



(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)



1-0026073

(51)⁷ C04B 33/138

(13) B

(21) 1-2015-00485

(22) 26/04/2013

(86) PCT/KR2013/003622 26/04/2013

(87) WO/2014/030821 A1 27/02/2014

(30) 10-2012-0092355 23/08/2012 KR

(45) 26/10/2020 391

(43) 26/10/2015 331A

(76) 1. LEE, Chi-Hun (KR)

(Guseo-dong, Sunkyung 3-cha Apt.) 302-201, 54, 565 beon-gil Geumgang-ro,
Geumjeong-gu, Busan 609-802, Republic of Korea

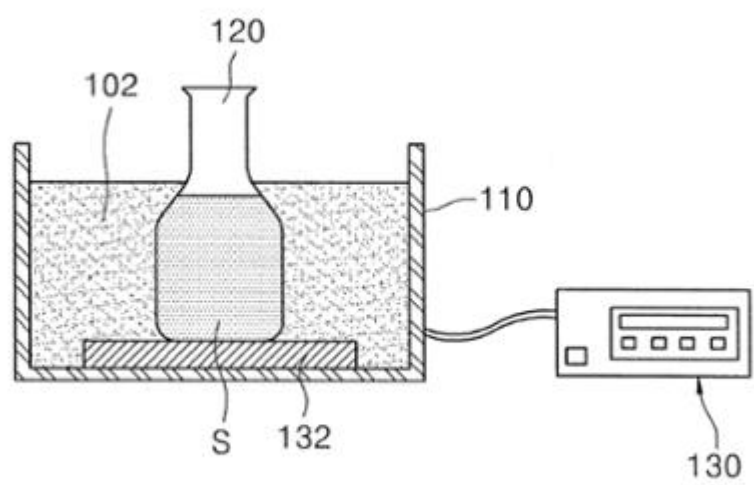
2. KO, Mi-Nyun (KR)

(Guseo-dong, Sunkyung 3-cha Apt.) 302-201, 54, 565 beon-gil Geumgang-ro,
Geumjeong-gu, Busan 609-802, Republic of Korea

(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP TÁCH ION KIM LOẠI TỪ Bùn ĐỎ BẰNG SIÊU ÂM, ION KIM LOẠI VÀ CẶN Bùn ĐỎ ĐƯỢC TẠO RA BỞI PHƯƠNG PHÁP TÁCH ION KIM LOẠI NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ một cách hiệu quả bằng siêu âm, trong đó bùn đỏ là chất thải còn lại sau khi tách nhôm khỏi bauxit. Phương pháp này bao gồm các bước: (a) đưa vào bình phản ứng được đặt trong bể ổn định nhiệt, (1) bùn đỏ sệt đã được trung hòa và dung dịch axit hoặc (2) bùn đỏ sệt, nước cất và dung dịch axit, để tạo ra bùn đỏ sệt, và nung nóng bể ổn định nhiệt để bùn đỏ sệt phản ứng trong khi siêu âm bùn đỏ sệt này, bằng cách đó tách ion kim loại từ bùn đỏ; và (b) lọc sản phẩm thu được từ bước (a) để thu được dịch lọc và cặn bùn đỏ, sau đó tách và thu hồi dịch lọc và cặn bùn đỏ này, trong đó siêu âm trong bước (a) được tiến hành bằng cách sử dụng máy phát siêu âm bằng cách áp dụng sóng siêu âm vào đầu siêu âm được đặt trong bể ổn định nhiệt. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến ion kim loại và cặn bùn đỏ được tạo ra bởi phương pháp tách ion kim loại này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ, và cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ một cách hiệu quả bằng siêu âm, trong đó bùn đỏ là chất thải còn lại sau khi tách nhôm khỏi bauxit. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến ion kim loại và cặn bùn đỏ được tạo ra bởi phương pháp tách ion kim loại này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự xả bùn đỏ còn lại sau khi tách hợp chất nhôm và nhôm từ quặng bauxit trên thế giới hàng năm là trên 120 triệu tấn ở dạng bùn nhão và trên 40 triệu tấn và tăng hàng năm. Ở Hàn Quốc, sự xả bùn đỏ hàng năm là 0,2 triệu tấn ở dạng bùn nhão, và bùn đỏ được sử dụng trong các ứng dụng hạn chế, bao gồm, sản xuất gạch, tách kim loại nặng, v.v. vì không có phương pháp hiệu quả để xử lý bùn đỏ. Cụ thể là, nơi có bùn đỏ không phải trên toàn thế giới, và dịch rỉ từ bùn đỏ có tác động tiêu cực đến sản phẩm nông nghiệp và sức khỏe con người và gây ra nhiều vấn đề nghiêm trọng về môi trường.

Cụ thể là, chất thải bùn đỏ ở trạng thái khô xuất hiện ở tỷ lệ 1:1 tương đối so với nhôm, và do đó lượng của nó tương đối lớn. Về khía cạnh xử lý bùn đỏ trên thế giới, bùn đỏ được xả dưới dạng chất nhão và đặt trong các bể chứa nhân tạo, đập nhân tạo hoặc các mỏ trống, và ở hầu hết các nước ven biển, bùn đỏ được xả ra biển sau khi trung hòa hoặc thông qua các đường ống. Các vấn đề nghiêm trọng hơn là lượng bùn đỏ sệt và độ pH của bùn đỏ sệt tăng hàng năm.

Lượng bùn đỏ sệt thải lớn hơn khoảng 2-3 lần so với lượng nhôm được tách ra từ bauxit. Ngoài ra, chất thải bùn đỏ có độ pH kiềm cao pH 12-13 do natri hydroxit được sử dụng khi tách nhôm từ bauxit. Do đó, dịch rỉ từ bùn đỏ gây ra nguy hại cho sản phẩm nông nghiệp, gây ô nhiễm nước ngầm, phá hủy hệ sinh thái, và đe dọa sức khỏe con người. Các ví dụ thông thường có thể bao gồm thảm họa bùn đỏ đã xảy ra ở Hungary năm 2010, trong đó lượng lớn bùn đỏ sệt bị tràn từ hồ nhân tạo đã gây ngập các làng xung quanh và đã gây ra thiệt hại cho sản phẩm nông nghiệp và con người. Ở nhiều nước khác, tình huống tương tự với thảm họa này có

thể sẽ xảy ra, và do đó việc xử lý bùn đỏ là yêu cầu cấp thiết.

Như mô tả trên đây, khả năng về thảm họa môi trường do bùn đỏ tăng dần, và chất thải bùn đỏ đang tiếp tục được tích tụ là tăng tính nghiêm trọng của nó. Ngoài ra, bùn đỏ khô gây ra các vấn đề về môi trường, như bùn đỏ sệt, và cụ thể là, bụi bùn đỏ có thể gây ra ô nhiễm không khí.

Nguyên nhân lớn nhất vì sao vấn đề này vẫn chưa được giải quyết và vì sao nhiều ứng dụng của bùn đỏ chưa được tìm ra là kim loại, bao gồm sắt, titan và nhôm, chúng có trong bùn đỏ, và xuất hiện ở dạng oxit ổn định, và về lý do này, chỉ một số ion kim loại như (Na^+) được tách ra từ bùn đỏ, và nhiều loại ion kim loại khác trong bùn đỏ không thể tách ra được. Khó khăn trong việc tách các ion kim loại này hạn chế đáng kể việc ứng dụng bùn đỏ. Theo cách khác, nếu chính bùn đỏ được ứng dụng thương mại, đó là, nếu bùn đỏ được sử dụng để sản xuất gạch hoặc dưới dạng bê tông hoặc nguyên liệu xây dựng, tính bền của sản phẩm này sẽ bị giảm do lượng lớn các ion sắt có trong đó, hoặc việc áp dụng sản phẩm sẽ bị hạn chế do nguyên liệu có tính bazơ mạnh trong đó.

Công nghệ theo tình trạng kỹ thuật cố gắng tách hầu hết ion kim loại sử dụng axit mạnh hoặc áp suất cao và nhiệt độ cao. Tuy nhiên, trong các công nghệ này, chỉ một số kim loại như natri được tách ra, và do đó bùn đỏ tạo ra có thể không được tái chế. Ngoài ra, quy trình tách được tiến hành ở nhiệt độ cao và áp suất cao, và do đó có thể không được áp dụng thương mại. Vì hạn chế này trong việc tách ion kim loại từ bùn đỏ, các nghiên cứu được tiến hành để sử dụng bùn đỏ dưới dạng chất xử lý kim loại nặng hoặc chất hấp thụ bằng cách cải thiện nhẹ đặc tính vật lý của bùn đỏ bằng cách xử lý bề mặt bằng hợp chất hữu cơ hoặc chất sulfonat hóa bằng lưu huỳnh. Tuy nhiên, việc sử dụng thương mại bùn đỏ ở phạm vi ứng dụng rộng chưa được tìm ra.

Ngoài ra, nếu bùn đỏ được sử dụng ở dạng nguyên liệu xây dựng, độ bền của nguyên liệu xây dựng sẽ giảm do hàm lượng ion sắt cao của nó. Do đó, việc sử dụng thương mại bùn đỏ là nguyên liệu xây dựng bị hạn chế.

