì quá trình chiết tách điện phân liên tục có thể thực hiện trong một thời gian dài, quy trình này có thể tăng tốc, và chi phí được sử dụng trong quá trình xử lý này có thể cũng được làm giảm.

Theo một phương án ví dụ, các hạt (GR) được hòa tan liên tục trong chất điện phân (EL) dưới dạng neodym được khử, và do đó nồng độ của hợp chất neodym trong chất điện phân (EL) có thể được duy trì ở mức không đổi. Ví dụ, nồng độ của hợp chất neodym trong chất điện phân (EL) có thể được duy trì ở khoảng 0,1 đến 5% trọng lượng, khoảng 0,5 đến 3% trọng lượng, khoảng 1 đến 3% trọng lượng, hoặc khoảng 2% trọng lượng.

Thao tác cung cấp các hạt (GR) có thể bao gồm thao tác bao phủ bề mặt (EL-S) của chất điện phân (EL) và phần tiếp xúc của anốt (AN) với các hạt (GR). Trong bản mô tả này, bề mặt (EL-S) của chất điện phân (EL) được xác định là bề mặt mà ở đó chất

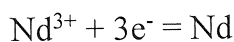
điện phân (EL) tiếp xúc với không khí.

Catôt (CT) và anôt (AN) có thể bao gồm các vật liệu thường được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật này. Ví dụ, catôt (CT) có thể bao gồm vonfram hoặc molypden, và anôt (AN) có thể bao gồm graphit. Ví dụ, catôt (CT) có thể là điện cực vonfram được làm từ vonfram, và anôt (AN) có thể là điện cực graphit được làm từ graphit. Catôt (CT) có thể bao gồm, ví dụ, sắt (Fe). Ví dụ, khi catôt (CT) bao gồm sắt, neodym có thể được làm nóng chảy dưới dạng hợp kim sắt (NdFe).

Như được thể hiện trên hình vẽ, một hoặc nhiều (ví dụ, hai hoặc nhiều) anôt (AN) có thể được bố trí trong bể điện phân (EB), nhưng sáng chế không giới hạn ở đó.

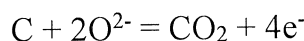
Ở catôt (CT), ion neodym có thể được khử thành kim loại neodym bởi phản ứng theo phương trình phản ứng 1 dưới đây.

Phương trình phản ứng 1

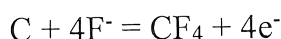


Ở anôt (AN), khí cacbon đioxit có thể được tạo ra bởi phản ứng theo phương trình phản ứng 2 dưới đây. Khi các điều kiện xử lý không được duy trì, các khí chẳng hạn như cacbon tetraflorua có thể được tạo ra bởi phản ứng theo phương trình phản ứng 3 dưới đây.

Phương trình phản ứng 2



Phương trình phản ứng 3



Nhiệt độ xử lý của quy trình chiết tách điện phân có thể cao hơn so với nhiệt độ mà tại đó chất điện phân được làm nóng chảy và hợp chất neodym được khử. Ví dụ, quy trình chiết tách điện phân có thể được thực hiện bằng cách lựa chọn nhiệt độ hợp lý nhất xét về hiệu suất nhiệt từ trong số các nhiệt độ khoảng từ 800 đến 1.300°C, khoảng 800

đến 1.100°C, khoảng 800 đến 900°C, hoặc khoảng 1.200°C. Trong quy trình nhiệt độ cao này, catôt (CT) và/hoặc anôt (AN) có thể được gia nhiệt đến nhiệt độ cao. Trong trường hợp này, các phần tiếp xúc của catôt (CT) và/hoặc anôt (AN) có thể bị oxy hóa do tiếp xúc với không khí. Ví dụ, khi anôt (AN) bao gồm graphit, cacbon trong phần tiếp xúc của anôt (AN) có thể phản ứng với oxy trong không khí để tạo nên cacbon đioxit. Trong trường hợp này, tốc độ tiêu thụ do sự oxy hóa của anôt (AN) có thể tăng lên, và do đó chu kỳ thay thế của anôt (AN) có thể rất thường xuyên. Ngoài ra, khi chất điện phân (EL) được gia nhiệt ở nhiệt độ cao, muối nóng chảy bị bay hơi và mất đi, và do đó quy trình bổ sung liên tục chất điện phân (EL) được yêu cầu. Do đó, vấn đề nảy sinh ở chỗ quy trình chậm lại và chi phí của quy trình tăng lên.

Tuy nhiên, theo một phương án ví dụ của sáng chế, các hạt (GR) được cung cấp để bao phủ bề mặt (EL-S) của chất điện phân (EL) và phần tiếp xúc của anôt (AN), và do đó bề mặt (EL-S) của chất điện phân (EL) và phần tiếp xúc của anôt (AN) được ngăn chặn khỏi tiếp xúc với không khí.

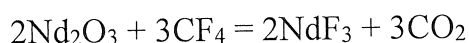
Cụ thể hơn là, trong thao tác cung cấp các hạt (GR) đến bề điện phân (EB), các hạt (GR) có thể bao phủ bề mặt của muối nóng chảy và ít nhất một phần của phần tiếp xúc của anôt (AN), nhờ đó ngăn chặn hoặc làm giảm sự tiếp xúc của anôt (AN) và muối nóng chảy với khí. Ví dụ, các hạt (GR) có thể bao phủ cả bề mặt của muối nóng chảy và phần tiếp xúc của anôt (AN).

Do đó, theo một phương án ví dụ của sáng chế, sự oxy hóa của anôt (AN) bởi phản ứng với không khí có thể được ngăn chặn hoặc được làm giảm, và sự bay hơi của chất điện phân (EL) vào không khí có thể cũng được ngăn chặn hoặc được làm giảm. Do đó, khoảng thời gian thay thế anôt (AN) hoặc bổ sung chất điện phân (EL) có thể được giảm thiểu, và do đó quá trình chiết tách điện phân liên tục có thể thực hiện trong một thời gian dài và chi phí vật liệu có thể được làm giảm. Do đó, theo một phương án

ví dụ, tốc độ xử lý cao và việc làm giảm chi phí có thể đạt được.

Trong khi đó, các khí flocacbon chẳng hạn như CF_4 hoặc C_2F_6 , là các khí nhà kính, có thể được tạo ra trong quy trình chiết tách điện phân hợp chất neodym. CF_4 có khả năng làm nóng toàn cầu cao hơn khoảng 6.500 lần so với CO_2 và mất khoảng 50.000 năm để phân hủy tự nhiên trong không khí, và C_2F_6 có khả năng làm nóng toàn cầu cao hơn khoảng 9.200 lần so với CO_2 và mất khoảng 10.000 năm để phân hủy tự nhiên trong không khí. Do đó, các khí flocacbon này có thể gây ra ô nhiễm môi trường nghiêm trọng. Do đó, theo quy trình thông thường, có thể phải trả nhiều chi phí để tạo ra các phương tiện xử lý các khí flocacbon. Tuy nhiên, theo một phương án ví dụ, các hạt (GR) hợp chất neodym bao phủ ít nhất một phần hoặc tất cả chất điện phân bề mặt (EL-S), và do đó khí CF_4 có thể tiếp xúc với các hạt (GR) hợp chất neodym trong khi được phát ra, và có thể phản ứng hóa học theo phương trình phản ứng 4 dưới đây, ví dụ.

