



(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)



1-0026577

(51)⁷ C08J 9/00; C08K 7/00; C08J 9/24

(13) B

(21) 1-2013-00841

(22) 24/08/2011

(86) PCT/US2011/049022 24/08/2011

(87) WO2012/027510 01/03/2012

(30) 61/376,607 24/08/2010 US; 61/392,558 13/10/2010 US; 13/181,476 12/07/2011 US

(45) 25/12/2020 393

(43) 27/05/2013 302A

(73) ECOPURO LLC (US)

1624 Market Street, Suite 207, Denver, Colorado 80202, United States of America

(72) JOHNSON William L., Sr. (US).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) BỘT XỐP CÓ TÍNH XỐP ĐỒNG NHẤT VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT BỘT XỐP NÀY

(57) Sáng chế đề xuất hạt trộn động học cấu trúc ba chiều chuyên dụng để tăng cường các vùng năng lượng bề mặt thấp cho các vị trí bong bóng và tạo nhân để tạo ra bột xốp nhẹ, bền có cấu trúc lỗ rỗng đồng nhất. Thành phần bột xốp gồm hạt liên tục duy trì hoạt tính khi các chất lưu cấu thành bột dịch chuyển trong quy trình làm giãn nở bột. Sự trộn liên tục thúc đẩy sự phân tán tốt hơn của các chất tạo xốp cũng như nâng cao tính linh động thông qua sự phân tán tốt hơn của chất phụ gia có hoạt tính và không có hoạt tính trong toàn bộ polyme trong quá trình giãn nở bột nhờ đó cải thiện tính xốp đồng nhất. Việc bổ sung hạt trộn động học sẽ cho các kết quả tương tự trong vật liệu bột xốp có cấu trúc bất kỳ sử dụng chất tạo xốp thu nhiệt, chất tạo xốp tỏa nhiệt và/hoặc hệ đúc áp lực bột khí.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực chất phụ gia dùng cho bột xốp. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến việc bổ sung hạt trộn động học vào bột xốp để tăng cường sự phân tán của chất tạo xốp, chất phụ gia có hoạt tính và chất phụ gia không có hoạt tính.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm đầu của thế kỷ XX, nhiều loại bột xốp rắn khác nhau được sản xuất chuyên dụng đã được đưa vào sử dụng. Tỷ trọng thấp của các bột xốp này khiến cho chúng rất hữu ích cho việc sử dụng làm các vật liệu cách nhiệt và các kết cấu nổi, và tính nhẹ và tính chịu nén của chúng khiến cho các bột xốp này là lý tưởng cho việc sử dụng làm các vật liệu bao gói và chèn. Trong 40 năm qua, sự phát triển của lĩnh vực bột xốp từ một vật liệu đơn giản đã tiến tới các vật liệu phức tạp, tiến tiến, có cấu trúc dạng tổ ong, nhẹ và bền. Các vật liệu bột xốp mới này là vượt trội so với sợi thủy tinh, vật liệu composit, thép tấm và chất dẻo trong nhiều lĩnh vực ứng dụng khác nhau mà có thể kể đến một vài ứng dụng, bao gồm ô tô, thiết bị nông nghiệp, tàu thuyền, bồn tắm và vòi tắm, hàng rào, cửa ra vào, khung cửa sổ và dải đúc trang trí. Ngày nay, ngành công nghiệp bột xốp liên tục phát triển theo hướng tạo ra sản phẩm mới có sự đồng nhất về cấu trúc dạng tổ ong, sự phân tán của các thành phần cấu thành, cải thiện về độ bền, và giá thành thấp.

Trong lĩnh vực động học chất lưu, lớp biên của chất lưu dịch chuyển thường được xem là cố định và không dịch chuyển. Trong vùng phân lớp, lớp biên tạo một dạng không đối xứng cản lại dòng chảy của chất lưu. Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Hoa Kỳ của cùng Người nộp đơn số 12/412357, với tên sáng chế “STRUCTURALLY ENHANCED PLASTICS WITH FILLER REINFORCEMENTS” đề xuất việc bổ sung hạt trộn động học làm dịch chuyển động lớp biên khi chất lưu dịch chuyển nhằm làm tăng lưu lượng và làm giảm sự kéo màng. US 12/412357 được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn. Việc làm giảm sự kéo màng là tương tự với việc làm cân bằng giữa ma sát tĩnh và ma sát động của một thể dịch chuyển và áp dụng nó đối với dòng chất lưu. Theo giải pháp này, lớp biên có thể dịch chuyển động, nhờ vậy làm giảm sự kéo và làm tăng lưu lượng. Khi chất lưu không dịch chuyển, thì hạt có cấu trúc trợ, tức là hạt trộn động học, có tác động giống như

một chất độn với kích thước nano mét, nhờ đó tạo ra các vị trí tạo nhân trong quy trình tạo bọt. Khi hạt với kích thước nano mét này dịch chuyển, thì hình dạng ba chiều khác thường của hạt trộn động học này sẽ thúc đẩy sự trộn động của các chất phụ gia và các chất độn trong toàn bộ mạng polyme, nhờ đó làm biến đổi khu vực lớp biên cố định thành một vùng trộn động.

