



(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)



1-0031586

(51)⁷ B32B 15/00; B01J 20/3242; B01J
20/3265; B01J 20/32; B01J 20/3244

(13) B

(21) 1-2018-05110

(22) 15/11/2018

(30) 62/587,518 17/11/2017 US

(45) 25/04/2022 409

(43) 27/05/2019 374A

(73) Industrial Technology Research Institute (TW)

No. 195, Sec. 4, Chung Hsing Rd., Chutung, Hsinchu 31040, Taiwan

(72) Nien-Tsu LEE (TW); Huan-Yi HUNG (TW); Chien-Wei LU (TW); Hsien-Hui TAI (TW).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS HANOI)

(54) VẬT LIỆU COMPOSIT

(57) Sáng chế đề xuất vật liệu composit gồm có nhiều hạt silicat rỗng có cấu trúc pha thủy tinh; kim loại hoạt động thứ nhất được hấp phụ vào trong cấu trúc pha thủy tinh của các hạt silicat rỗng; và lớp được biến đổi chứa kim loại hoạt động thứ hai được hình thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng. Các hạt silicat rỗng có đường kính lỗ rỗng trung bình nằm trong khoảng từ 3 nm đến 50 nm, và kim loại hoạt động thứ nhất chứa ít nhất một trong số natri, kali, canxi và magie.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới vật liệu composit có lớp được biến đổi với kim loại hoạt động.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vật liệu hấp phụ hoặc vật liệu mang có sẵn trên thị trường để hấp phụ kim loại thải bị hạn chế bởi các đặc tính của chính nó, và có thể được sử dụng trên bề mặt nhất định hoặc trong môi trường cụ thể. Ví dụ, khả năng hấp phụ của hầu hết các vật liệu hấp phụ trong môi trường axit có thể bị giảm. Ngoài ra, hiện tượng nứt vỡ của các vật liệu hấp phụ thậm chí có thể xảy ra trong một số trường hợp nhất định. Do đó, phạm vi ứng dụng của vật liệu hấp phụ sẽ bị giới hạn mạnh mẽ.

Mục đích của sáng chế

Theo đó, đây là vấn đề cấp bách để phát triển vật liệu composit hiệu quả và thuận tiện hơn để hấp phụ tạp chất kim loại nặng trong nước dưới các điều kiện có tính axit cao. Do đó, sáng chế đề xuất vật liệu composit được làm từ thủy tinh natri-canxi (soda-lime glass) thông thường hoặc thủy tinh màn hình LCD để loại bỏ hiệu quả chất có hại khỏi nước thải.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo sáng chế, cấu trúc hóa học và thành phần của kính màn hình LCD được tái kết cấu bằng cách sử dụng tác nhân điều chỉnh, dựa trên các đặc tính vật lý và hóa học của thủy tinh màn hình LCD, để duy trì sự ổn định của nó trong môi trường có tính axit cao, tính bazơ cao, có độ mặn cao hoặc trong môi trường ô nhiễm hữu cơ/vô cơ cao, trong khi thay đổi các đặc tính bề mặt của nó để tăng độ hoạt động hóa học và hấp phụ vật lý. Kết quả là, thủy tinh natri-canxi thông thường hoặc thủy tinh màn hình LCD thải có thể được sử dụng như vật liệu thô để điều chế vật liệu composit biến đổi có khả năng hấp phụ và tái chế cao (sau đây gọi tắt là "vật liệu composit" để loại bỏ chất có hại ra khỏi nước thải.

Sáng chế đề xuất vật liệu composit, vật liệu gồm có nhiều hạt silicat rỗng có cấu trúc pha thủy tinh; kim loại hoạt động thứ nhất được hấp phụ vào trong cấu trúc pha thủy tinh của các hạt silicat rỗng; và lớp được biến đổi chứa kim loại hoạt động thứ hai của nó được hình thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng. Các hạt silicat rỗng có

đường kính lỗ rỗng trung bình từ 3 nm đến 50 nm, và kim loại hoạt động thứ nhất chứa ít nhất một trong số natri, kali, canxi và magie.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1A thể hiện hình ảnh chụp dưới kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscopic - SEM) của bột thủy tinh màn hình LCD thải;

Fig. 1B là hình ảnh SEM của các hạt silicat rỗng;

Fig. 2A thể hiện hình ảnh SEM của các hạt silicat rỗng;

Fig. 2B thể hiện hình ảnh SEM của các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri;

Fig. 2C thể hiện cường độ của mẫu nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction - XRD) của các hạt silicat rỗng và vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri;

Fig. 3 thể hiện khả năng hấp phụ arsen của Amberlite® IRA 743 và vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt;

Fig. 4 thể hiện tỉ lệ loại bỏ thủy ngân của vật liệu composit có lớp được biến đổi mang đồng;

Fig. 5 thể hiện khả năng hấp phụ Cu và Ni của các hạt silicat rỗng và vật liệu composit có các lớp được biến đổi mang natri; và

Fig. 6 thể hiện quá trình phân hủy có xúc tác của hydro peroxit của các hạt silicat rỗng và vật liệu composit có các lớp được biến đổi mang sắt hoặc đồng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả chi tiết sau đây, với mục đích giải thích, nhiều chi tiết cụ thể được đưa ra để cung cấp cách hiểu thấu đáo cho các phương án được bộc lộ. Tuy nhiên, rõ ràng rằng một hoặc nhiều phương án có thể đã rõ ràng mà không cần những chi tiết cụ thể này. Trong các minh họa khác, các cấu trúc và thiết bị đã biết được thể hiện dạng sơ đồ để đơn giản hóa các hình ảnh.

Ngoại trừ ngữ cảnh cụ thể, các dạng số ít được sử dụng trong bản mô tả và các yêu cầu bảo hộ đi kèm gồm cả dạng số nhiều.