Phương trình phản ứng 4



Do đó, chi phí thiết bị để xử lý CF_4 có thể được làm giảm, và chi phí xử lý có thể được làm giảm bởi vì khí nhà kính CF_4 có thể được chuyển đổi lại thành NdF_3 .

Dựa vào Fig.2, theo một phương án ví dụ, hình dạng của hạt (GR) có thể là hình cầu hoặc có thể gần như hình cầu với các đường cong trên bề mặt hình cầu. Tuy nhiên, phương án ví dụ không giới hạn ở đó, và hạt (GR) có thể được xác định theo các hình dạng khác nhau phụ thuộc vào quy trình sản xuất và phương pháp sản xuất. Dựa vào Fig.2, theo một phương án ví dụ, đường kính của hạt (GR) có thể là khoảng 1 mm đến 50 mm, khoảng 1 mm đến 30 mm, khoảng 1 mm đến 15 mm, khoảng 1 mm đến 10 mm, khoảng 1 mm đến 5 mm, khoảng 1 mm. Khi hạt (GR) không phải hình cầu, đường kính của hạt (GR) có thể có nghĩa là độ dài trung bình của các đoạn thẳng nối hai điểm trên chu vi của hạt GR với đường thẳng đi qua trọng tâm của hạt (GR).

Đường kính nêu trên của hạt (GR) có thể có nghĩa là đường kính của mỗi hạt (GR) riêng biệt hoặc đường kính trung bình của nhiều hạt (GR). Theo một phương án ví dụ, các đường kính của nhiều hạt (GR) có thể về cơ bản giống hoặc khác nhau.

Đường kính của hạt (GR) không giới hạn ở độ dài nêu trên. Tuy nhiên, khi đường kính của hạt (GR) nằm trong dải nêu trên, thể tích có thể được duy trì một cách thích hợp trong khi phần tiếp xúc của anốt AN và bề mặt EL-S của chất điện phân EL được ngăn chặn đủ khỏi không khí.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “hợp chất neodym” có thể được xác định là bao gồm ít nhất một hợp chất được lựa chọn từ nhóm bao gồm oxit neodym, oxit praseodym-neodym, neodym oxalat, praseodym-neodym oxalat, neodym cacbonat, và praseodym-neodym cacbonat.

Theo một phương án ví dụ, oxit neodym có thể bao gồm Nd_2O_3 , neodym oxalat có thể bao gồm $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, và neodym cacbonat có thể bao gồm $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3$. Điện áp phân giải lý thuyết của Nd_2O_3 là khoảng 2,4 đến 2,6 V, thấp hơn so với điện áp phân giải của NdF_3 (khoảng 4,6 đến 5,6 V). Do đó, có thể làm nóng chảy có chọn lọc Nd_2O_3 trong chất điện phân (EL) bằng cách áp dụng dòng điện trong dải điện áp phân giải của Nd_2O_3 .

Theo một phương án ví dụ, oxit praseodym-neodym, praseodym-neodym oxalat và praseodym-neodym cacbonat có thể là những chất trong đó Nd_2O_3 có thể theo dạng được trộn theo cách vật lý hoặc được kết hợp theo cách hóa học của Pr_6O_{11} , $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ và $\text{Pr}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3$ và $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3$, tương ứng.

Theo một phương án ví dụ, trong oxit praseodym-neodym ($\text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Pr}_6\text{O}_{11}$) trong đó Nd_2O_3 và Pr_6O_{11} được kết hợp theo cách hóa học với nhau, Nd_2O_3 có thể được bao gồm theo lượng lớn hơn 70% trọng lượng ($\text{Nd}_2\text{O}_3 > 70\%$), lớn hơn 75% trọng lượng, lớn hơn 80% trọng lượng, lớn hơn 85% trọng lượng, lớn hơn 90% trọng lượng, hoặc lớn hơn 95% trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng của oxit praseodym-neodym, và Pr_6O_{11}

có thể được bao gồm theo lượng nhỏ hơn 30% trọng lượng, nhỏ hơn 25% trọng lượng, nhỏ hơn 20% trọng lượng, nhỏ hơn 15% trọng lượng, nhỏ hơn 10% trọng lượng, hoặc nhỏ hơn 5% trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng của oxit praseodym-neodym. Tỷ lệ mol của praseodym so với tổng số mol của các nguyên tố praseodym và neodym trong oxit praseodym-neodym có thể là khoảng 30% hoặc nhỏ hơn, 25% hoặc nhỏ hơn, khoảng 20% hoặc nhỏ hơn, khoảng 15% hoặc nhỏ hơn, khoảng 10% hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 5% hoặc nhỏ hơn.

Theo một phương án ví dụ, trong praseodym-neodym oxalat ($\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + \text{Pr}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$) trong đó $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ và $\text{Pr}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ được kết hợp theo cách hóa học với nhau, $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ có thể được bao gồm theo lượng lớn hơn 70% trọng lượng ($\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 > 70\%$), lớn hơn 75% trọng lượng, lớn hơn 80% trọng lượng, lớn hơn 85% trọng lượng, lớn hơn 90% trọng lượng, hoặc lớn hơn 95% trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng của praseodym-neodym oxalat, và $\text{Pr}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ có thể được bao gồm theo lượng nhỏ hơn 30% trọng lượng, nhỏ hơn 25% trọng lượng, nhỏ hơn 20% trọng lượng, nhỏ hơn 15% trọng lượng, nhỏ hơn 10% trọng lượng, hoặc nhỏ hơn 5% trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng của praseodym-neodym oxalat. Tỷ lệ mol của praseodym so với tổng số mol của các nguyên tố praseodym và neodym trong praseodym-neodym oxalat có thể là khoảng 30% hoặc nhỏ hơn, 25% hoặc nhỏ hơn, khoảng 20% hoặc nhỏ hơn, khoảng 15% hoặc nhỏ hơn, khoảng 10% hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 5% hoặc nhỏ hơn.