Hạt chuyên dụng, tức là hạt trộn động học, có thể được đưa vào các chất rắn như chất dẻo. Trong máy ép đùn, chất rắn này được làm nóng chảy. Chất dẻo đã nóng chảy phát triển một lớp biên trên toàn bộ diện tích bề mặt của các trục vít và các thùng trong môi trường cắt cao. Sự trộn động lớp biên được kích hoạt bất cứ khi nào và bất cứ nơi nào mà chất lưu dịch chuyển. Trong trường hợp vật liệu là một chất lưu, như polyuretan, các vật liệu này có thể được trộn bằng cách áp dụng quá trình khuấy đơn giản, như máy trộn tuabin hoặc hệ thống trộn phun và đập tăng cường. Trong cả hai trường hợp, sự dịch chuyển của hạt được kích hoạt nhờ sự dịch chuyển chất lưu. Sự trộn động ban đầu xảy ra khi các thành phần được trộn bằng cách sử dụng lực cắt cao. Khi chất lưu dịch chuyển, sự trộn động được phát động.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là cải thiện trực tiếp tất cả bốn dấu hiệu về tính đồng nhất của cấu trúc dạng tổ ong, sự phân tán của các thành phần cấu thành, cải thiện độ bền, và giá thành thấp nhờ việc sử dụng hạt cấu trúc tơ cỡ micromét và nanomet.

Phương pháp theo sáng chế đưa ra một giải pháp khác thường để giải quyết các vấn đề nêu trên. Việc bổ sung hạt trộn động học theo sáng chế sẽ tạo ra sự trộn động của lớp biên, tạo ra sự phân tán đồng nhất cùng với sự trộn hạt cỡ micro mét và nano mét cho phép giảm bớt các chất phụ gia đắt tiền có thể gây hại cho môi trường đồng thời vẫn đảm bảo các lợi ích đi kèm với các chất phụ gia. Phương pháp theo sáng chế sử dụng hạt rắn bền hóa học, an toàn về mặt môi trường, cho phép trộn liên tục các vật liệu miễn là chất lưu này đang dịch chuyển.

Việc bổ sung hạt trộn động học dẫn đến sự cải thiện về sự trộn lớp biên, tức là sáng chế liên quan đến các ảnh hưởng của các chất độn cơ học cấu trúc đến dòng chất lưu, trong đó hạt này có kích thước nằm trong khoảng từ nanomet đến micromet. Cụ thể, khoảng kích thước của hạt được ưu tiên nằm trong khoảng từ 500nm đến 1µm, và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1µm đến 30µm. Tuy nhiên, các khoảng phụ bất kỳ

nằm trong các khoảng đã xác định này cũng được dự liệu là có hiệu quả. Sáng chế áp dụng các nguyên lý về màng tĩnh lớp biên kết hợp với các lực ma sát đi kèm với một hạt bị buộc phải luân chuyển hoặc xáo trộn trong lớp biên do sự chênh lệch vận tốc chất lưu. Do đó, sự trộn động được tăng cường nhờ sử dụng hạt cấu trúc hoặc sự trộn động.