Theo sáng chế, thuật ngữ "pha thủy tinh" đề cập đến trạng thái bán rắn vô định hình. Hơn nữa, vì cấu trúc của silicat với cấu trúc pha thủy tinh là rất phức tạp, thành phần silicat được biểu diễn dưới dạng oxit của mỗi kim loại, chứ không phải dạng muối. Thuật ngữ "kim loại nặng" gồm các kim loại chuyển tiếp và nguyên tố á kim asen có độc tính sinh học.

Nội dung của đơn xin cấp Patent Mỹ số 15/195216 và 14/966,536 được kết hợp để tham khảo trong sáng chế này.

Theo sáng chế, thủy tinh natri-canxi thông thường hoặc thủy tinh màn hình LCD thải được sử dụng như nguyên liệu để điều chế vật liệu composit. Phương pháp điều chế vật liệu composit gồm các bước sau. Thứ nhất, bột silicat được sản xuất bằng cách sử dụng thủy tinh màn hình LCD thải như nguyên liệu, hợp chất kim loại hoạt động thứ nhất và hợp chất kim loại thứ hai được điều chế. Thứ hai, bột silicat được phản ứng với hợp chất kim loại thứ nhất ở nhiệt độ phản ứng từ 800°C đến 1500°C, để tạo thành nhiều hạt silicat rỗng có pha thủy tinh và cho phép kim loại hoạt động thứ nhất được hấp phụ vào trong cấu trúc pha thủy tinh của các hạt silicat rỗng. Theo một phương án, các hạt silicat rỗng có đường kính lỗ rỗng trung bình từ 3 nm đến 50 nm. Thứ ba, các hạt silicat rỗng được phản ứng với kim loại hoạt động thứ hai, cho phép lớp biến đổi chứa kim loại hoạt động thứ hai được tạo thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng.

Cụ thể, bột silicat có thể được điều chế bằng cách nghiền thủy tinh natri-canxi thông thường hoặc thủy tinh màn hình LCD thải thành bột. Đường kính hạt của bột silicat không bị giới hạn cụ thể, và có thể, ví dụ, từ micromet đến milimet. Các thành phần của bột silicat gồm silic oxit, nhôm oxit, bo oxit, bari oxit, xeri oxit, trong đó lượng bo oxit lớn hơn 5% dựa trên trọng lượng của bột silicat. Theo một phương án, silic oxit và nhôm oxit trong thành phần của các hạt silicat rỗng có tỉ lệ trọng lượng từ 2 đến 5.

Trong một số phương án, thủy tinh natri-canxi thông thường hoặc thủy tinh màn hình LCD thải có thể được sử dụng để điều chế bột silicat. Do đó, các thành phần của bột silicat có thể còn gồm có natri oxit, magie oxit và canxi oxit.

Theo một phương án, kim loại hoạt động thứ nhất gồm ít nhất một trong số natri, kali, canxi và magie. Cụ thể, hợp chất kim loại hoạt động thứ nhất có thể gồm ít nhất một trong số natri cacbonat, kali cacbonat, canxi cacbonat và magie cacbonat.

Theo một phương án, kim loại hoạt động thứ hai gồm ít nhất một trong số sắt, đồng, các nguyên tố nhóm IA, các nguyên tố nhóm IIA. Cụ thể, kim loại hoạt động thứ hai có thể thu được từ sắt oxit, đồng oxit, các oxit của các nguyên tố nhóm IA hoặc các nguyên tố nhóm IIA, sắt nitrat, đồng nitrat hoặc hỗn hợp của natri hydroxit, natri cacbonat. Trong một số phương án, các hạt silicat rỗng được phản ứng với kim loại hoạt động thứ hai trong nồi hấp hoặc được gia nhiệt bằng lò vi sóng, cho phép lớp được biến đổi chứa kim loại hoạt động thứ hai được tạo thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng. Cụ thể hơn, kim loại hoạt động thứ hai có mặt ở dạng ion kim loại sao cho nhiều ion kim loại được liên kết với thành có lỗ rỗng và các bề mặt của các hạt silicat rỗng. Trong phương án khác, các hạt silicat rỗng có điện thế zeta âm, cho phép chúng được liên kết với kim loại hoạt động thứ hai để hình thành vật liệu composit mà có điện thế zeta gần giá trị không.

Theo một phương án, các hạt silicat rỗng có diện tích bề mặt riêng từ 50 m²/g đến 400 m²/g. Theo phương án khác, các hạt silicat rỗng có diện tích bề mặt riêng từ 50 m²/g đến 100 m²/g trong khi kim loại hoạt động thứ hai được chọn từ ít nhất một trong các nguyên tố thuộc nhóm IA hoặc nhóm IIA. Vẫn theo phương án khác, lớp được biến đổi có cấu trúc tinh thể dạng lớp được tạo thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng trong khi kim loại hoạt động thứ hai là kim loại nhóm IA và IIA.

Theo một phương án, các hạt silicat rỗng có trọng lượng riêng từ 0,5 g/cm³ đến 0,8 g/cm³. Theo phương án khác, lớp được biến đổi có tỉ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 0,1% theo trọng lượng đến 2% theo trọng lượng dựa trên tổng trọng lượng của vật liệu composit. Ví dụ, lớp biến đổi có tỉ lệ trọng lượng là 0,1% trọng lượng, 0,2% trọng lượng, 0,3% trọng lượng, 0,4% trọng lượng, 0,5% trọng lượng, 0,6% trọng lượng, 0,7% trọng lượng, 0,8% trọng lượng, 0,9% trọng lượng, 1,0% trọng lượng, 1,1% trọng lượng, 1,2% trọng lượng, 1,3% trọng lượng, 1,4% trọng lượng, 1,5% trọng lượng, 1,6% trọng lượng, 1,7% trọng lượng, 1,8% trọng lượng, 1,9% trọng lượng, hoặc 2% trọng lượng dựa trên tổng trọng lượng của vật liệu composit.