Theo một phương án ví dụ, trong praseodym-neodym cacbonat ($\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3 + \text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3$) trong đó $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3$ và $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3$ được kết hợp theo cách hóa học với nhau, $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3$ có thể được bao gồm theo lượng lớn hơn 70% trọng lượng ($\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3 > 70\%$), lớn hơn 75% trọng lượng, lớn hơn 80% trọng lượng, lớn hơn 85% trọng lượng, lớn hơn 90% trọng lượng, hoặc lớn hơn 95% trọng lượng, dựa trên tổng

trọng lượng của praseodym-neodym cacbonat, $\text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3$ có thể được bao gồm theo lượng nhỏ hơn 30% trọng lượng, nhỏ hơn 25% trọng lượng, nhỏ hơn 20% trọng lượng, nhỏ hơn 15% trọng lượng, nhỏ hơn 10% trọng lượng, hoặc nhỏ hơn 5% trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng của praseodym-neodym cacbonat. Tỷ lệ mol của praseodym so với tổng số mol của các nguyên tố praseodym và neodym trong praseodym-neodym cacbonat có thể là khoảng 30% hoặc nhỏ hơn, 25% hoặc nhỏ hơn, khoảng 20% hoặc nhỏ hơn, khoảng 15% hoặc nhỏ hơn, khoảng 10% hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 5% hoặc nhỏ hơn.

Theo một phương án ví dụ, một hoặc nhiều chất bất kỳ được lựa chọn từ nhóm bao gồm oxit neodym, neodym oxalat và neodym cacbonat có thể được làm nóng chảy cùng với một hoặc nhiều chất bất kỳ được lựa chọn từ nhóm bao gồm oxit praseodym-neodym, praseodym-neodym oxalat và praseodym-neodym cacbonat, theo dạng hợp kim praseodym-neodym theo một phương án ví dụ của sáng chế. Vì praseodym có các đặc tính tương tự với các đặc tính của neodym, nam châm vĩnh cửu có thể được sản xuất từ hợp kim praseodym-neodym được làm nóng chảy theo một phương án ví dụ. Ví dụ, khi tỷ lệ mol của praseodym là khoảng 30% hoặc nhỏ hơn, 25% hoặc nhỏ hơn, khoảng 20% hoặc nhỏ hơn, khoảng 15% hoặc nhỏ hơn, khoảng 10% hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 5% hoặc nhỏ hơn, có thể sản xuất nam châm vĩnh cửu có hiệu quả vượt trội.

Theo một phương án ví dụ, lỗ rỗng (CV) có thể được xác định bên trong hạt (GR) hoặc trên bề mặt của hạt (GR). Khi lỗ rỗng (CV) được xác định trên bề mặt của hạt (GR), lỗ rỗng (CV) có thể có hình dạng bán cầu hoặc gần cầu.

Theo một phương án ví dụ, đường kính của lỗ rỗng (CV) có thể là từ 1 μm đến 100 μm . Lỗ rỗng (CV) được thể hiện chi tiết hơn trên các hình vẽ từ Fig.6a đến Fig.6c được mô tả sau.

Tỷ lệ thể tích của lỗ rỗng (CV) trong hạt (GR) hợp chất neodym có thể được xác

định sao cho khối lượng riêng của hạt (GR) thấp hơn so với khối lượng riêng của chất điện phân (EL). Ví dụ, tỷ lệ thể tích của lỗ rỗng (CV) được xác định trong hạt (GR) hợp chất neodym (thể tích của lỗ rỗng/thể tích của hạt; dưới đây được gọi là phần trăm lỗ rỗng) có thể được xác định là lớn hơn hoặc bằng giá trị (đơn vị: %) được tính theo phương trình 1 dưới đây.

Phương trình 1

$$(1 - \text{khối lượng riêng của muối nóng chảy} / \text{khối lượng riêng của các hạt}) \times 100$$

Theo một phương án ví dụ, phần trăm lỗ rỗng có thể là khoảng 15% hoặc lớn hơn, khoảng 35% hoặc lớn hơn, khoảng 40% hoặc lớn hơn, khoảng 45% hoặc lớn hơn, khoảng 50% hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 37,55% hoặc lớn hơn. Khi phần trăm lỗ rỗng lớn hơn hoặc bằng giá trị được tính theo phương trình 1 nêu trên, khối lượng riêng biểu kiến của các hạt (GR) có thể thấp hơn so với khối lượng riêng của muối nóng chảy.

Trong bản mô tả này, phần trăm lỗ rỗng được tính dựa trên thể tích được xác định bởi tất cả các lỗ rỗng (CV) được xác định trong hạt (GR).

Theo một phương án ví dụ, khối lượng riêng biểu kiến của các hạt (GR) có thể là 2,0 g/cm³ đến 6,0 g/cm³, 2,0 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 2,5 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 3,0 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, hoặc 3,0 g/cm³ đến 4,5 g/cm³, và khối lượng riêng của muối nóng chảy có thể là 3,0 g/cm³ đến 6,0 g/cm³, 3,0 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 3,5 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 4,1 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 3,5 g/cm³ đến 4,5 g/cm³, hoặc 4,1 g/cm³ đến 4,5 g/cm³.

Ví dụ, khi chất điện phân gốc florua (EL) bao gồm LiF và NdF₃ ở tỷ lệ trọng lượng là 30:70 và oxit neodym là Nd₂O₃, phần trăm lỗ rỗng có thể là 37,55% hoặc lớn hơn, và khối lượng riêng biểu kiến của các hạt (GR) có thể là khoảng 4,52 hoặc nhỏ hơn.

Khi phần trăm lỗ rỗng nằm trong dải nêu trên, các hạt (GR) có thể nổi tốt trên muối nóng chảy. Ngoài ra, các hạt (GR) không dễ dàng bị vỡ do tác động trong quá trình vận chuyển, và do đó sự thuận tiện trong lưu trữ và vận chuyển có thể được nâng cao.

2. Phương pháp sản xuất các hạt hợp chất neodym

Dưới đây, phương pháp sản xuất các hạt (GR) hợp chất neodym nêu trên sẽ được mô tả chi tiết. Trong bản mô tả này, mặc dù phương pháp sản xuất các hạt (GR) hợp chất neodym sẽ được mô tả dựa trên các thao tác riêng biệt, nhưng điều này không định rõ thứ tự của các thao tác này. Cần hiểu rằng các thao tác riêng biệt của phương pháp của sáng chế có thể không được tiến hành theo thứ tự được mô tả ở đây trừ khi có mâu thuẫn, và các thao tác này có thể tiến hành đồng thời. Ngoài ra, cần được hiểu rằng, trừ khi có mâu thuẫn, phần mô tả về các hạt (GR) hợp chất neodym nêu trên được sử dụng trong phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym nêu trên có thể được áp dụng đồng đều cho các hạt (GR) hợp chất neodym được tạo ra bởi phương pháp sản xuất của sáng chế.