Hãy xem một ví dụ là một quả cầu cứng lăn trên một vật liệu mềm chạy trong một thể phân tán dịch chuyển. Vật liệu mềm này bị nén ở phía trước quả cầu lăn và vật liệu mềm này sẽ bật lùi lại ở phía sau quả cầu lăn này. Nếu vật liệu là đàn hồi hoàn toàn, thì năng lượng lưu trữ trong quá trình nén sẽ hoàn trả vào quả cầu bởi sự bật lại của vật liệu mềm ở phía sau quả cầu lăn này. Trong thực tế, các vật liệu không thể đàn hồi hoàn toàn. Do đó, sự tiêu tán năng lượng sẽ xảy ra, tạo ra năng lượng động học, tức là chuyển động lăn. Theo định nghĩa, một chất lưu là một chuỗi liên tục của vật liệu mà không chịu được ứng suất cắt tĩnh. Không giống như một chất rắn đàn hồi, nó đáp ứng với một ứng suất cắt với sự biến dạng có thể phục hồi được, thì một chất lưu sẽ đáp ứng với dòng chảy không thể phục hồi được. Dòng chảy không thể phục hồi được này có thể được sử dụng làm lực dẫn động cho sự trộn cơ học động trong lớp biên. Bằng cách áp dụng nguyên lý lăn, ma sát động và sự gia tăng dính chất lưu ở bề mặt của vùng không trượt, các kết dính được tạo ra. Dòng chất lưu liền kề với lớp biên tạo ra một lực quán tính sau khi hạt được bám dính. Lực quán tính làm luân chuyển hạt dọc theo bề mặt của thiết bị quy trình cơ học không phụ thuộc vào cơ chế trộn được áp dụng, tức là không phụ thuộc vào trộn tĩnh, trộn động hay trộn động.

Việc thiết kế hoặc chọn dạng hình học của hạt cấu trúc được dựa trên các nguyên tắc cơ bản về sự tương tác bề mặt với màng dính trong lớp biên mà ở đó vận tốc bằng không. Mức độ bám dính bề mặt cơ học được gia tăng bằng cách làm tăng tính nhám bề mặt của hạt. Sự thấm qua hạt vào trong lớp biên tạo ra sự trộn động. Sự thấm qua hạt được gia tăng bằng cách làm tăng độ sắc của các gờ hạt hoặc các bề mặt hạt dạng dao. Hạt có bề mặt nhám và/hoặc sắc sẽ có sự bám dính cao vào vùng không trượt, điều này tăng cường sự bám dính bề mặt tốt hơn so với hạt trơn nhẵn có ít hoặc không có các đặc tính bề mặt. Cỡ hạt lý tưởng sẽ thay đổi tùy thuộc vào chất lưu do độ nhớt của một chất lưu cụ thể. Do độ nhớt khác nhau tùy thuộc vào chất lưu, nên các thông số quy trình như nhiệt độ và áp suất cũng như các cơ chế trộn được tạo ra bởi các lực cắt và việc làm bóng bề mặt trên các bề mặt cơ học cũng sẽ khác nhau, chúng

tạo ra sự khác nhau cho độ dày lớp biên. Bề mặt hạt nhám và/hoặc sắc sẽ cho phép hạt có chức năng như một lưỡi trộn động lăn trong lớp biên. Hạt cứng có các gờ nhám và/hoặc sắc lăn dọc theo lớp biên chất lưu sẽ tạo ra sự vi trộn nhờ khuấy vùng bề mặt của lớp biên.

Hạt rắn được sử dụng cho sự trộn động trong lớp biên, tức là, vật liệu trộn lớp biên động học hoặc vật liệu trộn động, tốt hơn là có các đặc tính dưới đây:

Hạt sẽ phải có đặc tính hình dạng vật lý cho phép hạt lăn hoặc xáo trộn dọc theo bề mặt lớp biên.

Hạt sẽ phải có bề mặt nhám đủ để tương tác với vùng có tốc độ bằng không hoặc bề mặt chất lưu không trượt để tăng cường sự ma sát động học chứ không phải là ma sát tĩnh. Hiệu quả trộn của hạt sẽ tăng theo tính nhám bề mặt.

Hạt sẽ phải đủ cứng để sao cho chất lưu bị biến dạng xung quanh hạt để tăng cường sự trộn động nhờ tác động xáo trộn hoặc lăn của hạt.

Hạt sẽ phải có kích thước tỷ lệ với lớp biên của chất lưu được sử dụng để sao cho hạt có khả năng lăn hoặc xáo trộn do ma sát lăn động học.

Hạt sẽ phải đủ nhỏ. Nếu hạt quá nhỏ, thì việc hạt này sẽ chiếm chỗ trong lớp biên và sẽ mất khả năng xáo trộn hoặc lăn làm tăng ma sát và tăng cường sự hao mòn cơ học trong toàn bộ vùng tiếp xúc của lớp biên.

Hạt sẽ không được quá to. Nếu hạt quá to, thì hạt này sẽ bị cuốn vào trong khối dòng chất lưu và, trong trường hợp bất kỳ, sẽ có tác động tối thiểu tới việc trộn lớp biên động học. Hạt sẽ phải có kích thước và các đặc tính bề mặt, như độ nhám và/hoặc các đặc tính như lưỡi dao sắc, để có thể liên kết lại được trong lớp biên từ khối chất lưu trong quy trình trộn.