Các hạt silicat rỗng của vật liệu composit theo sáng chế có lượng lớn các điện tích trái dấu, vị trí trao đổi ion (tức là vị trí hoạt động), các lỗ rỗng với diện tích bề mặt riêng cao nâng cao hấp phụ về vật lý và hóa học các kim loại nặng trong nước thải, như asen, đồng và thủy ngân. Như vậy, vật liệu composit có thể trong trạng thái bị hấp phụ với

kim loại nặng được hấp phụ, trạng thái giải hấp loại bỏ kim loại nặng bị hấp phụ, hoặc trạng thái tái sinh với kim loại hoạt động cao được tái sinh. Ngoài ra, vật liệu composit theo sáng chế có thể cũng tăng cường phân hủy có xúc tác hydro peroxit, cho phép độc tính cho môi trường của hydro peroxit giảm.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ điều chế sau đây thể hiện phương pháp điều chế các hạt silicat rỗng và các vật liệu composit có các lớp được biến đổi mang sắt, đồng hoặc natri. Ngoài ra, các ví dụ thử nghiệm sau minh họa hiệu quả của các vật liệu composit có lớp biến đổi mang sắt, đồng hoặc natri để hấp phụ arsen, thủy ngân, đồng hoặc phân hủy có xúc tác hydro peroxit.

Ví dụ điều chế 1: Điều chế các hạt silicat rỗng

Sau khi hòa tan bột thủy tinh màn hình LCD thải trong axit hydrofluoric (HF), phân tích quang phổ phát xạ nguyên tử plasma cảm ứng (inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopic - ICP/AES) được thực hiện trên tỉ lệ thành phần và hợp phần của thủy tinh. Kết quả phân tích được liệt kê trong bảng 1.

Bảng 1

Thành phần	Silic oxit (SiO ₂)	Nhôm oxit (Al ₂ O ₃)	Bo oxit (B ₂ O ₃)	Canxi oxit (CaO)	Magie oxit (MgO)	Xeri oxit (SrO)	Nguyên tố nhiều hóa trị
% trọng lượng	58,9	17,8	8,5	3,05	3,2	8,38	0,17

Bột silicat được điều chế bằng cách sử dụng thủy tinh màn hình LCD thải. Bột silicat với lượng 100 g được trộn với natri cacbonat với lượng 200 g (thành phần kim loại thứ nhất), và sau đó được phản ứng dưới nhiệt độ 1300°C để thu được các hạt silicat rỗng. Cấu trúc của bột thủy tinh màn hình LCD thải và các hạt silicat rỗng được phân tích bằng phân tích kính hiển vi điện tử quét (SEM), và các kết quả lần lượt được thể hiện trên Fig. 1A và Fig. 1B. Các kết quả thể hiện rằng các hạt silicat rỗng được điều chế bằng ví dụ điều chế 1 có các lỗ rỗng mức độ nano, ngược lại bột thủy tinh màn hình LCD thải không có bất kỳ lỗ rỗng ở mức độ nano nào.

Ví dụ điều chế 2: Điều chế các vật liệu composit có lớp biến đổi mang sắt.

Các hạt silicat rỗng với lượng 10g được điều chế bởi ví dụ điều chế 1 được cho vào 100 ml dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ nồng độ 1% để tạo hỗn hợp. Hỗn hợp được đặt trong máy tạo dao động kiểu tịnh tiến đảo chiều, dao động tại 120 rpm (vòng/phút) trong 5 phút, cho phép hỗn hợp được trộn đều. Hỗn hợp sau đó được đặt trong lò vi sóng để phản ứng tại 800 W, trong 5 phút, cho phép ion sắt được liên kết với các hạt silicat rỗng tốt để hình thành vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt. Vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt được làm nguội xuống nhiệt độ phòng, và sau đó được rửa với nước khử ion sau đó lọc và sấy khô.

Ví dụ điều chế 3: Điều chế các vật liệu composit có lớp biến đổi mang đồng.

Các hạt silicat rỗng với lượng 10g được điều chế bởi ví dụ điều chế 1 được cho vào 100 ml dung dịch $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ nồng độ 1% để tạo hỗn hợp. Hỗn hợp được đặt trong máy tạo dao động kiểu tịnh tiến đảo chiều, dao động tại 120 rpm (vòng/phút) trong 5 phút, cho phép hỗn hợp được trộn đều. Hỗn hợp sau đó được đặt trong lò vi sóng để phản ứng tại 800 W, trong 5 phút, cho phép ion đồng được liên kết với các hạt silicat rỗng tốt để hình thành vật liệu composit có lớp được biến đổi mang đồng. Vật liệu composit có lớp được biến đổi mang đồng được làm nguội xuống nhiệt độ phòng, và sau đó được rửa với nước khử ion sau đó lọc và sấy khô.

Ví dụ điều chế 4: Điều chế các vật liệu composit có lớp biến đổi mang natri.

Các hạt silicat rỗng với lượng 10g được điều chế bởi ví dụ điều chế 1 được cho vào 60 ml dung dịch chứa ion natri nồng độ 5% (tỉ lệ $\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{NaOH}$ là 9:1) để tạo hỗn hợp. Hỗn hợp được đặt trong nồi hấp với thể tích 200 ml, sau đó được gia nhiệt ở để phản ứng tại 150°C trong 12 giờ, cho phép ion natri được liên kết với các hạt silicat rỗng tốt để hình thành vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri. Vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri được làm nguội xuống nhiệt độ phòng, và sau đó được rửa với nước khử ion sau đó lọc và sấy khô. Các Fig. 2A và Fig. 2B lần lượt thể hiện hình ảnh SEM của các hạt silicat rỗng và vật liệu composit có các lớp được biến đổi mang natri. Có thể thấy rằng khi so sánh với các hạt silicat rỗng, các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri có cấu trúc tinh thể dạng lớp được hình thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng. Ngoài ra, Fig. 2C thể hiện cường độ của mẫu nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction - XRD) của các hạt silicat rỗng và vật liệu composit có các lớp

được biến đổi mang natri. Các đỉnh nhiễu xạ mới được tạo ra trong mẫu vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri chứng minh được rằng lớp được biến đổi đã được hình thành trên bề mặt của các hạt silicat rỗng.