Phương pháp sản xuất các hạt (GR) hợp chất neodym để sử dụng trong chiết tách điện phân theo sáng chế có thể bao gồm các thao tác:

tạo nên tiền chất dạng hạt bằng cách bổ sung chất kết dính vào bột hợp chất neodym hoặc bổ sung chất kết dính vào hỗn hợp của bột hợp chất neodym và bột graphit; làm khô tiền chất dạng hạt; và xử lý nhiệt và thiêu kết tiền chất dạng hạt được làm khô bằng cách gia nhiệt ở nhiệt độ từ 800°C đến 1.500°C.

Thao tác trộn bột hợp chất neodym và bột graphit có thể bao gồm các thao tác: cung cấp bột hợp chất neodym và bột graphit đến máy trộn; và làm quay máy trộn. Thao tác tạo nên tiền chất dạng hạt có thể bao gồm thao tác bổ sung chất kết dính vào máy trộn quay. Chất kết dính cho phép các hợp chất neodym hoặc hợp chất neodym và bột graphit được trộn kỹ với nhau sao cho tiền chất dạng hạt có thể được tạo nên dễ dàng. Chất kết dính có thể được cung cấp theo dạng dung dịch chất kết dính trong đó chất kết dính được hòa tan trong dung môi nước chẳng hạn như nước cất. Ví dụ, tỷ lệ của chất kết dính so với tổng trọng lượng của dung dịch chất kết dính có thể là khoảng 1% trọng

lượng đến khoảng 10% trọng lượng, khoảng 3% trọng lượng đến khoảng 7% trọng lượng, hoặc khoảng 4% trọng lượng. Các ví dụ không giới hạn về chất kết dính bao gồm nước, metanol, etanol, propanol, iso-propanol, n-butanol, iso-butanol, tert-butanol, rượu polyvinyllic, polyvinylpyrrolidon, axit polyacrylic, và polymetyl metacrylat. Máy trộn có thể được quay ở khoảng 50 vòng trên phút (rpm) đến khoảng 200 rpm, khoảng 50 rpm đến khoảng 150 rpm, khoảng 80 rpm đến khoảng 120 rpm, ví dụ, khoảng 100 rpm.

Bước trộn có thể bao gồm bước phun hợp chất hữu cơ dễ bay hơi. Các ví dụ không giới hạn về hợp chất hữu cơ dễ bay hơi bao gồm, ví dụ, các hợp chất hữu cơ có điểm sôi là 80°C hoặc thấp hơn. Các ví dụ không giới hạn về các hợp chất hữu cơ có điểm sôi là 80°C hoặc thấp hơn bao gồm các hợp chất thường được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật này, ví dụ, các rượu chẳng hạn như metanol hoặc etanol, n-hexan, và etyl axetat.

Thao tác thiêu kết có thể bao gồm thao tác gia nhiệt tiền chất dạng hạt được làm khô ở nhiệt độ khoảng 800°C đến khoảng 1.500°C, khoảng 1.100°C đến khoảng 1.400°C, khoảng 1.200°C đến khoảng 1.400°C, khoảng 1.250°C đến khoảng 1.350°C, hoặc khoảng 1.300°C. Thao tác gia nhiệt có thể được thực hiện trong khoảng 30 phút đến 90 phút. Ví dụ, thao tác thiêu kết có thể bao gồm thao tác gia nhiệt tiền chất dạng hạt được làm khô ở nhiệt độ khoảng 800°C đến khoảng 1.500°C, khoảng 1.100°C đến khoảng 1.400°C, khoảng 1.200°C đến khoảng 1.400°C, khoảng 1.250°C đến khoảng 1.350°C, hoặc khoảng 1.300°C trong khoảng 30 phút đến 90 phút. Khi quy trình thiêu kết được thực hiện ở nhiệt độ trong dải nhiệt độ nêu trên, độ thiêu kết và khối lượng riêng của các hạt hợp chất neodym được tạo ra có thể phù hợp để sử dụng trong quy trình chiết tách điện phân nêu trên.

Tỷ lệ trọng lượng giữa hợp chất neodym và bột graphit được sử dụng để tạo ra tiền chất dạng hạt có thể là 60:40 đến 90:10, 70:30 đến 80:20, hoặc 75:25 đến 85:15.

Chất kết dính có thể được bổ sung theo lượng khoảng 0,5% trọng lượng đến khoảng 3% trọng lượng, khoảng 1% trọng lượng đến khoảng 2% trọng lượng, hoặc khoảng 1,5% trọng lượng, dựa trên tổng trọng lượng của hợp chất neodym và bột graphit.

Theo một phương án ví dụ, oxit neodym có thể là Nd_2O_3 , neodym oxalat có thể là $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, và neodym cacbonat có thể là $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3$. Theo một phương án ví dụ, oxit neodym có thể là oxit praseodym-neodym.

Theo một phương án, hạt (GR) hợp chất neodym có thể có ít nhất một lỗ rỗng được xác định trên đó. Trong quá trình tạo ra các hạt (GR) hợp chất neodym, lỗ rỗng (CV) có thể được xác định trong khi graphit bị cháy hoặc chất kết dính bay hơi, và lỗ rỗng (CV) có thể được xác định trong khi hợp chất neodym được thiêu kết.

Theo một phương án ví dụ, khối lượng riêng biểu kiến của các hạt (GR) có thể là 2,0 g/cm³ đến 6,0 g/cm³, 3,0 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, hoặc 3,0 g/cm³ đến 4,5 g/cm³, và khối lượng riêng của muối nóng chảy có thể là 3,0 g/cm³ đến 6,0 g/cm³, 3,0 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 3,5 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 4,1 g/cm³ đến 5,0 g/cm³, 3,5 g/cm³ đến 4,5 g/cm³, hoặc 4,1 g/cm³ đến 4,5 g/cm³. Theo một phương án ví dụ, phần trăm lỗ rỗng có thể là khoảng 15% hoặc lớn hơn, khoảng 35% hoặc lớn hơn, khoảng 40% hoặc lớn hơn, khoảng 45% hoặc lớn hơn, khoảng 50% hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 37,55% hoặc lớn hơn.

Các hạt (GR) hợp chất neodym được tạo ra bởi phương pháp sản xuất theo một phương án ví dụ có thể được sử dụng trong quy trình chiết tách điện phân neodym nêu trên. Theo một phương án, hạt (GR) hợp chất neodym được tạo ra có thể được nghiền thành hai hoặc nhiều mảnh và được sử dụng trong quy trình chiết tách điện phân neodym. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “hạt (GR) hợp chất neodym” được xác định là bao gồm các sản phẩm được nghiền của hạt (GR) hợp chất neodym.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, ví dụ sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5 và

Fig.6a đến Fig.6c, nhờ đó tác động và hiệu quả của sáng chế sẽ được chứng minh. Tuy nhiên, các ví dụ dưới đây chỉ được đưa ra dưới dạng các ví dụ của sáng chế, và phạm vi của sáng chế không được xác định theo đó.