Hạt có thể là các vật liệu rắn hoặc xốp, các khoáng chất nhân tạo hoặc tự nhiên và hoặc đá.

Hình dạng vật lý của các hạt

Các hình dạng hạt có thể là hình cầu, hình tam giác, hình thoi, vuông hoặc v.v., nhưng hạt bột hoặc nửa bột là ít được mong muốn do chúng khó có thể xáo trộn được. Hạt bột hoặc nửa bột khó có thể xáo trộn được do diện tích bề mặt cắt ngang của một

hạt phẳng có sức kháng nhỏ đối với ma sát của chất lưu tác động lên độ dày nhỏ của nó. Tuy nhiên, do sự khuấy dưới dạng trộn là được mong muốn, nên các dạng xáo trộn hỗn loạn là có lợi do sự xáo trộn hỗn loạn này sẽ tạo ra các vùng trộn động được tạo ra ngẫu nhiên tại lớp biên. Các vùng trộn ngẫu nhiên này là tương tự như các vùng trộn được tạo ra bởi các cánh trộn lớn vận hành cùng với các cánh trộn nhỏ. Một số cánh quay nhanh và một số cánh quay chậm, nhưng kết quả là các cánh này đều trộn. Trong một chất lưu nhớt hơn có đặc tính phi đàn hồi kém, thì sự trộn động bởi hạt sẽ tạo ra tác động cắt và nghiền do tính nhám bề mặt của hạt và do các gờ sắc của các hạt.

Hạt hình cầu có các bề mặt cực kỳ trơn nhẵn sẽ không phải là lý tưởng vì những lý do sau đây. Thứ nhất, tính nhám bề mặt làm tăng sự ma sát giữa hạt và chất lưu, nó làm tăng khả năng của hạt trong việc duy trì sự tiếp xúc với vùng dính và/hoặc không trượt. Trái lại, một bề mặt trơn nhẵn, như có thể thấy được trên một hình cầu, sẽ hạn chế sự tiếp xúc với lớp dính do sự bám dính bề mặt kém. Thứ hai, tính nhám bề mặt ảnh hưởng trực tiếp tới khả năng của hạt tạo ra sự trộn nhờ sự xáo trộn và/hoặc sự lăn, trong khi điều này sẽ không xảy ra đối với một bề mặt trơn nhẵn. Thứ ba, các hình dạng cầu với các bề mặt trơn nhẵn có xu hướng lăn dọc theo lớp biên, có thể tăng cường tác động bôi trơn. Tuy nhiên, hạt hình cầu có tính nhám bề mặt sẽ giúp tăng cường sự trộn động của lớp biên cũng như tăng cường các tác động bôi trơn, đặc biệt là với các khí và các chất lưu có độ nhớt thấp.

Các lợi ích của việc bổ sung các vật liệu trộn động vào các polyme bao gồm:

- Đạt được tiết kiệm chi phí nhờ thay thế các polyme đắt tiền bằng vật liệu cấu trúc rẻ tiền.
- Đạt được tiết kiệm chi phí nhờ tăng khả năng đưa nhiều vật liệu hữu cơ hơn vào các polyme.
- Đạt được tiết kiệm chi phí nhờ tăng năng suất với các mức cao của các vật liệu hữu cơ và/hoặc cấu trúc.
- Phân tán tốt hơn các chất phụ gia và/hoặc các chất độn nhờ gia tăng việc trộn trên các bề mặt cơ học lớn được tạo ra bởi sự trộn biên.
- Trộn các polyme tốt hơn nhờ các tác động nghiền và cắt hạt lăn dọc theo vùng bề mặt của quy trình/thiết bị trộn do vận tốc của các polyme qua dòng chất lưu sẽ ảnh

hướng đến bề mặt trong các công đoạn trộn thông thường.

- Giảm hệ số ma sát trên các bề mặt cơ học gây ra bởi các tác động lớp biên của sự ma sát tĩnh, vốn được thay thế bằng sự ma sát động học lăn của một hạt cứng trong lớp biên.

- Tăng khả năng sản xuất nhờ giảm hệ số ma sát trong lớp biên nơi mà hệ số ma sát ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất sản xuất.

- Cải thiện chất lượng bề mặt: Việc đưa hạt trộn động học sẽ tạo ra vùng giàu polyme trên bề mặt cơ học do sự quay của hạt ở lớp biên trong quá trình trộn, tức là khi trộn các chất tạo màu, phun trong các khuôn đúc, v.v.. Vùng giàu polyme này dẫn tới bề mặt hoàn thiện mỹ mãn nơi mà polyme được điền đầy hoặc không được điền đầy.