Ví dụ thử nghiệm 1: Khả năng hấp phụ arsen của các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt.

Dung dịch ion arsen (As) với nồng độ 10, 20, 30, 50, 70 và 100 ml/L được điều chế. Vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt được điều chế bởi ví dụ điều chế 2, và nhựa trao đổi ion có sẵn trên thị trường Amberlite® IRA 743 lần lượt được thêm vào dung dịch ion As ở mỗi nồng độ tại nhiệt độ phòng trong 24 giờ. Vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt được thêm vào mỗi dung dịch ion As với tỉ lệ rắn/lỏng là 1:1000, và nhựa trao đổi ion có sẵn trên thị trường đã được thêm vào mỗi dung dịch ion As tại tỉ lệ 1:1000. Kết quả được thể hiện trên Fig. 3, và đã thể hiện rằng khả năng hấp phụ arsen của các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt đã phản ứng đến 35,2 mg/g, ngược lại khả năng hấp phụ arsen của nhựa trao đổi ion có sẵn trên thị trường là 7,3 mg/g. Do đó, điều này đã chứng minh được rằng khả năng hấp phụ arsen của các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt cao hơn gấp 4,8 lần so với nhựa trao đổi ion có sẵn trên thị trường.

Ví dụ thử nghiệm 2: Khả năng hấp phụ thủy ngân của các vật liệu composit có lớp biến đổi mang đồng.

Dung dịch ion Hg ở nồng độ 10 phần triệu (ppm) với lượng 1L có các giá trị độ pH 4, 7 và 10 đã được điều chế. Vật liệu composit có lớp được biến đổi mang đồng với lượng 2g được điều chế bởi ví dụ điều chế 3 được nhồi vào cột hấp phụ, sau đó bổ sung từng dung dịch ion Hg có các giá trị độ pH 4, 7 và 10 ở nhiệt độ phòng trong 1 giờ. Nồng độ ion Hg trong mỗi nước rửa giải dung dịch ion Hg có giá trị độ pH 4, 7 và 10 là nhỏ hơn 0,1 ppm và như được thể hiện trên Fig. 4, tỉ lệ loại bỏ Hg của các vật liệu composit lần lượt là 99,15%, 99,79%, 99,57%. Do đó, đã chứng minh được rằng các vật liệu có lớp được biến đổi mang đồng có khả năng hấp phụ thủy ngân cao.

Ví dụ thử nghiệm 3: Khả năng hấp phụ chọn lọc đồng/niken của các vật liệu composit có lớp biến đổi mang natri.

Dung dịch ion Cu và Ni ở nồng độ 50 ppm với lượng 1L đã được điều chế. Vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri được điều chế bởi ví dụ điều chế 4 và các hạt silicat rỗng được điều chế bởi ví dụ điều chế 1 đã được bổ sung vào hỗn hợp chứa dung dịch ion Cu nồng độ 50 ppm và dung dịch Ni nồng độ 50 ppm tại nhiệt độ phòng trong 1 giờ. Kết quả được thể hiện trên Fig. 5, và thấy được rằng các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri có khả năng hấp phụ chọn lọc cao với đồng, ngược lại gần như không có khả năng hấp phụ chút nào với niken. Ngoài ra, tỉ lệ khả năng hấp phụ chọn lọc đồng/niken của các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri là 16,1, và tỉ lệ khả năng hấp phụ chọn lọc đồng/niken của các hạt silicat rỗng là 2,6. Do đó, đã chứng minh được rằng các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang natri có khả năng hấp phụ chọn lọc đồng/niken cao hơn nhiều so với các hạt silicat rỗng.

Ví dụ thử nghiệm 4: Phân hủy có xúc tác hydro peroxit của các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt hoặc đồng

Dung dịch hydrogen peroxit nồng độ 35% với lượng 100ml được điều chế. Các hạt silicat rỗng được điều chế bởi ví dụ điều chế 1, vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt được điều chế bởi ví dụ điều chế 2 hoặc vật liệu composit có lớp được biến đổi mang đồng được điều chế bởi ví dụ điều chế 3 lần lượt được bổ sung vào dung dịch H_2O_2 ở nhiệt độ phòng trong 5 phút. Kết quả được thể hiện trên Fig. 6, và nhận thấy được rằng khi so sánh với các hạt silicat rỗng, vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt đã nâng cao tỉ lệ phân hủy có xúc tác hydro peroxit gấp 10 lần, và vật liệu composit có lớp được biến đổi mang đồng đã nâng cao tỉ lệ phân hủy có xúc tác hydro peroxit lên gấp 8 lần. Do đó, đã chứng minh được rằng các vật liệu composit có lớp được biến đổi mang sắt hoặc đồng có thể nâng cao tỉ lệ phân hủy có xúc tác hydro peroxit.

Rõ ràng rằng các biến đổi và thay thế khác nhau có thể được tạo ra từ các phương án được bộc lộ bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Bản mô tả và các ví dụ chỉ được xem như ví dụ cho sáng chế, và phạm vi đúng được bộc lộ trong sáng chế được chỉ ra ở các yêu cầu bảo hộ dưới đây và tương đương.