Tài liệu tình trạng kỹ thuật đề cập đến bùn đỏ bao gồm bằng sáng chế Hàn Quốc số 10-

0460262 (được công bố vào 14/12/2004) bộc lộ phương pháp điều chế vữa hoàng thổ nhân tạo sử dụng bùn đỏ và phương pháp áp dụng vữa hoàng thổ nhân tạo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế này là đề xuất phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm, phương pháp này có thể giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường gây ra do bùn đỏ sệt và có thể cung cấp giải pháp để tái chế chất thải công nghiệp thành sản phẩm phụ có giá trị cao.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm, phương pháp bao gồm các bước: (a) đưa vào bình phản ứng được đặt trong bể ổn định nhiệt, (1) bùn đỏ sệt đã trung hòa và dung dịch axit hoặc (2) bùn đỏ sệt, nước cất và dung dịch axit, để tạo ra bùn đỏ sệt, và nung nóng bể ổn định nhiệt cho phép bùn đỏ sệt trong bình phản ứng phản ứng trong khi xử lý bùn đỏ sệt để siêu âm, bằng cách đó tách ion kim loại khỏi bùn đỏ; và (b) lọc sản phẩm thu được từ bước (a) để thu được dịch lọc và cặn bùn đỏ sau đó tách và thu hồi dịch lọc và cặn bùn đỏ này, trong đó siêu âm trong bước (a) được tiến hành bằng cách sử dụng máy phát siêu âm bằng cách áp dụng sóng siêu âm đến đầu siêu âm được đặt trong bể ổn định nhiệt.

Mô tả văn tắt hình vẽ

FIG. 1 là sơ đồ khối quy trình thể hiện phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm theo phương án của sáng chế.

FIG. 2 thể hiện dưới dạng giản đồ các thiết bị tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm theo phương án của sáng chế.

FIG. 3 thể hiện kết quả phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) của bùn đỏ khô.

FIG. 4 thể hiện kết quả phân tích XRD của cặn bùn đỏ được thu hồi theo phương pháp của ví dụ 4.

FIG. 5 thể hiện kết quả phân tích XRD của oxit rắn thu được bằng cách nung cặn bùn đỏ, được thu hồi theo phương pháp của ví dụ 8, ở 900 °C trong 6 giờ.

FIG. 6 thể hiện kết quả của phân tích XRD của kết tủa, được tạo ra ở độ pH 7 và được

nung ở 900 °C trong 6 giờ theo phương pháp của ví dụ 12.

FIG. 7 thể hiện kết quả của phân tích ICP của dịch chiết chứa ion kim loại thu được từ bùn đỏ sử dụng nhiều loại axit (ppm được thể hiện ở đơn vị gam, và nồng độ (% trọng lượng) của ion kim loại được tách được thể hiện tương ứng với 30 g (100% trọng lượng) của bùn đỏ).

FIG. 8 thể hiện kết quả của phân tích ICP của dịch chiết chứa ion kim loại thu được từ bùn đỏ ở các nhiệt độ phản ứng khác nhau (ppm được chuyển thành gam, và nồng độ (% trọng lượng) của ion kim loại được tách thể hiện tương ứng với 30 g (100% trọng lượng) của bùn đỏ).

FIG. 9 thể hiện kết quả của phân tích ICP của dịch chiết chứa ion kim loại thu được từ bùn đỏ sử dụng các giai đoạn phản ứng khác nhau (ppm được thể hiện ở đơn vị gam, và nồng độ (% trọng lượng) của ion kim loại được tách thể hiện tương ứng với 30 g (100% trọng lượng) của bùn đỏ).

Mô tả chi tiết sáng chế

Ưu điểm và đặc điểm của sáng chế, và phương pháp đạt được chúng, sẽ trở nên rõ ràng với việc tham khảo đến các phương án điển hình được mô tả dưới đây liên quan đến các hình vẽ đi kèm. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các phương án điển hình được bộc lộ dưới đây và có thể được thể hiện ở nhiều dạng khác nhau, hơn là các phương án này được đề xuất sao cho sự bộc lộ này sẽ hoàn toàn và đầy đủ với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này. Phạm vi của sáng chế sẽ được xác định bằng các yêu cầu bảo hộ đi kèm. Số chỉ dẫn để chỉ các thành phần giống nhau trong toàn bộ bản mô tả và hình vẽ đi kèm.

Sáng chế đề xuất giải pháp để giải quyết vấn đề môi trường gây ra từ bùn đỏ bằng cách tái chế bùn đỏ thành các sản phẩm thương mại khác nhau và đề xuất phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ.

Trong quy trình thực nghiệm để tách ion kim loại từ bùn đỏ, axit mạnh được sử dụng để tách cation sắt (Fe), titan (Ti) và nhôm (Al), có nhiều trong bùn đỏ. Nước và axit mạnh được sử dụng ở tỷ lệ thể tích 1:1 - 1:10 xem xét sự trung hòa được tiến hành sau đó. Việc tách ion kim loại được tiến hành trong 3 giờ hoặc hơn trong khi duy trì nhiệt độ trong của bể ổn định nhiệt 50~100 °C và áp dụng sóng siêu âm. Ion kim loại, bao gồm ion sắt, được tách chậm, và

sau khoảng 3-4 giờ, lượng lớn ion kim loại bắt đầu được tách, và sau 5-8 giờ, hầu hết ion kim loại, bao gồm sắt, titan, nhôm, canxi, natri và kali, được tách.

Lượng ion kim loại được tách ra tăng khi nhiệt độ phản ứng tách tăng và tỷ lệ axit mạnh với bùn đỏ tăng, nhưng điều kiện thích hợp được chọn trong các bước được tiến hành muộn hơn và kinh tế hơn.

Do đó, theo sáng chế, ion kim loại được tách từ bùn đỏ có thể được sử dụng để điều chế nhiều các hợp chất ion kim loại, và cặn bùn đỏ có đặc tính vật lý thay đổi và chế phẩm hóa học, nó còn lại sau khi tách ion kim loại, có thể được nung nóng ở nhiệt độ cao để tạo ra nhiều vật liệu khác nhau, bao gồm nguyên liệu chống nhiệt, chất xúc tác, xi măng, nguyên liệu xây dựng, v.v. Do đó, sáng chế đề xuất phương pháp tạo khả năng tái chế bùn đỏ trong nhiều ứng dụng khác nhau.

Ngoài ra, theo sáng chế, chế phẩm hóa học của bùn đỏ có thể được thay đổi bằng cách tách ion kim loại từ bùn đỏ, và ion kim loại đã tách có thể được sử dụng để tổng hợp nhiều nguyên liệu khác nhau. Do đó, sáng chế đề xuất phương pháp tạo khả năng xử lý hóa học bùn đỏ. Ngoài ra, trong sáng chế, phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ được phát triển bằng cách tìm kiếm phương pháp để xử lý hóa học hoàn toàn bùn đỏ, và hầu hết ion kim loại trong bùn đỏ được tách bằng cách sử dụng sự kết hợp tối ưu của điều kiện siêu âm, điều kiện nhiệt độ phản ứng và tỷ lệ hàm lượng axit mạnh.

Đã phát hiện ra rằng, khi việc tách ion kim loại từ bùn đỏ được tiến hành bằng cách chỉ sử dụng axit mạnh mà không có siêu âm, một lượng rất nhỏ ion kim loại được tách, và chỉ khi sự siêu âm được tiến hành ở bề ổn định nhiệt ở nhiệt độ 50 °C hoặc cao hơn, và tốt hơn nếu 50~100 °C, ion kim loại có thể được tách hiệu quả.

Dưới đây, phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm theo phương án được ưu tiên của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với sự viện dẫn đến hình vẽ đi kèm.

FIG. 1 là sơ đồ khối thể hiện phương pháp tách ion kim loại từ bột bùn đỏ bằng siêu âm theo phương án của sáng chế, và FIG. 2 thể hiện dưới dạng giản đồ các thiết bị tách ion kim loại từ bột bùn đỏ bằng siêu âm theo phương án của sáng chế.

Tham chiếu đến các FIG. 1 và 2, phương pháp tách ion kim loại từ bột bùn đỏ bằng siêu âm theo phương án của sáng chế bao gồm các bước: (S110) điều chế bùn đỏ sệt; (S120) tách ion kim loại từ bùn đỏ sệt; và (S130) thu hồi bùn đỏ kết tủa và dịch lọc.

Điều chế bùn đỏ sệt

Khi bùn đỏ sệt có tính bazơ mạnh được xả ra từ quy trình tách nhôm hoặc tương tự được sử dụng trực tiếp, nó được trung hòa bằng axit mạnh, và sau đó dung dịch axit được bổ sung thêm vào đó để hoàn lại tính axit của bùn đỏ. Tuy nhiên, khi bùn đỏ ở dạng bột, phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ còn có thể bao gồm các bước (S110) điều chế bùn đỏ sệt bằng cách trộn bột bùn đỏ, dung dịch axit và nước cất trong bình phản ứng 120 được đặt trong bể ổn định nhiệt 110.