- Tạo ra sự quay hạt và khuấy màng cố định của lớp biên bởi sự trộn động, dẫn đến tự làm sạch lớp biên để loại bỏ hạt và các màng.

- Tăng cường sự truyền nhiệt do sự trộn động trong lớp biên, vốn được xem là một màng cố định, ở đó sự truyền nhiệt chủ yếu là sự dẫn nhiệt, tuy nhiên sự trộn của màng cố định này sẽ tạo ra sự đối lưu cưỡng bức ở bề mặt truyền nhiệt.

Vật liệu trộn động theo sáng chế sẽ đáp ứng các yêu cầu hiện tại và các quy định về môi trường được dự kiến nhờ giảm bớt việc sử dụng một vài chất phụ gia độc tính và thay thế các chất phụ gia độc tính này bằng một chất rắn trơ, thân thiện với môi trường, tức là, bằng vật liệu trộn động có cả tính bền hóa học lẫn tính bền nhiệt.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của perlit xộp chưa được xử lý;

Fig.2 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của perlit đã được xử lý với độ phóng đại 500 lần;

Fig.3 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của perlit đã được xử lý với độ phóng đại 2500 lần;

Fig.4 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của tro núi lửa trong đó mỗi khoảng cách giữa dấu tương ứng với 100micromet;

Fig.5 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của tro núi lửa trong đó mỗi khoảng cách

giữa dầu tương ứng với 50micromet;

Fig.6A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của cacbon đã tạo khuôn zeolit tự nhiên được sản xuất ở 700°C;

Fig.6B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của cacbon đã tạo khuôn zeolit tự nhiên được sản xuất ở 800°C;

Fig.6C là ảnh chụp dưới kính hiển vi của cacbon đã tạo khuôn zeolit tự nhiên được sản xuất ở 900°C;

Fig.6D là ảnh chụp dưới kính hiển vi của cacbon đã tạo khuôn zeolit tự nhiên được sản xuất ở 1000°C;

Fig.7 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của màng oxit nhôm có lỗ rỗng nano với độ phóng đại 30000 lần;

Fig.8 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của pha pseudoboehmit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ phát triển trên hợp kim nhôm AA2024-T3 với độ phóng đại 120000 lần;

Fig.9 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các khối cầu tro có lỗ rỗng chưa được xử lý với độ phóng đại 1000 lần;

Fig.10 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các khối cầu tro đã được xử lý với độ phóng đại 2500 lần;

Fig.11 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các bột thủy tinh 3M®;

Fig.12A và Fig.12B là các ảnh chụp dưới kính hiển vi của hạt tro bay với độ phóng đại 5000 lần (xem Fig.12A) và 10000 lần (xem Fig.12B);

Fig.13 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của thủy tinh tái chế với độ phóng đại 500 lần;

Fig.14 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của thủy tinh tái chế với độ phóng đại 1000 lần;

Fig.15 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của đá dung nham đỏ với độ phóng đại 750 lần;

Fig.16A, Fig.16B, Fig.16C và Fig.16D là các ảnh chụp dưới kính hiển vi của hạt cát;

Fig.17A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y, A và silicat 1 đã được tổng hợp trong 1 giờ;

Fig.17B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y, A và silicat 1 đã được tổng hợp trong 1 giờ;

Fig.17C là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y, A và silicat 1 đã được tổng hợp trong 6 giờ;

Fig.17D là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y, A và silicat 1 đã được tổng hợp trong 6 giờ;

Fig.17E là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y, A và silicat 1 đã được tổng hợp trong 12 giờ;

Fig.17F là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y, A và silicat 1 đã được tổng hợp trong 12 giờ;

Fig.18 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của phosphocanxi hydroxyapatit;

Fig.19A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các kết tụ Al MFI; Fig.19B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các kết tụ Al MFI;

Fig.20A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y vi tinh thể với độ phóng đại 20 nghìn lần;

Fig.20B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y vi tinh thể với độ phóng đại 100 nghìn lần;

Fig.21 là ảnh chụp dưới kính hiển vi của ZnO, 50-150nm;

Fig.22A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các phần cận rắn của vật liệu kết chùm bán cầu;

Fig.22B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit-P đã được tổng hợp ở 100°C;

Fig.23A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các khối cầu có lỗ rỗng CoOOH đã được tạo cấu trúc nano;

Fig.23B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của CuO;

Fig.23C là ảnh chụp dưới kính hiển vi của CuO;

Fig.24A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của tro nóng chảy với 1,5N ở 100°C;