YÊU CẦU BẢO HỘ**1. Vật liệu composit bao gồm:**

nhiều hạt silicat rỗng có cấu trúc pha thủy tinh;

kim loại hoạt động thứ nhất được hấp phụ vào trong cấu trúc pha thủy tinh của các hạt silicat rỗng, trong đó kim loại hoạt động thứ nhất bao gồm ít nhất một trong số natri, kali, canxi và magie; và

lớp được biến đổi chứa kim loại hoạt động thứ hai được tạo thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng, trong đó nhiều hạt silicat rỗng có đường kính lỗ rỗng trung bình nằm trong khoảng từ 3 nm đến 50 nm.

2. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó các hạt silicat rỗng được điều chế từ thủy tinh natri-canxi hoặc thủy tinh màn hình LCD làm nguyên liệu.

3. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó các hạt silicat rỗng bao gồm silic oxit, nhôm oxit, bari oxit, xeri oxit và bo oxit.

4. Vật liệu composit theo điểm 3, trong đó silic oxit và nhôm oxit trong các thành phần của các hạt silicat rỗng có tỉ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 2 đến 5.

5. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó kim loại hoạt động thứ hai bao gồm ít nhất một trong số sắt, đồng, các nguyên tố nhóm IA và các nguyên tố nhóm IIA.

6. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó các hạt silicat rỗng có diện tích bề mặt riêng nằm trong khoảng từ 50 m²/g đến 400 m²/g.

7. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó lớp được biến đổi có các cấu trúc tinh thể dạng lớp được hình thành trên các bề mặt của các hạt silicat rỗng.

8. Vật liệu composit theo điểm 7, trong đó các hạt silicat rỗng có diện tích bề mặt riêng nằm trong khoảng từ 50 m²/g đến 100 m²/g.

9. Vật liệu composit theo điểm 8, trong đó kim loại hoạt động thứ hai được lựa chọn từ ít nhất một trong số các nguyên tố nhóm IA và các nguyên tố nhóm IIA.

10. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó các đường kính lỗ rỗng của ít nhất 60% thể tích lỗ rỗng của các hạt silicat rỗng nằm trong khoảng từ 3 nm đến 50 nm.

11. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó tỉ trọng của các hạt silicat rỗng nằm trong khoảng từ $0,5 \text{ g/cm}^3$ đến $0,8 \text{ g/cm}^3$.
12. Vật liệu composit theo điểm 1, trong đó lớp được biến đổi có tỉ lệ trọng lượng nằm trong khoảng từ 0,1% theo trọng lượng đến 2% theo trọng lượng dựa trên tổng trọng lượng của vật liệu composit.