Ở đây, dung dịch axit có thể chứa một hoặc hỗn hợp hai hoặc nhiều axit được chọn từ nhóm bao gồm axit sulfuric, axit clohydric, axit nitric và nước cường toan (hỗn hợp của axit clohydric và axit nitric). Nếu axit sulfuric được sử dụng, hiệu quả tách cao nhất thu được như được mô tả dưới đây. Trong thí nghiệm tách, các chất sau được sử dụng: axit sulfuric (H_2SO_4 95%, Junsei Chemicals, Japan), axit nitric (HNO_3 , 65%, DUKSAN reagents, Korea), axit clohydric (HCl , 35%, Matsunoen Chemicals, Japan), nước trao đổi ion, bùn đỏ (KC Co., Ltd. Korea). Axit mạnh được sử dụng nguyên vẹn. Kết quả thử nghiệm chỉ ra rằng việc sử dụng axit sulfuric thể hiện hiệu quả tách cao nhất.

Trong bước này, bùn đỏ sệt hoặc bột và dung dịch axit tốt hơn là được trộn ở tỷ lệ trọng lượng 1:1-1:20. Nếu tỷ lệ trộn giữa bùn đỏ và dung dịch axit thấp hơn 1:1, việc tách ion kim loại sẽ không đủ vì tỉ lệ dung dịch axit tương đối thấp. Theo cách khác, nếu tỷ lệ hỗn hợp giữa bùn đỏ và dung dịch axit lớn hơn 1:20, hiệu quả của việc tách tăng, nhưng lượng bazơ được sử dụng để trung hòa dịch lọc thu hồi được sẽ tăng, dẫn đến việc tăng chi phí tách.

Trong khi đó, dung dịch axit và nước cất tốt hơn nếu được trộn ở tỷ lệ thể tích 1:1-1:10. Nếu tỷ lệ trộn giữa dung dịch axit và nước cất ít hơn 1:1, lượng bazơ được sử dụng để trung hòa dịch lọc thu hồi được sẽ tăng, dẫn đến tăng chi phí tách. Theo cách khác, nếu tỷ lệ trộn giữa dung dịch axit và nước cất lớn hơn 1:10, hiệu quả của việc tách sẽ giảm bởi vì hàm lượng dung

dịch axit giảm tương đối khi lượng bùn đỏ lớn.

Tách ion kim loại từ bùn đỏ

Trong bước (S120) tách ion kim loại từ bùn đỏ, nhiệt độ không đổi được nung để cho phép bùn đỏ sệt (S) trong bình phản ứng 120 phản ứng, trong khi bùn nhão được siêu âm để tách ion kim loại từ bùn đỏ.

Cụ thể là, siêu âm quan trọng trong việc tách ion kim loại từ bùn đỏ được ưu tiên tiến hành ở tần số 30-50 kHz và công suất 260-300 W, và phản ứng tốt hơn được tiến hành ở 50~100 °C trong 3 giờ hoặc hơn. Nếu phản ứng được tiến hành trong hơn 10 giờ, sẽ thu được hiệu quả tách không đáng kể, và lượng titan được tách vào trong dung dịch tách sẽ tăng dần để giảm lượng titan của cặn bùn đỏ, và do đó cặn bùn đỏ sẽ không được sử dụng hiệu quả vì sự xúc tác ánh sáng.

Tác giả sáng chế phát hiện ra rằng, khi không tiến hành siêu âm, ion kim loại không được tách thậm chí khi có mặt axit mạnh, ngược lại, khi siêu âm được tiến hành, ion kim loại được bắt đầu tách khi có mặt nhiều axit mạnh. Ngoài ra, đã phát hiện ra rằng tỷ lệ tách tăng khi nồng độ axit mạnh bổ sung và nhiệt độ trong bể ổn định nhiệt tăng. Cụ thể là, trong quy trình sản xuất sản phẩm từ cặn bùn đỏ, axit mạnh được sử dụng ở lượng ít nhất có thể để tối thiểu hóa lượng bazơ được sử dụng để trung hòa axit mạnh.

Trong bước này, hoạt động siêu âm được tiến hành khi tách ion kim loại rất quan trọng. Biết rằng mật độ bóng khí được tạo ra khi siêu âm giảm đi khi nhiệt độ nước cao hơn 40 °C. Tuy nhiên, trong sáng chế này, đã phát hiện ra rằng tốt hơn nếu tiến hành tách ở nhiệt độ 50~100 °C, nhiệt độ này cao hơn 40 °C, để kích hoạt bước hoạt hóa đầu tiên để tăng khả năng phản ứng của ion kim loại với axit và kích hoạt các phản ứng chính tiếp theo với axit.

Cụ thể là, khi siêu âm được tiến hành theo sáng chế, rung động được tạo ra bằng các bóng khí tạo ra do siêu âm, và tần số tiếp xúc giữa ion kim loại trong bùn đỏ và axit mạnh tăng bằng cách khuấy mạnh bùn đỏ sệt (S) và axit mạnh, bằng cách đó tạo ra sự tách trôi chảy của ion kim loại từ bùn đỏ. Trong việc tách này, khả năng phản ứng giữa axit và ion kim loại tăng khi nhiệt độ phản ứng tăng, bằng cách đó tách ion kim loại. Do đó, trong phản ứng tách ion kim

loại từ bùn đỏ, tác động rung động của bóng khí được tạo ra bằng siêu âm và phản ứng giữa bùn đỏ và axit mạnh ở nhiệt độ hơi cao 50~100 °C thể hiện hiệu quả hiệp đồng, do đó ion kim loại có thể được tách hiệu quả từ bùn đỏ.

Ở đây, siêu âm tốt hơn nếu được tiến hành bằng cách sử dụng máy phát siêu âm 130 bằng cách áp dụng tần số và nguồn xác định trước cho đầu siêu âm 132 được đặt trong bể ổn định nhiệt 110.

Mặc dù đầu siêu âm 132 có thể được đặt trên bề mặt thành trong hoặc phần trung tâm bên trong của bể ổn định nhiệt 110, thu được hiệu quả tách cao khi đầu siêu âm 132 được bố trí giữa đáy của bình phản ứng 120 và bể ổn định nhiệt 110.

Trong bước này, nếu sự siêu âm được tiến hành ở nguồn thấp hơn 260 W, sẽ khó khăn để tách hầu hết ion kim loại từ bùn đỏ. Theo cách khác, sự siêu âm được tiến hành ở nguồn hơn 300 W, bình phản ứng 120 được tạo từ thủy tin có thể bị hư hại. Để khắc phục vấn đề này, bể ổn định nhiệt được tạo từ SUS cũng có thể được sử dụng mà không có bình phản ứng tách rời, sao cho phản ứng tách được tiến hành trực tiếp trong bể ổn định nhiệt bằng cách áp dụng nguồn 300-500 W, cao hơn so với phạm vi nguồn đã mô tả trên đây.

Trong bước này, nếu nhiệt độ phản ứng thấp hơn 50 °C hoặc thời gian phản ứng ngắn hơn 3 giờ, phản ứng giữa ion kim loại trong bùn đỏ và axit mạnh sẽ không đủ, và do đó sẽ khó khăn để tách tất cả ion kim loại từ bùn đỏ. Theo cách khác, nếu nhiệt độ phản ứng cao hơn 100 °C hoặc thời gian phản ứng lâu hơn 10 giờ, lượng ion kim loại được tách nhẹ nhàng sẽ tăng, nhưng thời gian quy trình và chi phí tách sẽ tăng quá mức.

Thu hồi cặn bùn đỏ và lọc

Trong bước (S130) thu hồi cặn bùn đỏ và dịch lọc, sản phẩm thu được từ bước (S120) tách ion kim loại từ bùn đỏ được lọc từ bùn đỏ, và cặn bùn đỏ và dịch chiết kim loại được tách và thu hồi.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “dịch chiết” có thể được định nghĩa là dung dịch chứa ion kim loại không chứa cặn bùn đỏ. Trong bước này, việc lọc có thể được tiến hành bằng cách sử dụng thiết bị lọc hoặc li tâm.

Mặc dù không được thể hiện trong hình vẽ, phương pháp tách ion kim loại bằng siêu âm theo phương án của sáng chế có thể còn bao gồm, sau khi tách ion kim loại từ bùn đỏ, là bước thu cặn bùn đỏ (không được thể hiện) và bước nung (không được thể hiện).

Thu cặn bùn đỏ

Trong bước thu cặn bùn đỏ, cặn bùn đỏ đã thu hồi được rửa, và làm khô kết tủa bùn đỏ đã rửa ở nhiệt độ 50~70 °C trong 6 giờ hoặc hơn, bằng cách đó thu được bùn đỏ rắn. Ở đây, việc rửa được tiến hành 3-5 lần sử dụng nước cất.

Nung

Trong bước nung, cặn bùn đỏ được nung ở nhiệt độ 900 °C trong 4 giờ hoặc lâu hơn để thu được oxit có chế phẩm mới. Trong ví dụ của sáng chế, cặn bùn đỏ được nung ở 900 °C trong 6 giờ.

Phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm đã mô tả trên đây theo phương án của sáng chế là phương pháp tách hầu hết ion kim loại từ chất thải bùn đỏ còn lại sau khi tách nhôm từ bô xit. Phương pháp này có ưu điểm trong đó ion kim loại trong bùn đỏ có thể được tách hiệu quả bằng cách sử dụng sự kết hợp tối ưu của siêu âm, axit mạnh và nhiệt độ của bể ổn định nhiệt được kiểm soát.

Ngoài ra, phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm theo sáng chế có ưu điểm là việc tách được tiến hành ở nhiệt độ tương đối thấp và quy trình tách đơn giản. Do đó, khi phương pháp tách ion kim loại theo sáng chế được sử dụng, ion kim loại đã tách và cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách ion kim loại có thể được sử dụng thương mại, và bùn đỏ rắn còn lại sau khi tách ion kim loại có thể được sử dụng thương mại ở nhiều ứng dụng khác nhau do đặc tính vật lý đã thay đổi và chế phẩm hóa học của nó. Theo cách khác, lượng lớn ion sắt hạn chế việc sử dụng bùn đỏ hầu hết đã được tách, và do đó cặn bùn đỏ chứa silic và titan làm thành phần chính của nó và có thể được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, bao gồm lĩnh vực xây dựng và lĩnh vực thân thiện với môi trường. Ngoài ra, khi bùn đỏ khô phản ứng với axit mạnh trong nước cất ở nhiệt độ 50~100 °C trong khi siêu âm, ion kim loại được tách từ bùn đỏ. Sản phẩm tách chứa ion kim loại bao gồm sắt, titan và nhôm làm thành phần chính, và do đó có thể được tái chế.

Ngoài ra từ ion kim loại được tách bằng quy trình tách này, kim loại có thể được thu hồi và nhiều hợp chất có thể được tổng hợp, đề xuất rằng bùn đỏ có thể được tái chế hoàn toàn. Ngoài ra, vì dung dịch ion kim loại đã tách là dung dịch axit mạnh, dung dịch axit này có thể được trung hòa đến độ pH 7 bằng cách bổ sung nguyên liệu bazơ như nước ammoniac hoặc dung dịch natri hydroxit để tạo ra kết tủa sao cho dung dịch thải thu được dễ dàng được xử lý trong quy trình tiếp theo.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết với sự tham khảo đến các ví dụ. Hiểu rằng, tuy nhiên các ví dụ này chỉ có mục đích minh họa và không mong đợi để hạn chế phạm vi của sáng chế theo cách bất kỳ.

Các nội dung không được mô tả ở đây có thể là tương tự về kỹ thuật đối với chuyên gia trong lĩnh vực này, và do đó việc mô tả chúng được bỏ qua.

1. Phương pháp thực nghiệm

Ví dụ 1

Đặt bình nón Erlenmeyer 2-L trong bể ổn định nhiệt, đưa vào 30 g bùn đỏ và 900 ml nước cất và 225 ml axit clohydric (HCl) và bổ sung 75 ml axit nitric và trộn chúng. Sau đó, nung nóng bể ổn định nhiệt đến 75 °C, và trong trạng thái này, các thành phần trong bình phản ứng được phản ứng trong 6 giờ trong khi chúng được siêu âm ở tần số 36,7 kHz và nguồn điện.

Sau đó, lọc sản phẩm phản ứng, và phân tách và thu hồi cặn bùn đỏ và dịch lọc. Rửa cặn bùn đỏ đã thu hồi bằng nước cất và làm khô ở 60°C trong 12 giờ. Phân tích dịch lọc chứa ion kim loại đã tách bằng cách sử dụng ICP (PerkinElmer, OPTIMA 2100DV).

Ví dụ 2

Quy trình của ví dụ 1 được lặp lại, ngoại trừ 300 ml axit clohydric (HCl, 35%) được sử dụng thay cho hỗn hợp axit clohydric/axit nitric làm dung dịch axit.

Ví dụ 3

Quy trình của ví dụ 1 được lặp lại, ngoại trừ 300 ml axit nitric (HNO₃, 65%) được sử dụng thay cho hỗn hợp axit clohydric/axit nitric làm dung dịch axit.

Ví dụ 4

Quy trình của ví dụ 1 được lặp lại, ngoại trừ 300 ml axit sulfuric (H_2SO_4 , 95%) được sử dụng thay cho hỗn hợp axit clohydric/axit nitric làm dung dịch axit.

Ở đây, vì 1 ml axit sulfuric tương ứng với 1,83 g về tỷ trọng, 1,83 g axit sulfuric được sử dụng trên một gam bùn đỏ, và do đó tỷ lệ trọng lượng bùn đỏ: axit sulfuric là 1: 18,3.

Ví dụ 5

Quy trình của ví dụ 4 được lặp lại, ngoại trừ phản ứng được tiến hành ở 55 °C trong 6 giờ sau khi nung nóng bể ổn định nhiệt.

Ví dụ 6

Quy trình của ví dụ 4 được lặp lại, ngoại trừ phản ứng được tiến hành ở 65 °C trong 6 giờ sau khi nung nóng bể ổn định nhiệt.

Ví dụ 7

Quy trình của ví dụ 4 được lặp lại, ngoại trừ phản ứng được tiến hành ở 85 °C trong 6 giờ sau khi nung nóng bể ổn định nhiệt.

Ví dụ 8

Quy trình của ví dụ 4 được lặp lại, ngoại trừ phản ứng được tiến hành ở 85 °C trong 8 giờ sau khi nung nóng bể ổn định nhiệt.

Ví dụ 9

Quy trình của ví dụ 4 được lặp lại, ngoại trừ phản ứng được tiến hành ở 85 °C trong 9 giờ sau khi nung nóng bể ổn định nhiệt.

Ví dụ 10

Quy trình của ví dụ 4 được lặp lại, ngoại trừ phản ứng được tiến hành ở 85 °C trong 12 giờ sau khi nung nóng bể ổn định nhiệt.

Ví dụ 11

Đặt bình nón Erlenmeyer trong bể ổn định nhiệt, đưa vào 30 g bùn đỏ và 900 ml nước cất và bổ sung 300 ml axit sulfuric (H_2SO_4) và trộn chúng. Sau đó, nung nóng bể ổn định nhiệt đến 75 °C, và ở trạng thái này, các thành phần trong bình phản ứng được cho phản ứng trong 6

giờ trong khi chúng được siêu âm ở tần số 36,7 kHz và nguồn điện.

Sau đó, lọc sản phẩm phản ứng, và phân tách và thu hồi cặn bùn đỏ và dịch lọc. Rửa cặn bùn đỏ đã thu hồi bằng nước cất và làm khô ở 60 °C trong 12 giờ.

Nung nóng cặn bùn đỏ khô ở 900 °C trong 6 giờ để thu được oxit bùn đỏ.

Ví dụ 12

Dịch chiết chứa ion kim loại được chiết trong ví dụ 4 là dung dịch axit mạnh, và do đó được trung hòa đến độ pH 7 bằng cách bổ sung nước amoniac hoặc dung dịch natri hydroxit để tạo ra kết tủa, và dung dịch thu được có độ pH 7. Kết tủa được tạo ra ở độ pH 7 được nung ở 900 °C trong 6 giờ để thu được oxit chứa sắt.

2. Đánh giá đặc tính vật lý

Bảng 1 dưới đây thể hiện kết quả phân tích dịch chiết, thu được trong các ví dụ 1 đến ví dụ 4, bằng ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometer – khối phổ plasma ghép đôi cảm ứng). Cụ thể là, bảng 1 thể hiện kết quả thử nghiệm được tiến hành bằng cách sử dụng các loại axit mạnh khác nhau để kiểm tra tác động của axit mạnh lên việc tách ion kim loại.

Bảng 1 (đơn vị: mg/L)

	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4
Fe	3836	3898	2417	4724
Al	1007	1023	1010	1767
Ti	357,1	356,6	367,7	482,2
Na	615,1	647,2	704,2	830,7
Ca	548,5	626,5	629,0	452,1
K	173,7	184,3	188,1	214,2
Mg	63,58	69,32	70,62	104,1
Cu	13,18	13,31	13,17	13,56
Pb	2,058	3,248	0,770	2,984

Như có thể thấy trong bảng 1 nêu trên, kết quả phân tích ICP-MS chỉ ra rằng lượng ion kim loại được tách là lớn nhất trong ví dụ 4, trong đó axit sulfuric được sử dụng làm dung dịch axit. Ngoài ra, lượng ion kim loại được tách lớn thứ hai trong ví dụ 1 (sử dụng nước cường toan

(hỗn hợp axit clohydric/axit nitric)) và lượng lớn thứ ba là trong ví dụ 2 (sử dụng axit clohydric). Ngoài ra, lượng ion kim loại đã tách là nhỏ nhất trong ví dụ 3 (sử dụng axit nitric). Điều này gợi ý rằng nước cường toan, axit clohydric hoặc axit sulfuric là axit có hiệu quả mạnh đối với việc tách ion kim loại, bao gồm sắt. Tuy nhiên, đã phát hiện ra trong thử nghiệm tiếp theo rằng axit sulfuric có hiệu quả nhất trong việc tác động của ion clo lên sự tổng hợp các nguyên liệu khác từ dung dịch chứa ion kim loại và việc tách bằng axit sulfuric không có tác động đáng kể nào lên sự tổng hợp nguyên liệu khác sau khi tách ion kim loại.