Fig.24B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của tro nóng chảy với 1,5N ở 100°C 6 giờ thể hiện một zeolit chưa được đặt tên;

Fig.24C là ảnh chụp dưới kính hiển vi của tro nóng chảy với 1,5N ở 100°C 24 giờ thể hiện zeolit bậc ba;

Fig.24D là ảnh chụp dưới kính hiển vi của tro nóng chảy với 1,5N ở 100°C 72 giờ thể hiện một zeolit chưa được đặt tên và tinh thể lớn Gibbsite;

Fig.25A là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các khối cầu nano Al_2O_3 nhẵn đều 2,5 μm ;

Fig.25B là ảnh chụp dưới kính hiển vi của các khối cầu nano Al_2O_3 nhẵn đều 635nm;

Fig.26 mô hình được tạo ra trên máy tính thể hiện các xơ dạng tóc của CoOOH ;

Fig.27 thể hiện hai mẫu PVC cứng có cùng hàm lượng chất tạo màu trong cả hai mẫu trong đó một mẫu chứa hạt trộn động học;

Fig.28 thể hiện hai mẫu polycacbonat có cùng hàm lượng chất tạo màu trong cả hai mẫu trong đó một mẫu chứa hạt trộn lớp biên động;

Fig.29 thể hiện PVC cứng có các vết ABS;

Fig.30 thể hiện PVC và ABS được trộn cùng với nhau;

Fig.31 thể hiện một mẫu thử trong đó epoxy đã phản ứng màu xanh lá cây có và không có hạt trộn động học lần lượt được trộn với epoxy đã phản ứng màu vàng có và không có hạt trộn động học. Mẫu đã trộn có hạt trộn động học đạt được sự trộn siêu việt với bằng chứng là vùng xanh da trời lớn hơn;

Fig.32A, Fig.32B, Fig.32C, Fig.32D, Fig.32E, Fig.32F, Fig.32G, Fig.32H, Fig.32I, Fig.32J, Fig.32K, Fig.32L, Fig.32M, Fig.32N, Fig.32O, Fig.32P, Fig.32Q, Fig.32R, Fig.32S và Fig.32T là ảnh chụp các bột xốp polystyren hoặc polypropylen nên có sự sục khí trực tiếp, trong đó % khối lượng của chất phụ gia nằm trong khoảng từ 0,35% khối lượng đến 4,2% khối lượng, trong đó kích thước lỗ rỗng nằm trong khoảng từ 42 micromet đến 217 micromet;

Fig.33 là ảnh chụp với độ phóng đại 10 lần của bột xốp polypropylen, trong đó sự gia tăng các lỗ rỗng đã tạo ra là có thể nhìn thấy được trong bột xốp có hạt trộn

động học theo sáng chế đã được bổ sung vào;

Fig.34 là ảnh chụp với độ phóng đại 60 lần của bột xốp polypropylen, trong đó sự gia tăng các lỗ rỗng đã tạo ra là có thể nhìn thấy được trong bột xốp có hạt trộn động học theo sáng chế đã được bổ sung vào.

Mô tả chi tiết sáng chế

Việc đưa hạt trộn động học vào sẽ thu được các kết quả về khả năng phân tán mỹ mãn, như được minh họa bởi Fig.27 và Fig.28 trong các vật liệu nhớt như các chất dẻo nhiệt trong môi trường trộn cắt cao.

Fig.27 thể hiện một PVC cứng có cùng hàm lượng chất tạo màu trong cả hai mẫu. Có thể thấy rõ được là mẫu bên trái có hạt trộn lớp biên động trong đó sẽ biểu hiện sự phân tán tốt hơn.

Fig.28 thể hiện polycarbonat có cùng hàm lượng chất tạo màu trong cả hai mẫu. Có thể thấy rõ được là mẫu bên phải, có hạt trộn lớp biên động, sẽ biểu hiện sự phân tán tốt hơn.

Fig.27 và Fig.28 minh họa rõ ràng về các lợi ích của hạt trộn lớp biên động liên quan tới sự phân tán. Các đặc tính phân tán tốt cho phép vật liệu nền sẽ có ít chất phụ gia hơn do sự có mặt của hạt trộn động học cho phép các chất phụ gia tác động tốt hơn, nhờ đó tạo ra các đặc tính có lợi tương đương của một chất phụ gia.

Trộn và pha trộn các vật liệu khác nhau

Fig.29 thể hiện hai ảnh chụp. Ảnh 1 là PVC cứng có các vết ABS. Hai vật liệu này, ngay cả khi dưới các điều kiện cắt cao thì về mặt hóa học vẫn không muốn bị trộn hoặc pha trộn với nhau.