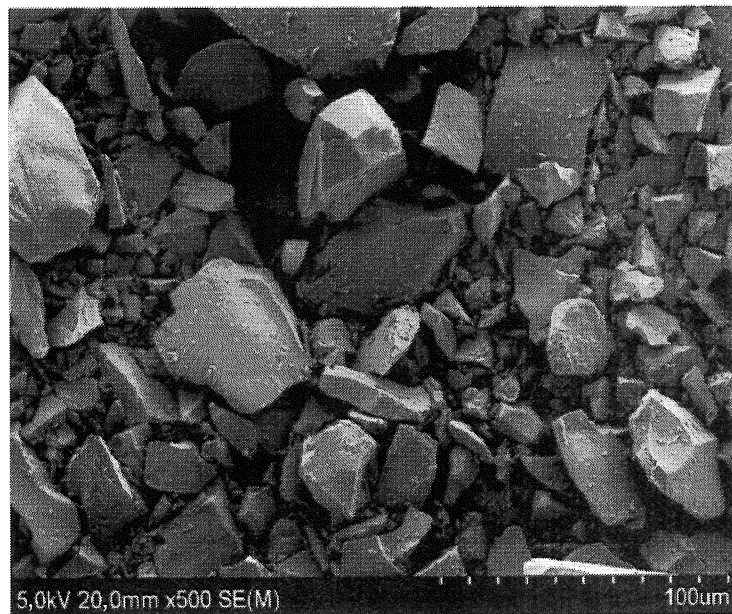


FIG. 1A

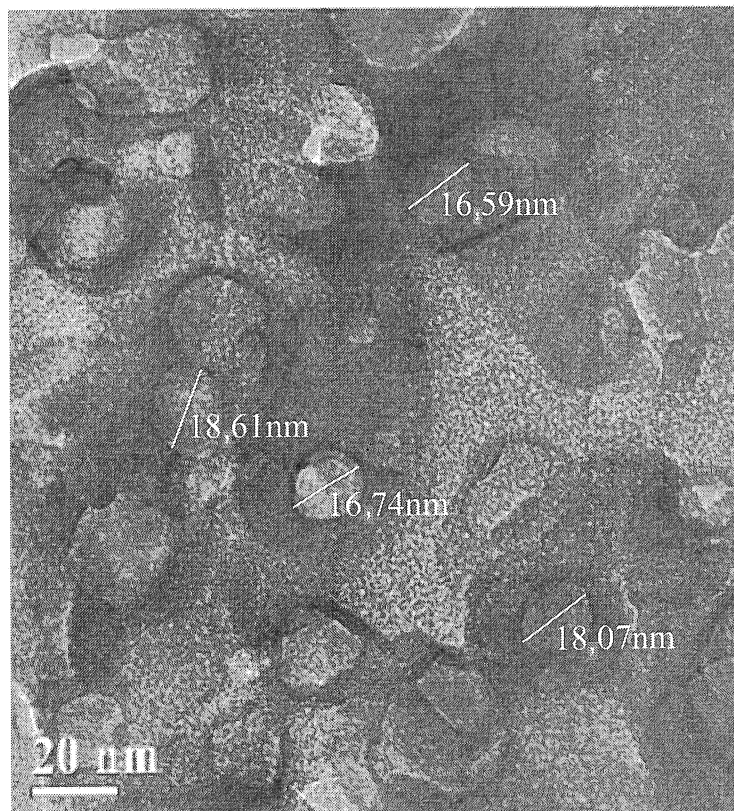
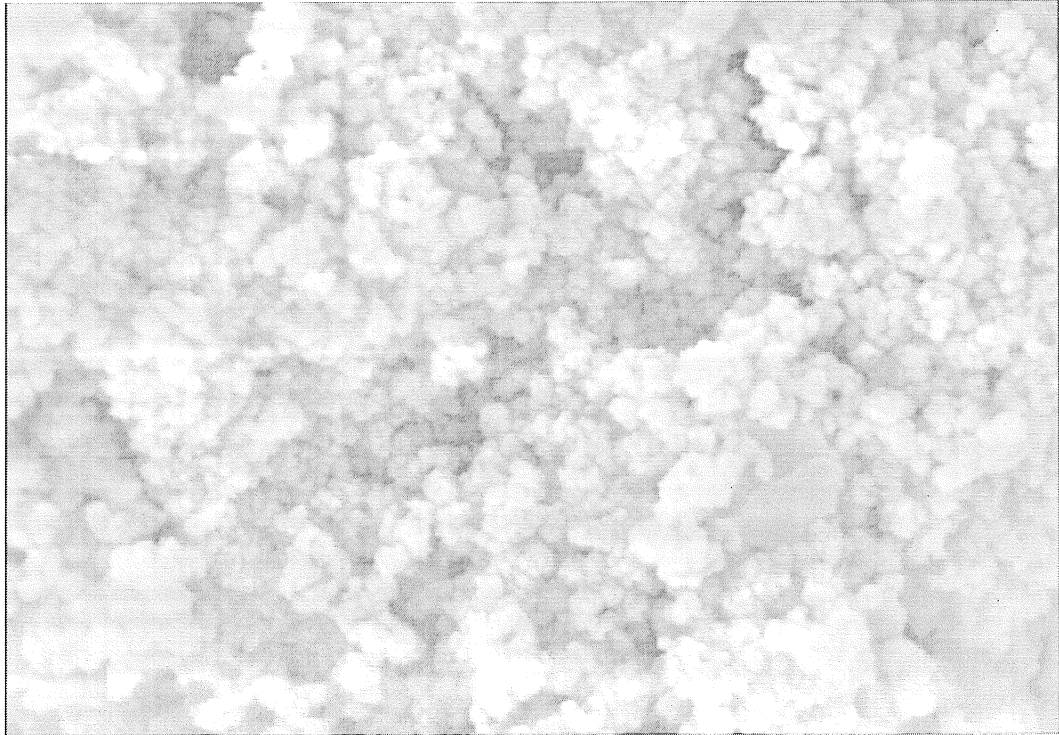