Theo cách khác, khi việc tách ion kim loại từ bùn đỏ được tiến hành chỉ sử dụng axit mạnh mà không có siêu âm, ion kim loại không thể tách được.

Kết quả trên đây chỉ ra rằng, khi việc tách ion kim loại từ bùn đỏ được tiến hành bằng cách sử dụng axit mạnh mà không có siêu âm, ít hoặc không có ion kim loại được tách, và siêu âm là yêu cầu cần thiết để tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng axit mạnh, và ion kim loại bắt đầu được tách chỉ khi nhiệt độ bên trong của bể ổn định nhiệt tăng cao hơn 50 °C. Khi siêu âm được tiến hành trong quy trình tách, ion sắt, nhôm và titan, là ion kim loại chính, được tách với bốn loại axit mạnh, nhưng tách bằng axit nitric đã thể hiện hiệu quả tách thấp nhất.

Cụ thể là, về hiệu quả của việc tách ion sắt, nhôm và titan, là ion kim loại chính, axit sulfuric có hiệu quả cao hơn axit mạnh khác, gợi ý rằng hiệu quả lớn nhất để sử dụng axit sulfuric cho việc tách ion kim loại.

Sự có mặt của ion clo (Cl^-) trong quy trình trung hòa phân chiết chứa ion kim loại bằng bazơ để sử dụng nó cho quy trình tiếp theo (như sự tạo thành kết tủa) và làm cho khó khăn để loại bỏ ion clo (Cl^-) bằng cách rửa. Với lý do này, axit sulfuric có hiệu quả chiết cao hơn so với nước cường toan hoặc axit clohydric được sử dụng trong các thử nghiệm. Vì axit sulfuric có hiệu quả thấp trong phản ứng sau đó so với ion clo, nên axit sulfuric được sử dụng làm axit chiết chính trong sáng chế.

Các kết quả của phân tích ICP của sản phẩm tách thu được từ 30 g bùn đỏ sử dụng nhiều axit được thể hiện ở đơn vị gam và được thể hiện trong FIG. 7. Như có thể thấy trong FIG. 7, việc sử dụng axit sulfuric là tốt nhất về hiệu quả chiết.

Như có thể được thấy trong bảng 1 và FIG. 7, trong sản phẩm tách thu được bằng cách chiết bằng axit sulfuric, hàm lượng ion sắt cao nhất trong số các ion kim loại, và ion kim loại chính, bao gồm sắt, nhôm, titan và calcium, được tách từ bùn đỏ. Trong sản phẩm tách chứa ion kim loại, hàm lượng ion sắt cao nhất, và hàm lượng nhôm và titan cao thứ hai. Do đó, sản phẩm tách có thể được sử dụng để điều chế chất xúc tác, và vì sản phẩm tách có hàm lượng ion sắt cao, nên nó có thể được sử dụng để điều chế nhiều nguyên liệu khác nhau, bao gồm sắt oxit, nguyên liệu gốm, đồ men, v.v. Do đó, ion kim loại thu được bằng cách tách từ bùn đỏ có thể được sử dụng để điều chế nhiều sản phẩm khác nhau, và cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách ion kim loại có thể được sử dụng làm nguyên liệu xây dựng và tương tự, đề gợi ý rằng bùn đỏ có thể được tái chế.

Bảng 2 dưới đây thể hiện kết quả phân tích ICP-MS của dịch chiết thu được trong ví dụ 4 đến ví dụ 7. Cụ thể là, bảng 2 thể hiện kết quả thử nghiệm được tiến hành ở các nhiệt độ phản ứng khác nhau để kiểm tra hiệu quả của nhiệt độ phản ứng lên sự tách ion kim loại.

Bảng 2 (đơn vị: mg/L)

	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7
Fe	4724	3981	4453	5207
Al	1767	1155	1429	2173
Ti	482,2	339	367,4	520,2
Na	830,7	799,1	888,8	787,2
Ca	452,1	471,8	242,6	352,8
K	214,2	183,4	194,2	186,4
Mg	104,1	68,65	85,52	78,22
Cu	13,56	13,46	13,28	13,30
Pb	2,984	0,843	2,859	3,303

Các kết quả của phân tích ICP của sản phẩm tách thu được ở các nhiệt độ phản ứng khác nhau được thể hiện ở đơn vị gam và được thể hiện trong FIG. 8. Như được thể hiện trong FIG. 8, hiệu quả tách tăng khi nhiệt độ bên trong bể ổn định nhiệt tăng.

Như được thể hiện trong bảng 2 và FIG. 8, khi việc tách bằng axit sulfuric được tiến

hành bằng cách sử dụng siêu âm như được mô tả trong các ví dụ 4 đến ví dụ 7, hầu hết ion kim loại được tách trong tất cả các ví dụ 4 đến ví dụ 7, thậm chí mặc dù lượng ion kim loại được tách khác nhau phụ thuộc vào nhiệt độ của bể ổn định nhiệt.

Theo cách khác, có thể thấy rằng việc tách các ion sắt, nhôm và titan, là thành phần chính của bùn đỏ, tăng khi nhiệt độ tách tăng, đề xuất rằng tỷ lệ tách chịu ảnh hưởng đáng kể bởi nhiệt độ phản ứng. Ngoài ra, có thể thấy rằng hiệu quả tách tăng khi nhiệt độ tách tăng.

Bảng 3 dưới đây thể hiện kết quả phân tích cận bùn đỏ, được thu hồi bằng phương pháp của các ví dụ 4 đến ví dụ 7, sử dụng XRF (quang phổ kết huỳnh quang tia X, Model XRF-1700, SHIMADZU, Japan). FIG. 3 thể hiện sự phân tích kết quả XRD (nhiều xạ tia X) của bùn đỏ khô để so sánh; FIG. 4 thể hiện kết quả phân tích XRD của cận bùn đỏ thu hồi bằng phương pháp của ví dụ 4 và được làm khô ở 70°C; và FIG. 5 thể hiện kết quả phân tích XRD của cận bùn đỏ được thu hồi bằng phương pháp của ví dụ 11 và được nung ở 900°C trong 6 giờ. Ở đây, phân tích XRD được tiến hành bằng cách sử dụng nhiễu xạ kế Rigaku (Model D/MAX 2500, Rigaku, Japan), và mẫu XRD thu được bằng cách sử dụng Cu K α ($\lambda=1.5404$ Å).

Bảng 3 (đơn vị: % trọng lượng)

	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SiO ₂	TiO ₂	Na ₂ O	CaO	Khác
Bùn đỏ	35,5	23,7	14,3	8,8	8,6	7,8	1,3
Ví dụ 4	3,7	18,2	49,6	12,3	-	15,4	0,8
Ví dụ 5	7,8	33,0	44,5	12,0	-	2,2	0,5
Ví dụ 6	6,0	27,1	40,1	14,0	0,7	11,4	0,7
Ví dụ 7	2,5	7,8	53,7	14,6	-	20,4	1,0

Như được thể hiện trong bảng 3 trên đây, kết quả XRD đã chỉ ra rằng hàm lượng Fe₂O₃ của cận bùn đỏ thu hồi được bằng phương pháp của các ví dụ 4 đến ví dụ 7 tương đối thấp, đề xuất rằng hầu hết ion sắt đã được tách.

Như có thể được thể hiện trong FIG. 4, chế phẩm cận bùn đỏ được thu hồi bằng phương pháp của ví dụ 4 đã thể hiện các đỉnh khác với các đỉnh trong FIG. 3, đề xuất rằng ion kim loại trong bùn đỏ được tách để thay đổi thành phần hóa học của bùn đỏ. Như trường hợp của bảng 3, đỉnh α -Fe₂O₃ giảm đột ngột, và đỉnh TiO₂ (anataza) tăng tương đối.

Tham chiếu đến FIG. 5, kết quả phân tích XRD của cặn bùn đỏ rắn được thu hồi bằng phương pháp của ví dụ 11 chỉ ra rằng TiO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , CaSO_4 và Fe_2O_3 còn lại là oxit và đỉnh $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ giảm đột ngột so với đỉnh của bùn đỏ trước khi tách, đề xuất rằng hầu hết ion sắt được tách. Ngoài ra, có thể thấy rằng cặn bùn đỏ sau khi tách có chứa SiO_2 , Al_2O_3 , CaSO_4 và TiO_2 làm thành phần chính, đề xuất rằng nó có thể được sử dụng làm nguyên liệu xây dựng và chất xúc tác khác nhau.

Ngoài ra, kết quả phân tích ICP của sản phẩm tách thu được từ 30g bùn đỏ ở nhiều nhiệt độ sử dụng các giai đoạn phản ứng khác nhau được thể hiện ở đơn vị gam và được thể hiện trong FIG. 8.