Ảnh 2 trên Fig.30 thể hiện tác động của việc bổ sung hạt trộn lớp biên động trong các vật liệu khác nhau khó trộn. Trong máy ép đùn, PVC và ABS được trộn với nhau, dẫn đến kết quả là ABS có tác động kiểu như một chất tạo màu đen.

Thông thường, các chất phụ gia trong các polyme được sử dụng để tăng cường độ bền. Tuy nhiên, trong trường hợp các chất làm chậm cháy, các chất độn, các chất khử bọt, các chất thay đổi sức căng bề mặt và các thuốc diệt sinh vật gây hại v.v., thì các chất độn này thường có ảnh hưởng tiêu cực đến polyme, nó tạo ra sự mỏi trong

toàn bộ hệ polyme được tạo liên kết ngang. Việc bổ sung hạt trộn động học sẽ không cải thiện thêm nhiều cho sự trộn. Việc bổ sung hạt trộn động học về mặt cơ học sẽ làm giảm kích thước của các chất phụ gia, tạo ra sự tương tác tốt hơn trong mạng polyme. Do đó, nhờ giảm kích thước của các chất phụ gia và cải thiện sự phân tán, lượng các chất phụ gia có thể được giảm xuống. Đặc tính trộn đồng nhất này làm tăng độ bền liên kết ngang của polyme bằng cách làm giảm lượng các chất phụ gia cần thiết để tạo ra kết quả được mong muốn.

Trong bột hai thành phần có hoạt tính, việc bổ sung hạt trộn động học sẽ giúp cho việc trộn bề mặt chung lỏng-lỏng, nhờ vậy tăng cường sự tạo liên kết ngang tốt hơn trong toàn bộ polyme. Chất phụ gia gồm hạt trộn động học này sẽ cải thiện hơn nữa độ bền kết dính và tạo nên các đặc tính dòng chảy tốt hơn.

Như có thể thấy được từ Fig.31, mẫu phía trên, tức là mẫu có hạt trộn động học vỡ ở đường biên được trộn đều hơn so với mẫu còn lại. Nói một cách khác, việc mẫu phía trên trộn epoxy đã phản ứng có màu vàng và màu xanh lá cây kỹ hơn, dẫn đến lượng epoxy đã trộn màu xanh da trời lớn hơn.

Một thử nghiệm trộn tĩnh được tiến hành cho các vật liệu hoạt tính hai thành phần, các kết quả về chúng có thể thấy được trên Fig.31:

Vật liệu: Epoxy Loctite hai thành phần 60, 2 chất tạo màu, tức là một màu vàng và một xanh lá cây được sử dụng.

Thiết bị: Súng trét kép tiêu chuẩn loại 50ml có đầu trộn tĩnh dùng một lần có đường kính 1/4 in (0,63cm), dài 6 in (15,24cm) được sử dụng.

Chế độ thử nghiệm

100ml epoxy được trộn để phản ứng và một lượng nhỏ của chất tạo màu vàng;

100ml of epoxy được trộn để phản ứng và một lượng nhỏ của chất tạo màu xanh lá cây được trộn vào;

Mỗi lượng 100ml của epoxy đã phản ứng đã có chất tạo màu trong nó được chia đôi. 50ml epoxy đã phản ứng màu vàng được đưa vào trong một phần hai của hộp đựng hai thành phần đơn trong máy trộn tĩnh. Một nửa còn lại của hộp đựng này của máy trộn tĩnh, chứa 50ml epoxy đã phản ứng màu xanh lá cây.

50ml epoxy đã phản ứng màu vàng có 1% khối lượng là hạt trộn động học đã được trộn bằng tay trong nó. Epoxy đã phản ứng màu vàng được để vào trong một nửa của hộp đựng của máy trộn tĩnh. 50ml epoxy đã phản ứng màu xanh lá cây có 1% khối lượng là hạt trộn động học đã được trộn bằng tay trong nó. 50ml epoxy đã phản ứng màu xanh lá cây sau đó được để vào trong phía còn lại của hộp đựng hai thành phần này. Quy trình trộn được tiến hành trong khoảng 5 phút trước khi vật liệu được đùn ra khỏi máy trộn tĩnh ở cùng tốc độ thấp. Tiếp đó, ống trộn tĩnh được để đóng rắn hoàn toàn. Sau đó, ống này được cắt đôi bằng cách sử dụng dao cắt bằng tia nước. Như có thể thấy được trên Fig.31, mẫu phía trên, tức là mẫu có hạt trộn động học, là được trộn đều hơn so với mẫu còn lại. Nói một cách khác, mẫu phía trên trộn epoxy đã phản ứng màu vàng và xanh lá cây đều hơn, nhờ vậy có một lượng epoxy lớn hơn màu xanh da trời được trộn.