Các ví dụ về các hạt (GR) hợp chất neodým

(1) Ví dụ điều chế 1: Tạo ra các hạt của ví dụ 1

78,5 g Nd_2O_3 bột, 20,0 g bột graphit, và 37,5 g là khoảng 4% trọng lượng dung dịch rượu polyvinyl (PVA) được chuẩn bị. Bột Nd_2O_3 và bột graphit được chuẩn bị được cho vào máy tạo hạt vật liệu thô, tức là máy trộn, mà sau đó được làm quay ở vận tốc quay là 100 rpm trong khoảng 30 phút. Sau đó, dung dịch PVA được bổ sung theo từng phần để tạo nên các hạt, và khoảng 10 ml etanol được phun vào để tạo thành cầu hạt. Sau đó, các hạt được làm khô trong bộ gia nhiệt bằng quạt ở 50°C và sau đó được thu hồi.

Sau đó, các hạt được làm khô được tạo ra được gia nhiệt ở khoảng 1.300°C trong 1 giờ để đốt cháy (oxy hóa) hoặc làm bay hơi graphit và PVA và thiêu kết Nd_2O_3 , nhờ đó tạo ra các hạt của ví dụ 1.

Fig.3 và Fig.4 thể hiện các hình ảnh dựa trên các thao tác xử lý riêng biệt. Fig.3 thể hiện thao tác trộn bột Nd_2O_3 và bột graphit (a đến c), và thao tác tạo nên hạt và thao tác tạo cầu hạt (d). Fig.4 thể hiện các hạt (GR) oxit neodým của ví dụ 1 được tạo ra bằng cách gia nhiệt các hạt được làm khô.

(2) Ví dụ điều chế 2: Tạo ra các hạt của ví dụ 2

Các hạt của ví dụ 2 được tạo ra theo cách giống như trong ví dụ điều chế 1, ngoại trừ 83,5 g bột Nd_2O_3 , 15,0 g bột graphit và 37,5 g là khoảng 4% trọng lượng dung dịch rượu polyvinyl (PVA) được sử dụng. Các hạt được tạo ra của ví dụ 2 được thể hiện trên Fig.5. Fig.5 thể hiện các hạt (GR) oxit neodým của ví dụ 2 được tạo ra bằng cách gia nhiệt các hạt được làm khô.

(3) Đánh giá các hạt được tạo ra

Dưới đây, các kết quả đánh giá các hạt (GR) được tạo ra sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ từ Fig.6a đến Fig.6c. Fig.6a là hình ảnh thể hiện một phần của hạt của ví dụ 1. Fig.6b là hình ảnh phóng to thể hiện hạt của ví dụ 1 được phóng to 1.000 lần. Fig.6c là hình vẽ phóng to thể hiện hạt của ví dụ 1 được phóng to 5.000 lần. Dựa vào Fig.6b, lỗ rỗng (CV) được xác định là hạt graphit bị cháy được tìm thấy. Dựa vào Fig.6c, lỗ rỗng (CV) được xác định là oxit neodim được thiêu kết được tìm thấy. Dựa vào các hình vẽ từ Fig.6a đến Fig.6c, xác nhận được rằng lỗ rỗng (CV) được xác định trong hạt bằng cách đốt cháy các hạt graphit và thiêu kết oxit neodim, sao cho khối lượng riêng của các hạt (GR) có thể thấp hơn so với khối lượng riêng của chất điện phân (EL). Ngoài ra, xác nhận được rằng độ bền của các hạt (GR) được tăng cường bằng cách thiêu kết, nên các hạt không dễ dàng bị vỡ và do đó có khả năng vận chuyển vượt trội.

Độ thiêu kết và khối lượng riêng của các hạt (GR) của ví dụ 1, và đường kính của lỗ rỗng (CV) được xác định được đánh giá chi tiết hơn, và các kết quả được thể hiện trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

	Độ thiêu kết	Đường kính lỗ rỗng (μm)	Khối lượng riêng (g/cm^3)
Ví dụ 1	vượt trội	1 đến 50	khoảng 3,93

Dựa vào bảng 1 nêu trên và các hình vẽ từ Fig.6a đến Fig.6c, xác nhận được rằng quá trình thiêu kết diễn ra tốt ở phần bên trong của các hạt được tạo ra (GR), và do đó các hạt Nd_2O_3 được nối với nhau tốt và có độ bền cao đến mức mà chúng không dễ dàng bị vỡ bởi tác động bên ngoài. Ngoài ra, xác nhận được rằng khối lượng riêng của các hạt (GR) cũng rất phù hợp cho quy trình chiết tách điện phân hợp chất neodim sử dụng chất điện phân gốc florua. Do đó, các hạt (GR) chứa hợp chất neodim được tạo ra theo

một phương án ví dụ rất phù hợp để sử dụng trong quy trình chiết tách điện phân neodym.

Phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym

Vật liệu thô chứa trong bao tấn được đưa vào mỗi phễu lưu trữ sử dụng máy nâng. Vật liệu thô $\text{NdF}_3 + \text{LiF}$ (chất điện phân) được trộn trong phễu lưu trữ được đưa vào bể chiết tách điện phân sử dụng xe con thoi và băng tải trực vít, mà là các thiết bị vận chuyển. Trong khi chất điện phân được làm nóng chảy sử dụng điện cực graphit được nối với nguồn điện AC để tạo ra muối nóng chảy, chất điện phân được đưa vào bể sung và được làm nóng chảy đến độ cao thích hợp. Anốt graphit và catốt vonfram được nối với nguồn điện DC, và oxit Nd được đưa vào bể chiết tách điện phân trong khi tác dụng dòng điện. Kim loại Nd được tạo ra trong nồi nấu vonfram ở phần đáy của bể chiết tách điện phân được xúc ra sử dụng gầu titan hoặc được thu hồi qua vòi rót ở phần đáy. Kim loại được thu hồi được đóng rắn sử dụng băng tải kiểu xích và buồng argon để thu được neodym được khử.

EB: bể điện phân

CT: catốt

AN: anốt

EL: chất điện phân

GR: các hạt

ND: neodym được khử

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, có đề xuất quy trình chiết tách điện phân neodym, trong đó sử dụng các hạt, mỗi hạt chứa hợp chất neodym và có ít nhất một lỗ rỗng được xác định trên đó, nhờ đó bột được ngăn chặn khỏi phân tán hoặc kết tủa trong bể điện phân trong quá trình xử lý, chỉ báo rằng quy trình đạt được hiệu suất xử lý vượt trội và phù hợp cho sản xuất hàng loạt công nghiệp.