Như có thể được thể hiện trong FIG. 9, tỷ lệ tách tăng khi thời gian phản ứng tăng, và khi thời gian phản ứng dài hơn 8 giờ, việc tăng tốc độ tách không có nghĩa. Ngoài ra, tốc độ lớn hơn 50%, đề xuất rằng khoảng 1/2 ion kim loại trong bùn đỏ được tách. Ngoài ra, thành phần hóa học của bùn đỏ thay đổi hoàn toàn, đề xuất rằng bùn đỏ có thể được tái chế hoàn toàn.

Từ các kết quả của thử nghiệm tách này, có thể thấy rằng các đỉnh TiO_2 , Al_2O_3 và SiO_2 là tương đối lớn, và các kết quả là thích hợp với kết quả của phân tích XRD.

Như có thể thấy từ các kết quả trên của thử nghiệm tách, hàm lượng ion kim loại (cụ thể là ion sắt) được tách có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh điều kiện của phản ứng tách, và khi lượng ion sắt được tách nhỏ, đó là, nếu hàm lượng ion sắt trong cặn bùn đỏ cao, cặn bùn đỏ sẽ thay đổi thành màu cam khi được nung nóng. Nếu lượng ion sắt được tách lớn, cặn bùn đỏ sẽ được thay đổi thành màu cam nhạt khi được nung nóng. Do đó, màu của cặn bùn đỏ có thể được điều chỉnh bằng cách thay đổi hàm lượng sắt. Như được mô tả trên đây, cặn bùn đỏ có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau bằng cách điều chỉnh lượng ion sắt được tách ra từ đó.

Như được mô tả trong ví dụ 12, sản phẩm tách chứa ion kim loại là axit mặch, vì nó thu được bằng cách tách bằng axit mạnh. Do đó, sản phẩm tách được trung hòa đến độ pH 7 bằng cách bổ sung nước amoni hoặc dung dịch natri hydroxit để tạo ra kết tủa, và dịch huyền phù có độ pH 7 có thể được xử lý. Kết quả của phân tích XRD kết tủa được thể hiện trong FIG. 6. Như

có thể được thể hiện trong FIG. 6, hầu hết ion sắt được tạo kết tủa. Khi sự trung hòa đến độ pH 7 được tiến hành, quy trình để xử lý lượng lớn bùn đỏ có thể được rút ngắn và đơn giản hóa.

Do đó, theo sáng chế, tỷ lệ ion sắt với ion silic trong cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách được điều chỉnh bằng cách thay đổi lượng ion sắt được tách, phụ thuộc vào việc sử dụng cặn bùn đỏ dự tính.

Ngoài ra, oxit có màu cam ổn định với nhiệt thu được bằng cách điều chỉnh hàm lượng ion sắt được tách có thể được sử dụng trong gạch màu, thuốc nhuộm, chất hút bám và tương tự. Ngoài ra, cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách lượng lớn ion sắt chứa lượng lớn SiO_2 và TiO_2 , và do đó có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng, bao gồm gạch có độ bền cao, thuốc nhuộm, chất lọc, chất xúc tác, nguyên liệu xây dựng như xi măng hoặc vữa lỏng, v.v.

Ion canxi được rửa bỏ không đủ khi rửa axit sulfuric, và do đó được kết tủa dưới dạng canxi sulfat mà sau đó được chuyển hóa thành canxi oxit. Đối với lý do này, lượng lớn canxi oxit được phát hiện. Tuy nhiên, ion canxi có thể được loại bỏ bằng cách rửa thích hợp. Như đã mô tả trên đây, theo sáng chế, hầu hết ion sắt trong bùn đỏ được tách, và do đó khi cặn bùn đỏ được chuyển hóa hóa học thành oxit chịu nhiệt chứa silic, titan và nhôm, nó có thể được sử dụng trong nhiều nguyên liệu khác nhau, bao gồm xi măng, chất xúc tác, bê tông có độ bền cao, nguyên liệu chống nhiệt thể hiện chức năng xúc tác ánh sáng bằng titan, v.v.

Ngoài ra, như có thể được thể hiện trong thành phần còn lại sau khi tách ion kim loại, hầu hết ion sắt được tách từ bùn đỏ, và cặn bùn đỏ rắn chứa silic làm hợp chất chính của nó, đề xuất rằng cặn bùn đỏ rắn đã thay đổi hoàn toàn thành phần hóa học và có độ bền tăng, kháng nhiệt và chống lửa so với bùn đỏ nguyên gốc, và do đó có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau.

Như đã mô tả trên đây, phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm theo sáng chế là phương pháp tách hầu hết ion kim loại từ chất thải bùn đỏ còn lại sau khi tách nhôm khỏi bauxit. Phương pháp này có thuận lợi, trong đó ion kim loại trong bùn đỏ có thể được tách hiệu quả bằng cách sử dụng sự kết hợp tối ưu của siêu âm, axit mạnh và nhiệt độ được kiểm soát của bể ổn định nhiệt.

Ngoài ra, phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm theo sáng chế có thuận lợi, trong đó việc tách có thể được tiến hành ở nhiệt độ tương đối thấp và quy trình tách đơn giản. Do đó, khi phương pháp tách ion kim loại theo sáng chế được sử dụng, ion kim loại được tách và cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách ion kim loại có thể được sử dụng thương mại, và bùn đỏ rắn còn lại sau khi tách ion kim loại có thể được sử dụng thương mại trong nhiều ứng dụng khác nhau do đặc tính vật lý và thành phần hóa học của nó thay đổi. Ngoài ra, khi cho bùn đỏ khô phản ứng với axit mạnh trong nước cất ở nhiệt độ 50~100°C trong khi siêu âm, ion kim loại được tách từ bùn đỏ. Sản phẩm tách bao gồm ion kim loại chứa sắt, titan và nhôm làm thành phần chính của nó, và do đó có thể được sử dụng để điều chế các sản phẩm khác nhau. Ngoài ra, từ ion kim loại được tách bằng quy trình tách này, kim loại có thể được thu hồi và các hợp chất khác có thể được tổng hợp.

Ngoài ra, ion kim loại, thu được bằng phương pháp tách ion kim loại sáng tạo từ bùn đỏ bằng siêu âm, và cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách ion kim loại, có thể được sử dụng cho nhiều nguyên liệu, bao gồm chất nhuộm màu chống nhiệt, nguyên liệu men, gạch chịu nhiệt, bê tông, xi măng, hoàng thổ, nguyên liệu gốm, hợp chất sắt, chất xúc tác, nguyên liệu xây dựng, v.v.

Cụ thể là, theo sáng chế, hầu hết ion kim loại trong bùn đỏ có thể được tách ra, và lượng ion kim loại được tách có thể được điều chỉnh, bằng cách đó tạo ra sản phẩm có thành phần và đặc tính điều chỉnh được. Ngoài ra, cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách ion kim loại có thể được sử dụng trong nhiều ứng dụng do đặc tính vật lý đã thay đổi của nó.

Theo đó, sản phẩm tách chứa ion kim loại có thể được sử dụng để tổng hợp các hợp chất sắt khác nhau, chất xúc tác và tương tự, và cặn bùn đỏ còn lại sau khi tách ion kim loại có thể được nung ở nhiệt độ cao để tạo ra nguyên liệu chống nhiệt. Do đó, theo sáng chế, chất thải bùn đỏ có thể được tái chế để giải quyết các vấn đề về môi trường tạo ra từ bùn đỏ và còn có thể được áp dụng ở dạng sản phẩm bổ sung có giá trị cao.

Mặc dù các phương án được ưu tiên của sáng chế được mô tả với mục đích minh họa, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá rằng các biến đổi, bổ sung và thay

thể khác là có khả năng, mà không lệch khỏi phạm vi và bản chất của sáng chế như được bộc lộ trong các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tách ion kim loại từ bùn đỏ bằng siêu âm, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) đưa vào bình phản ứng được đặt trong bể ổn định nhiệt, (1) bùn đỏ sệt trung hòa và dung dịch axit hoặc (2) bùn đỏ sệt, nước cất và dung dịch axit, để tạo ra bùn đỏ sệt, và nung nóng bể ổn định nhiệt để cho phép bùn đỏ sệt trong bình phản ứng phản ứng trong khi xử lý bùn đỏ sệt để siêu âm, bằng cách đó tách ion kim loại khỏi bùn đỏ; và

(b) lọc sản phẩm thu được từ bước (a) để thu được dịch lọc và cặn bùn đỏ, sau đó tách và thu hồi dịch lọc và cặn bùn đỏ này,

trong đó siêu âm trong bước (a) được tiến hành sử dụng máy phát siêu âm bằng cách áp dụng sóng siêu âm cho đầu siêu âm được đặt trong bể ổn định nhiệt, và

trong đó bùn đỏ sệt trung hòa hoặc bùn đỏ sệt và dung dịch axit được trộn ở tỷ lệ trọng lượng 1:1-1:20, và dung dịch axit và nước cất được trộn ở tỷ lệ thể tích 1:1-1:10,

trong đó siêu âm được tiến hành ở tần số 30-50 kHz và công suất (i) 260-300 W hoặc (ii) 300-500 W khi phản ứng được tiến hành trực tiếp trong bể ổn định nhiệt mà không cần bình phản ứng riêng biệt.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đầu siêu âm được bố trí giữa đáy của bể ổn định nhiệt và đáy của bình phản ứng.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó phản ứng trong bước (a) được tiến hành ở nhiệt độ 50~100 °C trong 3 giờ hoặc hơn.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thời gian và nhiệt độ của phản ứng trong bước (a) được kiểm soát để thay đổi thành phần của từng cặn bùn đỏ và dịch lọc sao cho cặn bùn đỏ và dịch lọc sử dụng được trong nhiều ứng dụng khác nhau.