FIG. 1B



100nm

FIG. 2A

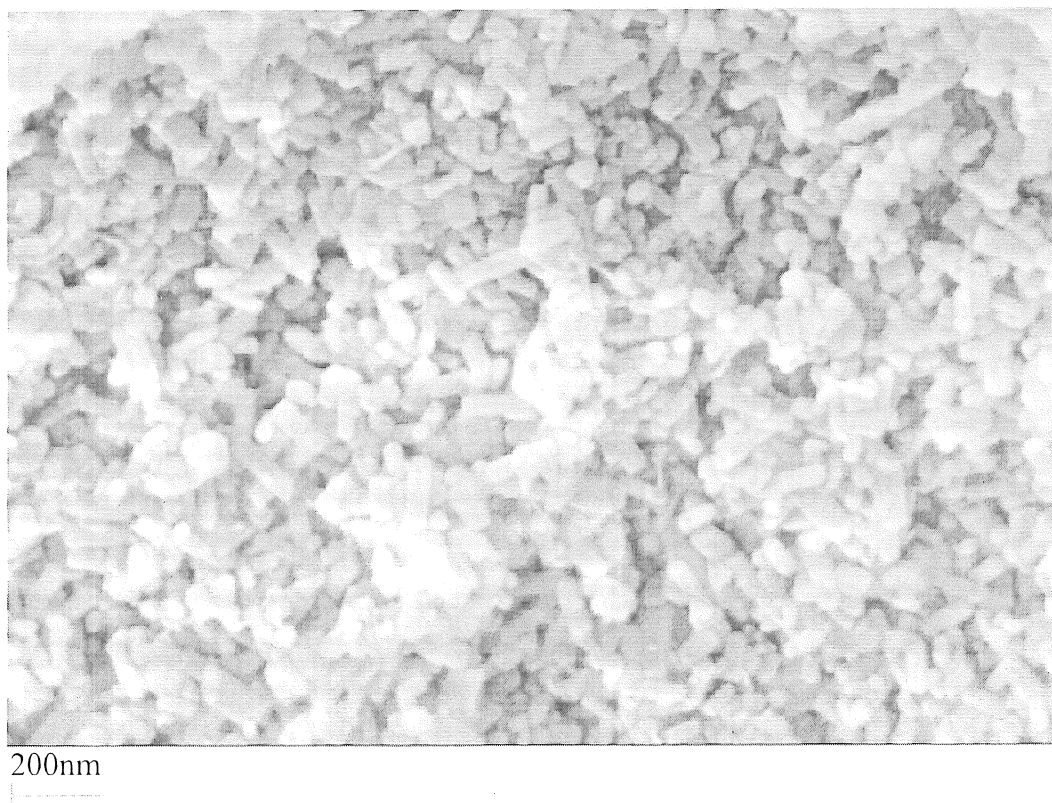
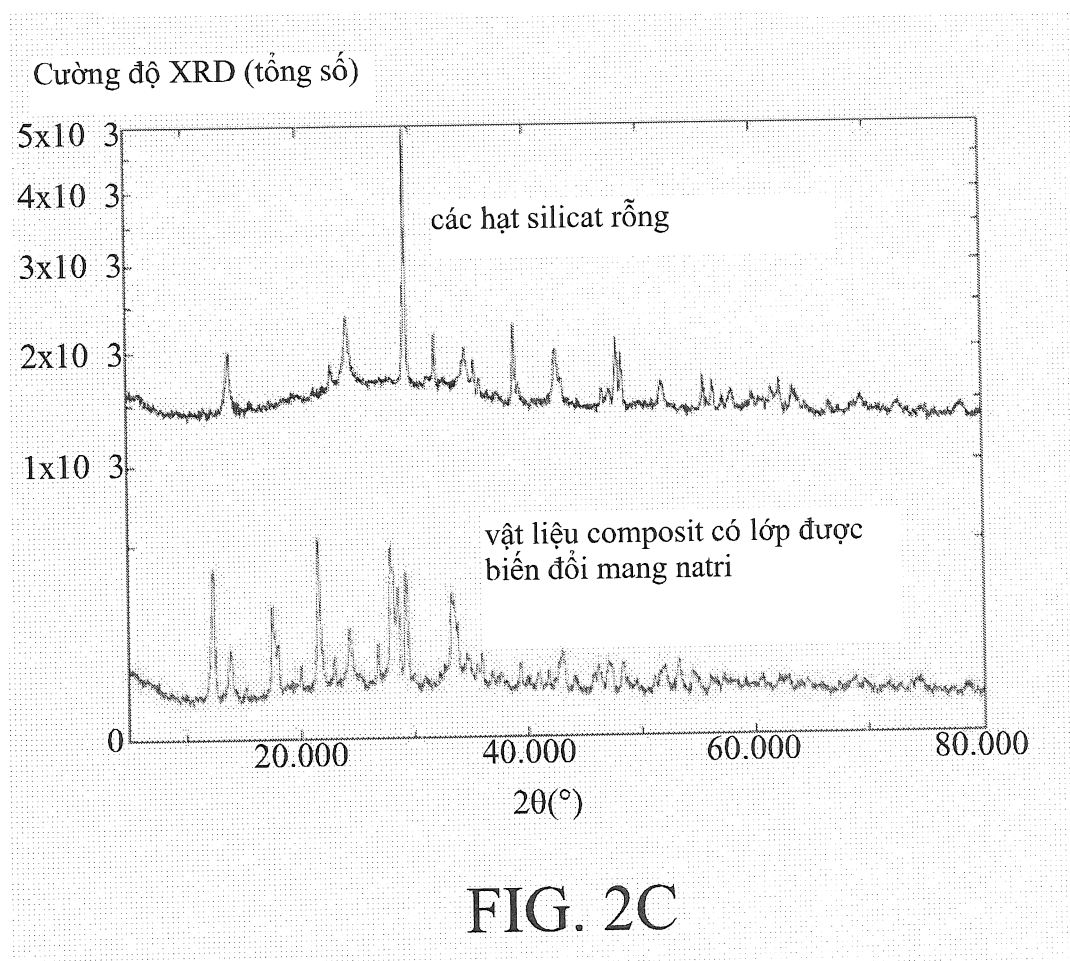