Ngoài ra, theo sáng chế, có đề xuất quy trình chiết tách điện phân neodym, mà ngăn chặn sự oxy hóa của các điện cực được bố trí trong bể điện phân, ngăn chặn sự bay hơi của chất điện phân, và làm giảm sự phát thải của các khí nhà kính, chỉ báo rằng quy

trình đạt được hiệu suất xử lý vượt trội, phù hợp cho sản xuất hàng loạt công nghiệp, và thân thiện với môi trường.

Ngoài ra, theo sáng chế, có đề xuất quy trình sản xuất các hạt oxit neodym, mà phù hợp để sử dụng trong quy trình chiết tách điện phân của neodym đạt được hiệu suất xử lý vượt trội và phù hợp cho sản xuất hàng loạt công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chiết tách điện phân hợp chất neodym, phương pháp này bao gồm các bước:

cung cấp chất điện phân gốc florua qua lỗ hở được xác định trong bể điện phân bao gồm catôt và anôt;

cung cấp các hạt, mỗi hạt bao gồm hợp chất neodym và có ít nhất một lỗ rỗng được xác định trên đó, qua lỗ hở được xác định trong bể điện phân;

hòa tan ít nhất một phần của hạt trong muối nóng chảy của chất điện phân gốc florua; và

khử neodym ở catôt,

trong đó lỗ rỗng được xác định bên trong hoặc trên bề mặt của hạt, và khối lượng riêng biểu kiến của các hạt thấp hơn so với khối lượng riêng của muối nóng chảy.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một phần của mỗi trong số catôt và anôt được ngâm trong muối nóng chảy.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó ít nhất một phần của anôt được tiếp xúc với không khí; và ở bước cung cấp các hạt, các hạt bao phủ bề mặt của muối nóng chảy và ít nhất một phần của phần tiếp xúc của anôt để ngăn chặn hoặc làm giảm sự tiếp xúc của anôt và muối nóng chảy với khí.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó catôt bao gồm vonfram, molypden hoặc sắt, và anôt bao gồm graphit.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các hạt có đường kính từ 1 mm đến 50 mm.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các hạt có khối lượng riêng biểu kiến từ 2,0 g/cm³ đến 6,0 g/cm³ và phần trăm lỗ rỗng là 15% hoặc lớn hơn.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất điện phân gốc florua bao gồm LiF và NdF₃.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất điện phân gốc florua bao gồm LiF và NdF_3 ở tỷ lệ trọng lượng từ 40:60 đến 5:95.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó muối nóng chảy có khối lượng riêng từ $3,0 \text{ g/cm}^3$ đến $6,0 \text{ g/cm}^3$.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp chất neodym bao gồm ít nhất một hợp chất được lựa chọn từ nhóm bao gồm oxit neodym, oxit praseodym-neodym, neodym oxalat, praseodym-neodym oxalat, neodym cacbonat, và praseodym-neodym cacbonat.
11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó oxit praseodym-neodym bao gồm $\text{Nd}_2\text{O}_3 + \text{Pr}_6\text{O}_{11}$ ($\text{Nd}_2\text{O}_3 > 70\%$), praseodym-neodym oxalat bao gồm $\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 + \text{Pr}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ ($\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 > 70\%$), và praseodym-neodym cacbonat bao gồm $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3 + \text{Pr}_2(\text{CO}_3)_3$ ($\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3 > 70\%$).
12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước cung cấp hạt bao gồm các bước:
- tạo nên tiền chất dạng hạt bằng cách bổ sung chất kết dính vào bột hợp chất neodym hoặc bổ sung chất kết dính vào hỗn hợp của bột hợp chất neodym và bột graphit;
 - làm khô tiền chất dạng hạt; và
 - xử lý nhiệt và thiêu kết tiền chất dạng hạt được làm khô bằng cách gia nhiệt ở nhiệt độ từ 800°C đến 1.500°C .