5. Ion kim loại khi được tách từ bùn đỏ bằng siêu âm theo phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4.

6. Cặn bùn đỏ khi được tạo ra bởi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4.

FIG.1

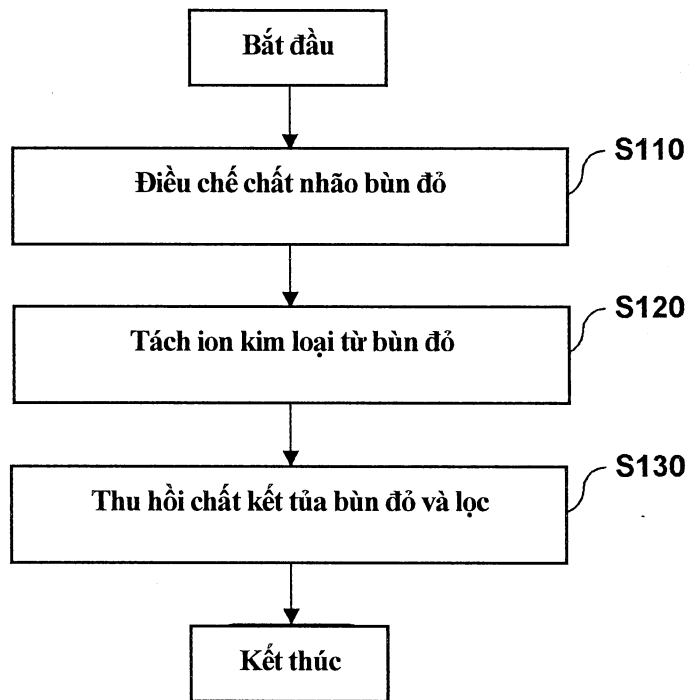


FIG.2

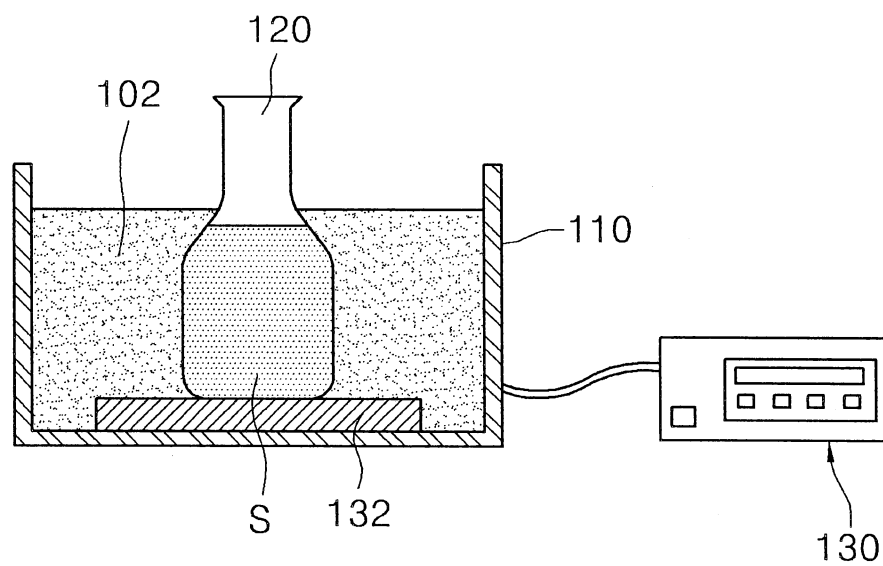


FIG.3

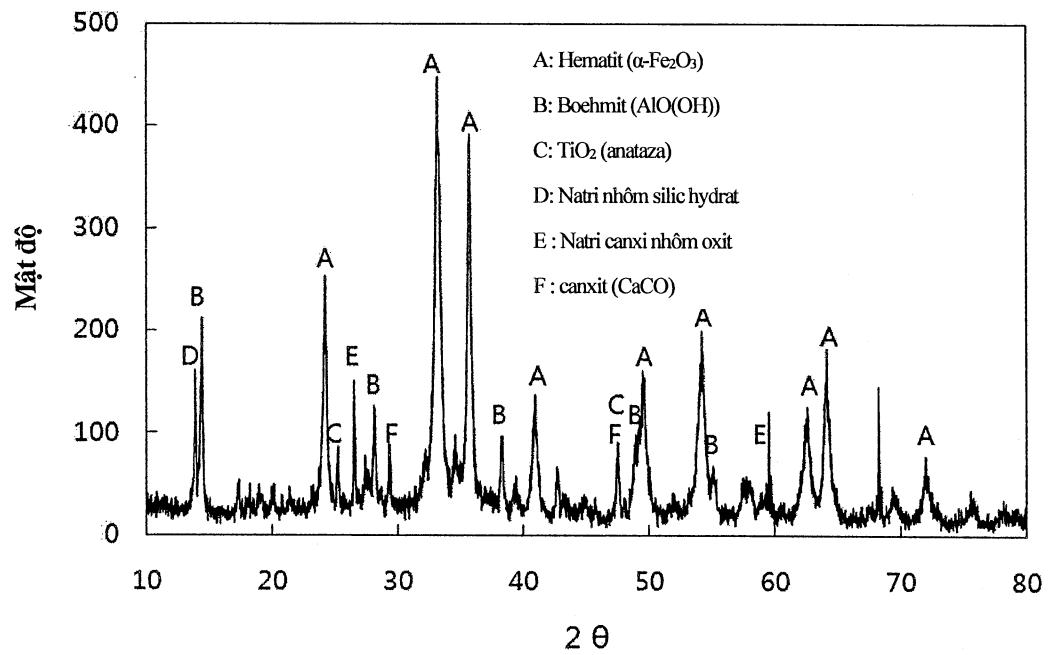


FIG.4

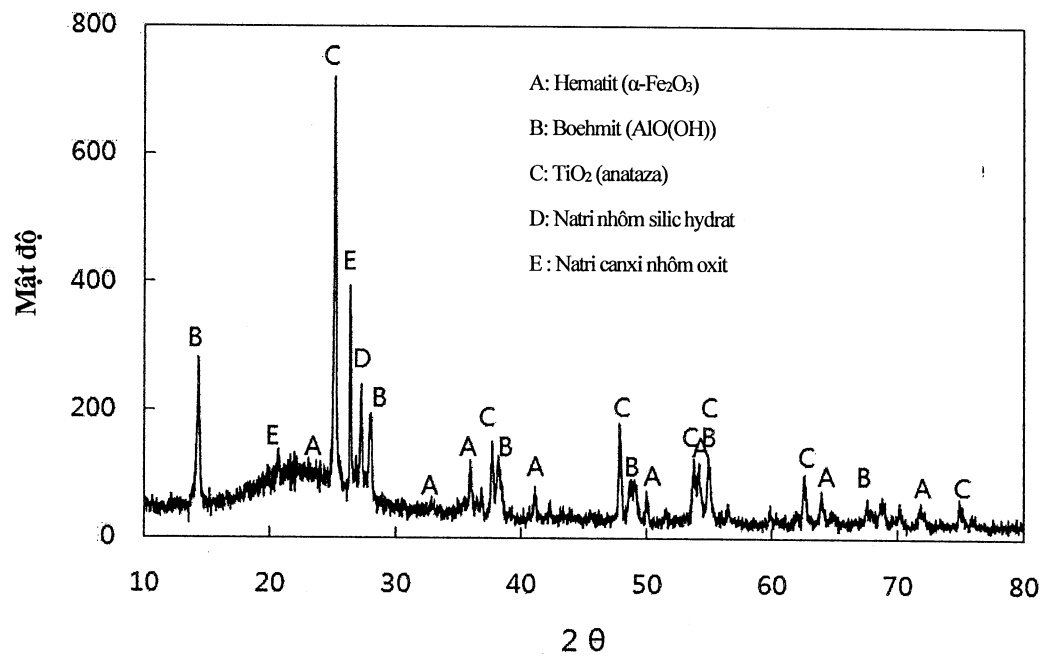


FIG.5

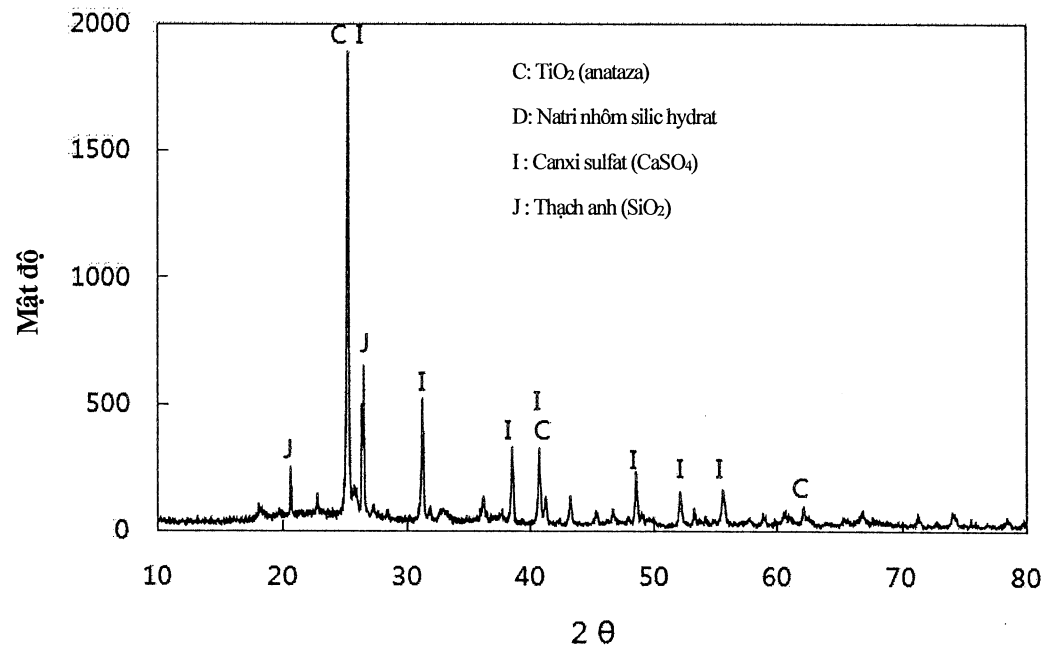


FIG.6

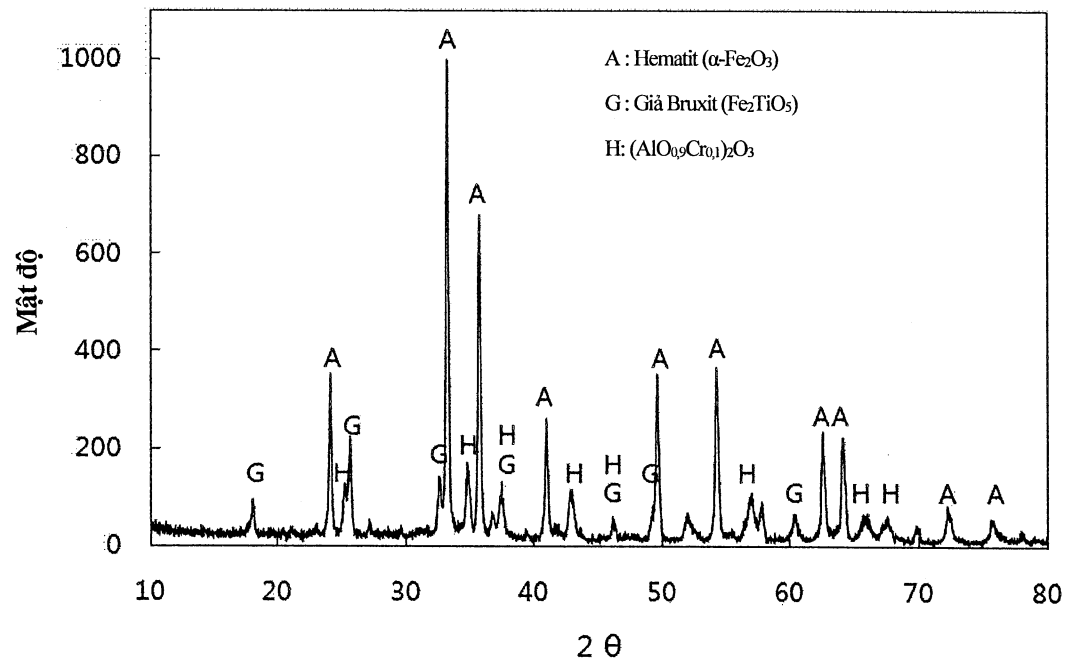


FIG.7

Điều kiện tách Nguyên tố	HCl 225ml + HNO ₃ 75ml + H ₂ O 900ml 75°C, 6giờ, 36,7kHz	HCl 300ml + H ₂ O 900ml 75°C, 6giờ, 36,7kHz	HNO ₃ 300ml + H ₂ O 900ml, 75°C, 6giờ, 36,7kHz	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 75°C, 6giờ, 36,7kHz
Fe	6,14g (20,46 % trọng lượng)	6,24g (20,80 % trọng lượng)	3,87g (12,89 % trọng lượng)	7,56g (25,19 % trọng lượng)
Al	1,61g (5,37 % trọng lượng)	1,64g (5,46 % trọng lượng)	1,62g (5,39 % trọng lượng)	2,83g (9,42 % trọng lượng)
Ti	0,57g (1,90 % trọng lượng)	0,57g (1,90 % trọng lượng)	0,59g (1,96 % trọng lượng)	0,77g (2,57 % trọng lượng)
Na	0,98g (3,28 % trọng lượng)	1,02g (3,42 % trọng lượng)	1,13g (3,76 % trọng lượng)	1,33g (4,43 % trọng lượng)
Ca	0,88g (2,9 % trọng lượng)	1,00g (3,34 % trọng lượng)	1,01g (3,35 % trọng lượng)	0,72g (2,41% trọng lượng)
v.v.	0,40g (1,33 % trọng lượng)	0,43g (1,43 % trọng lượng)	0,43g (1,43 % trọng lượng)	0,53g (1,77 % trọng lượng)
Tổng	10,58g (35,27 % trọng lượng)	10,90g (36,35 % trọng lượng)	8,65g (28,78 % trọng lượng)	13,74g (45,79 % trọng lượng)

FIG.8

Điều kiện tách Nguyên tố	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 55°C, 6giờ, 36,7kHz	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 65°C, 6giờ, 36,7kHz	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 75°C, 6giờ, 36,7kHz	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 85°C, 6giờ, 36,7kHz