FIG. 2B



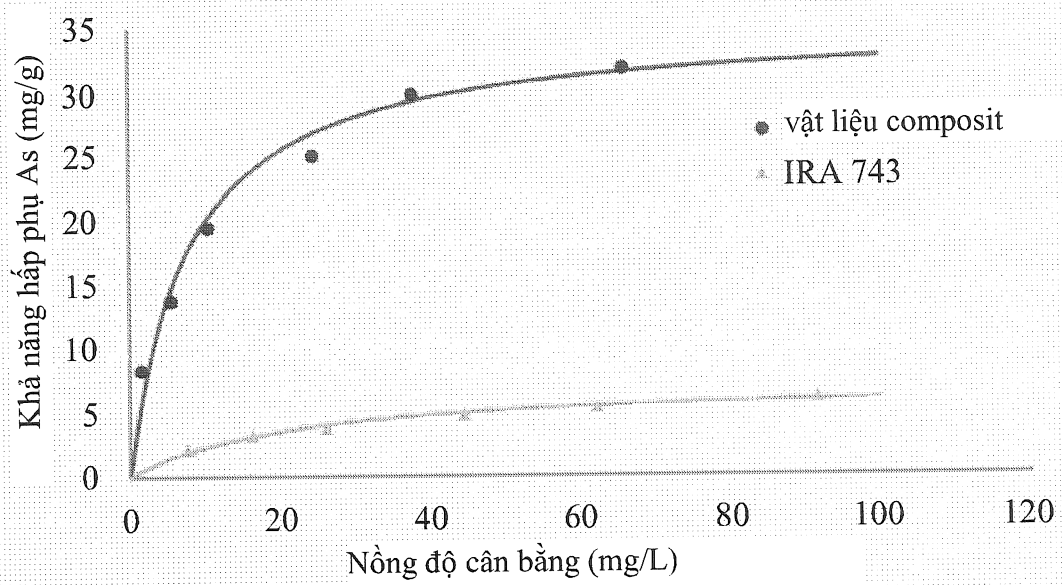


FIG. 3

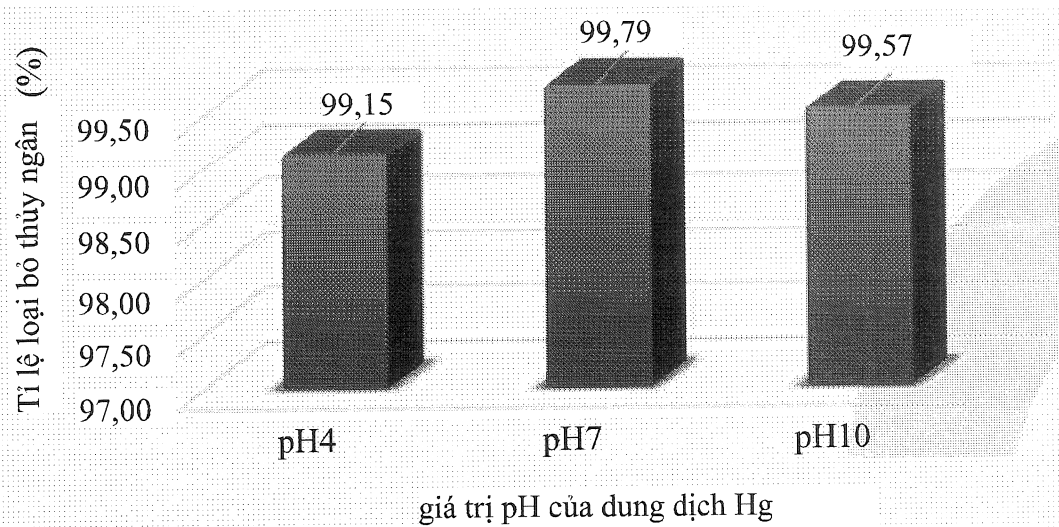


FIG. 4

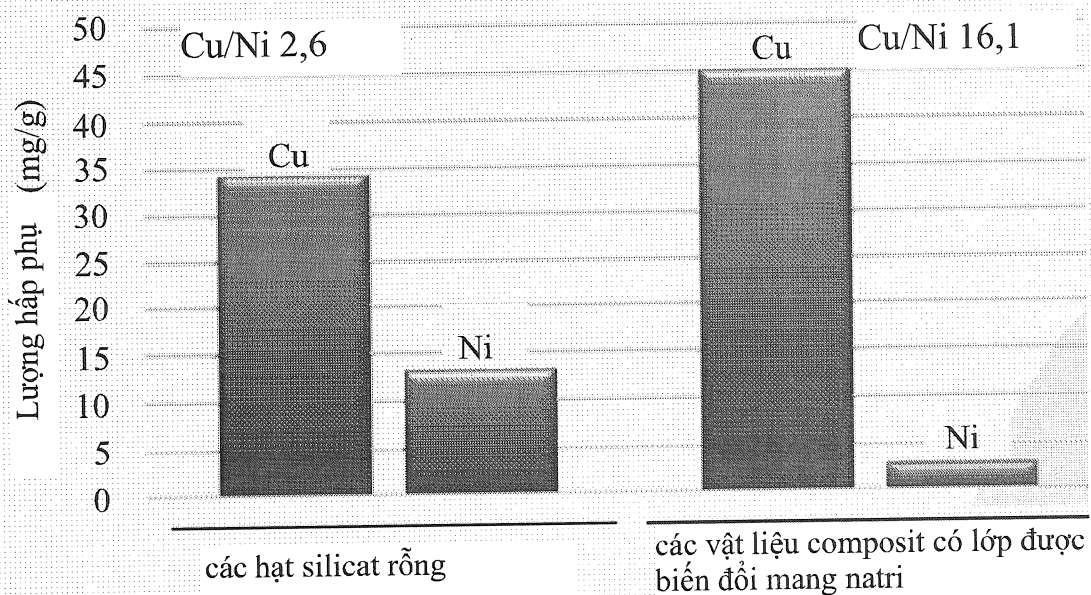


FIG. 5

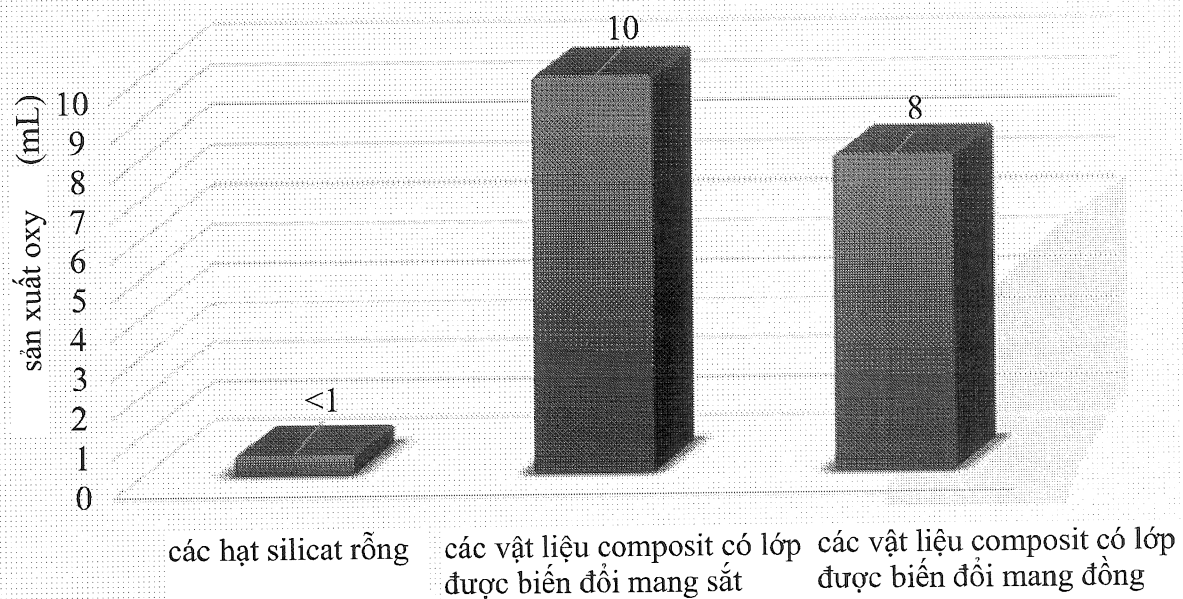


FIG. 6