1/6

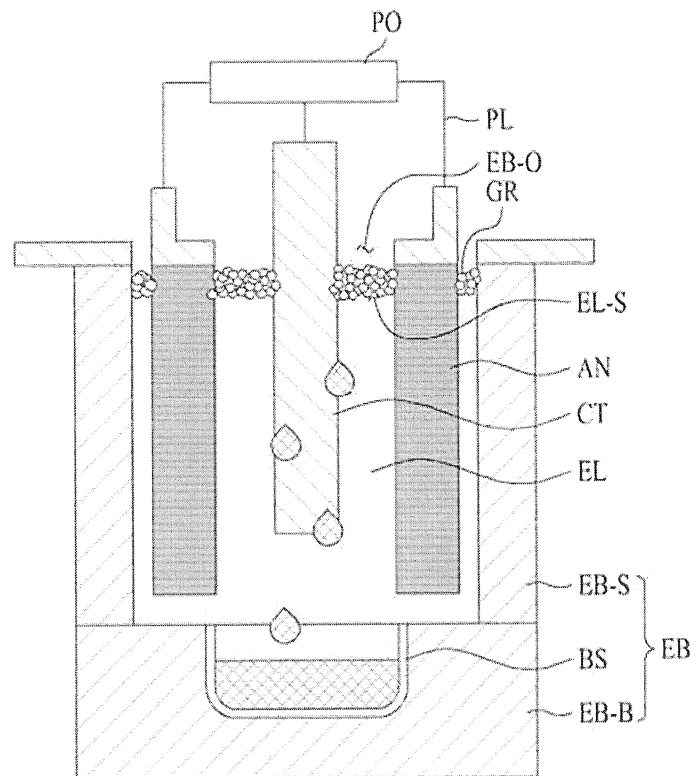


Fig.1

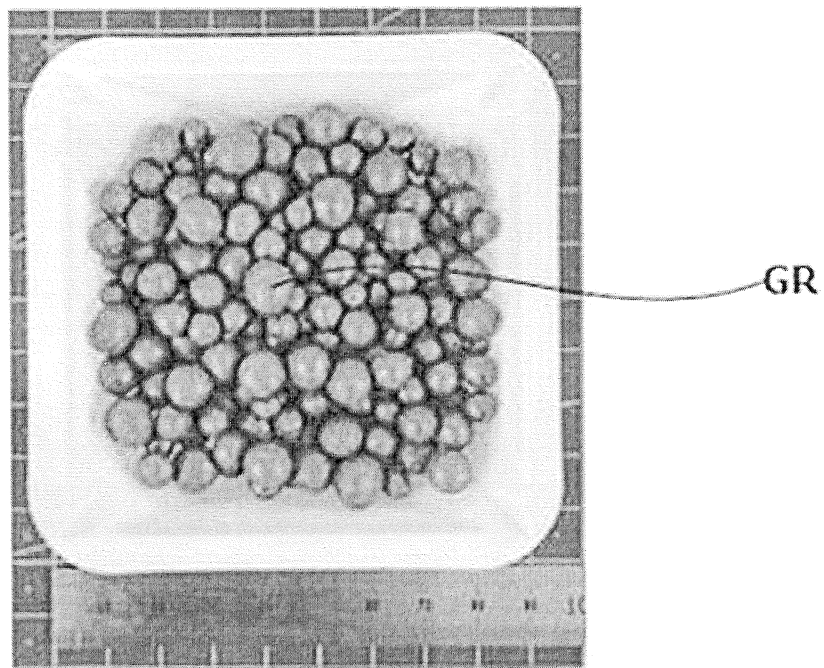
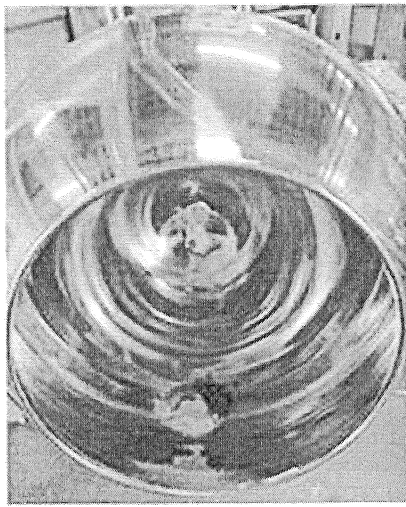
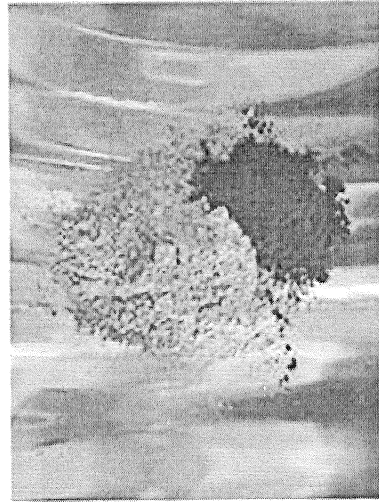