Fe	6,40g (21,23 % trọng lượng)	7,12g (23,75 % trọng lượng)	7,56g (25,19 % trọng lượng)	8,33g (27,77 % trọng lượng)
Al	1,85g (6,16 % trọng lượng)	2,29g (7,62 % trọng lượng)	2,83g (9,42 % trọng lượng)	3,48g (11,59 % trọng lượng)
Ti	0,54g (1,81 % trọng lượng)	0,59g (1,96 % trọng lượng)	0,77g (2,57 % trọng lượng)	0,83g (2,77 % trọng lượng)
Na	1,28g (4,26 % trọng lượng)	1,42g (4,74 % trọng lượng)	1,33g (4,43 % trọng lượng)	1,26g (4,20 % trọng lượng)
Ca	0,75g (2,25 % trọng lượng)	0,39g (1,29 % trọng lượng)	0,72g (2,41 % trọng lượng)	0,56g (1,88% trọng lượng)
v.v.	0,42g (1,4 % trọng lượng)	0,47g (1,57 % trọng lượng)	0,53g (1,77 % trọng lượng)	0,45g (1,50 % trọng lượng)
Tổng	11,24g (37,11 % trọng lượng)	12,28g (40,93 % trọng lượng)	13,74g (45,79 % trọng lượng)	14,91g (49,71 % trọng lượng)

FIG.9

Điều kiện tách Nguyên tố	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 85°C, 6giờ, 36,7kHz	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 85°C, 8giờ, 36,7kHz	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 85°C, 9giờ, 36,7kHz	H ₂ SO ₄ 300ml + H ₂ O 900ml 85°C, 12giờ, 36,7kHz
Fe	8,33g (27,77 % trọng lượng)	8,19g (27,29 % trọng lượng)	8,4g (28,02 % trọng lượng)	8,48g (28,28 % trọng lượng)
Al	3,48g (11,59 % trọng lượng)	3,96g (13,19 % trọng lượng)	4,07g (13,56 % trọng lượng)	4,18g (13,92 % trọng lượng)
Ti	0,83g (2,77 % trọng lượng)	1,00g (3,33 % trọng lượng)	1,03g (3,43 % trọng lượng)	1,05g (3,50 % trọng lượng)
Na	1,26g (4,20 % trọng lượng)	1,49g (4,97 % trọng lượng)	1,50g (5,01 % trọng lượng)	1,56g (5,20 % trọng lượng)
Ca	0,56g (1,88 % trọng lượng)	0,76g (2,54 % trọng lượng)	0,59g (1,91 % trọng lượng)	0,74g (2,47 % trọng lượng)
v.v.	0,45g (1,50 % trọng lượng)	1,17g (3,90 % trọng lượng)	1,17g (3,90 % trọng lượng)	1,18g (3,93 % trọng lượng)
Tổng	14,91g (49,71 % trọng lượng)	16,57g (55,22 % trọng lượng)	16,76g (55,83 % trọng lượng)	17,19g (57,30 % trọng lượng)