Fig.2

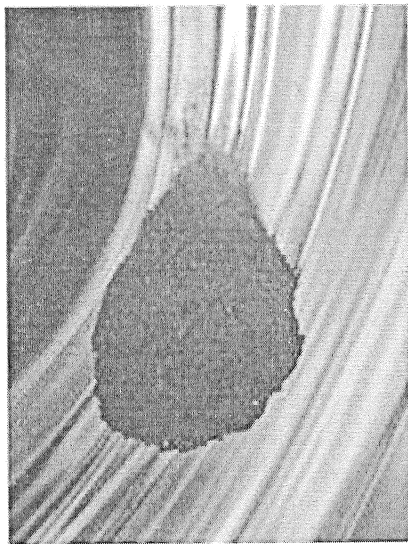
2/6



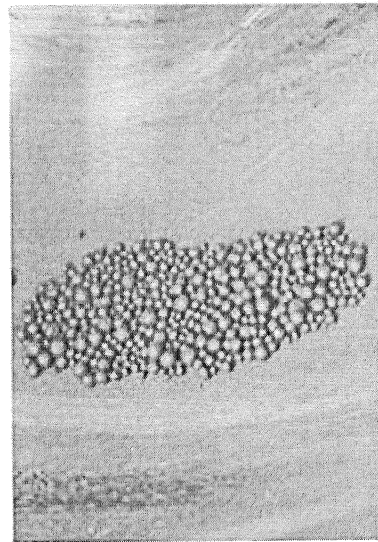
a



b



c



d

Fig.3

3/6



Fig.4

4/6

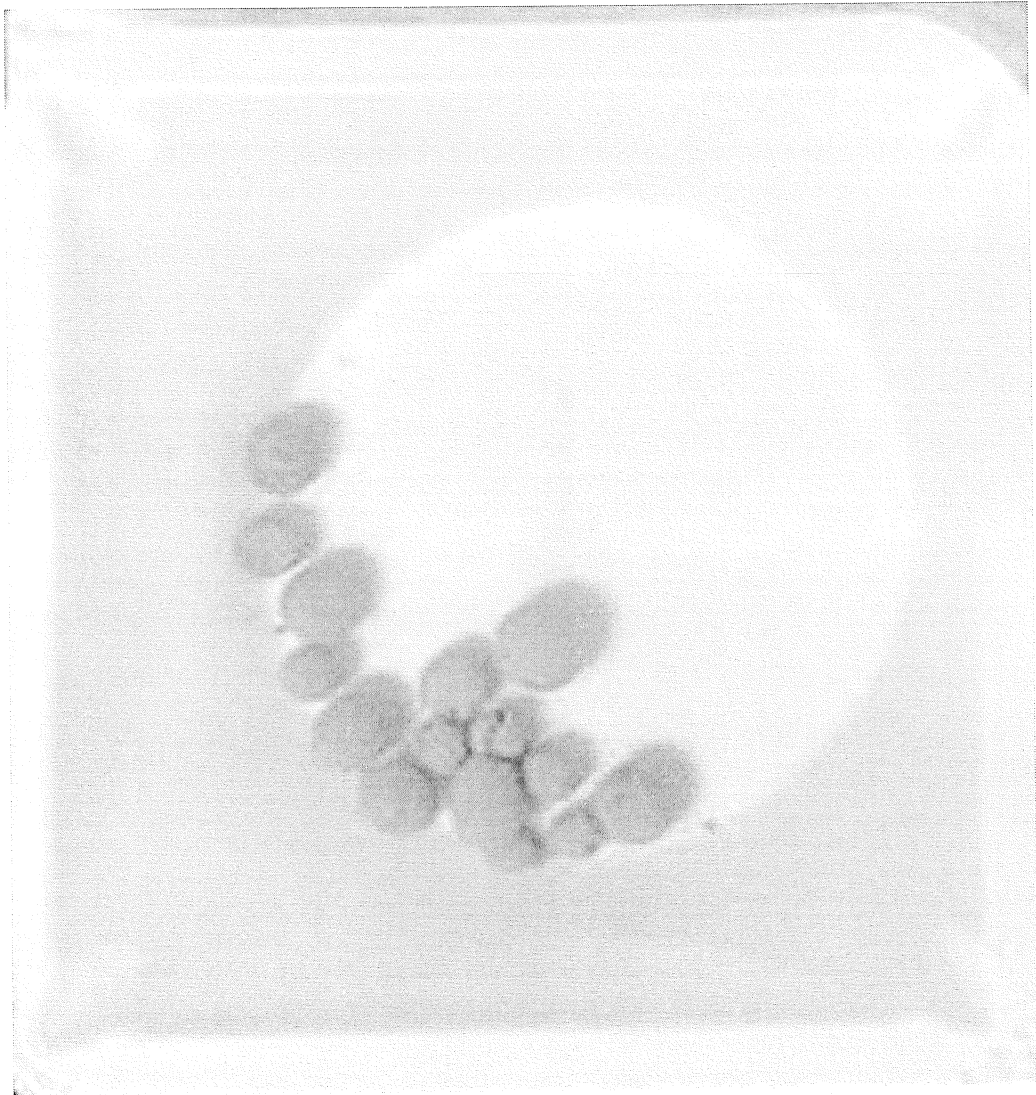


Fig.5

5/6

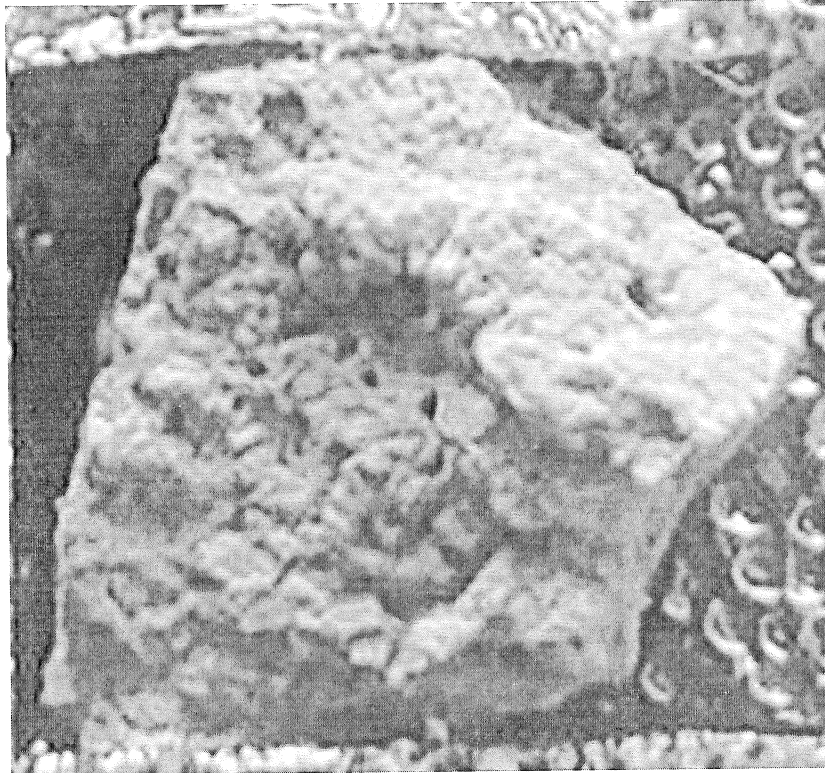


Fig.6a

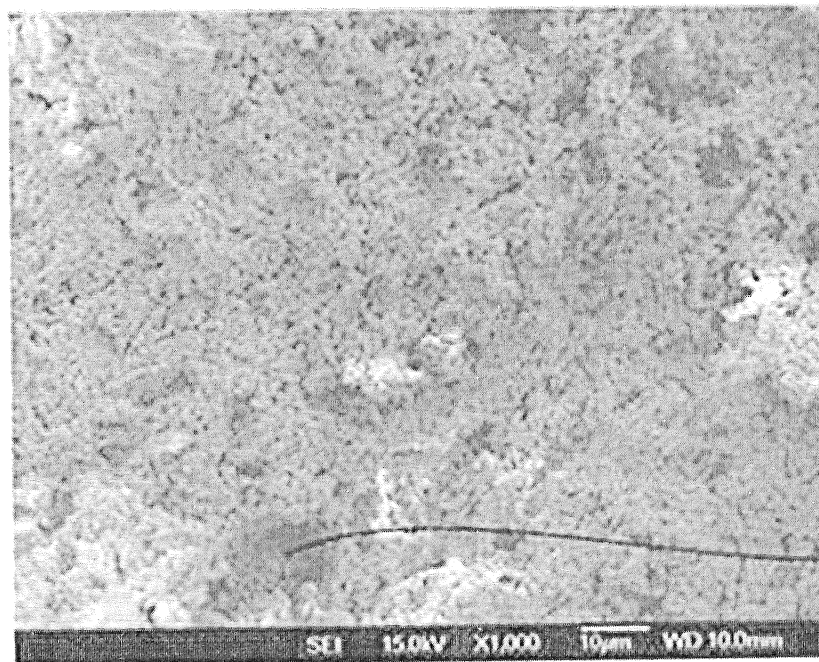


Fig.6b

6/6

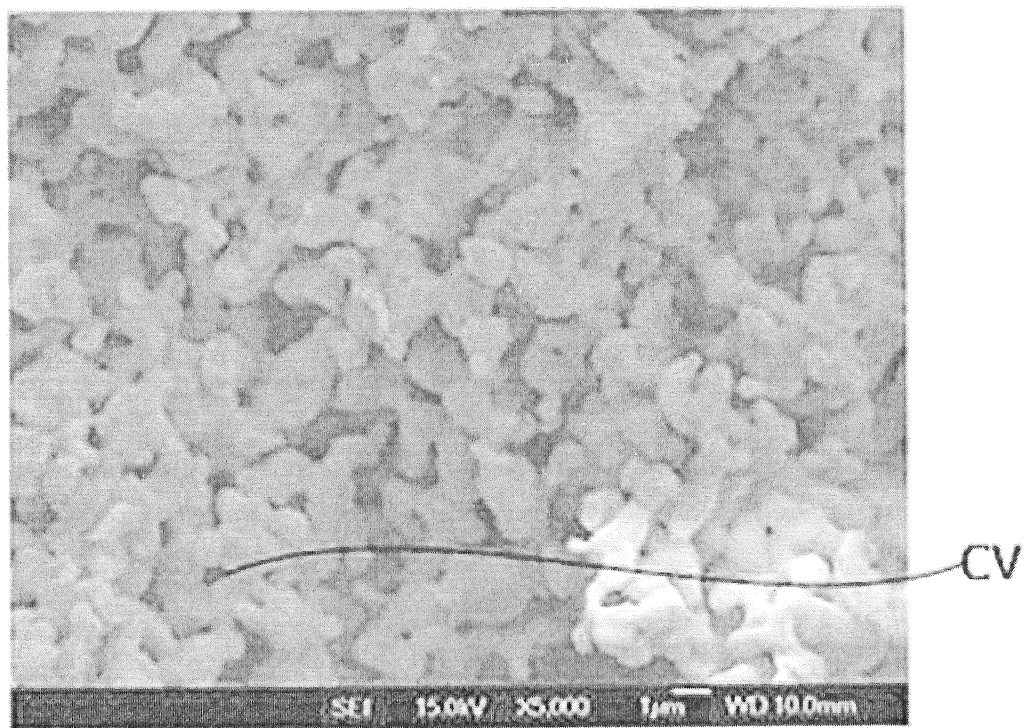


Fig.6c