Ứng dụng trong các quy trình tạo bọt xốp

Khi vật liệu cấu trúc rất chuyên dụng theo sáng chế, tức là hạt trộn động học, được đưa vào quy trình tạo bọt, thì các đặc tính trộn động duy nhất sẽ không dừng lại khi bước trộn hoàn thành. Hạt trộn động học này tiếp tục duy trì hoạt tính khi các chất lưu dịch chuyển trong quy trình giãn nở. Hoạt tính hạt sau bước trộn tăng cường sự phân tán tốt hơn của các chất tạo xốp cũng như tính linh động cao nhờ sự phân tán tốt hơn của các chất phụ gia có hoạt tính và không có hoạt tính trong toàn bộ polyme trong quá trình giãn nở bọt. Sự phân tán tốt hơn và tính linh động cao dẫn đến việc cải thiện tính xốp đồng nhất. Hình dạng đặc trưng duy nhất của các cấu trúc kiểu lưới, nhọn, theo ba chiều của hạt trộn động học tạo ra các vị trí tạo nhân mỹ mãn, nhờ vậy làm tăng độ bền và tính xốp đồng nhất.

Được mong muốn nếu giảm các kích thước lỗ rỗng bọt từ cấu trúc lỗ rỗng có kích thước nằm trong khoảng 700-1000micromet xuống còn 10micromet và thấp hơn. Sự đột phá này sẽ cho phép có được các bọt bền hơn trong công nghiệp, nhẹ hơn so với các loại đã có trong thương mại.

Trong quy trình tạo bọt xốp đúc áp lực khí sử dụng các chất khí như (N_2 , CO_2 , Ar, v.v.), phần khó khăn nhất của quy trình này là việc hoà tan các chất khí vào vật liệu có hoạt tính hoặc dẻo đã nóng chảy. Các chất khí khác nhau sẽ có các hằng số hòa tan khác nhau đối với các polyme khác nhau.

Hằng số hòa tan

Sự thay đổi của các hằng số hòa tan dẫn đến sự không đồng nhất về mức chất khí của các vật liệu khác nhau. Các biến số về nhiệt và cấu trúc do sự các cấu trúc lỗ rỗng không đồng nhất mà ở đó bột được sản xuất có các kích thước lỗ rỗng cả to lẫn nhỏ. Các giải pháp nhằm vượt qua các khó khăn này bao gồm tăng chiều dài máy ép đùn hoặc sử dụng nhiều máy ép đùn để làm tăng thời gian phân tán cho việc trộn cơ học. Việc bổ sung hạt trộn động học sẽ hợp nhất hạt cấu trúc có kích thước nano và micro. Hạt trộn động học tạo ra các lỗ mở cơ học cỡ micro và nano trong chất dẻo trong quy trình trộn. Các lỗ mở này cho phép khí phân tán vào trong polyme, nhờ đó giảm mạnh thời gian trộn và các tác động hòa tan khí. Hạt trộn động học, ba chiều theo sáng chế có thể được thiết kế để có nhiều kích thước và hình dạng nơi mà các dấu hiệu cấu trúc, như độ dài lưỡi, độ sâu hốc, kích thước khe nứt hạt, kích thước màng nhô ra, độ dài cấu trúc kiểu gai, v.v., có thể tạo ra các lỗ rỗng trong bột xốp có kích thước được mong muốn.

Ví dụ, một nghiên cứu được tiến hành trong đó hạt trộn động học loại I được sử dụng và khí CO₂ tới hạn được bổ sung vào polypropylen với các nồng độ khác nhau của hạt trộn động học loại I. Các kết quả có thể thấy được trên các hình vẽ từ Fig.32A tới Fig.32T. Hạt trộn động học loại I được tạo ra từ perlit xốp và có cỡ hạt trung bình là 30µm với các nồng độ khối lượng được liệt kê trong Bảng 1 ở dưới, không bao gồm khí CO₂. Việc bổ sung hạt trộn động học loại I sẽ tạo ra cấu trúc lỗ rỗng nhỏ đồng nhất bằng 45µm ở nồng độ 4,8% và các cấu trúc lỗ rỗng lớn bằng 163µm ở nồng độ 0,40% tính theo khối lượng chế phẩm. Việc bổ sung hạt trộn động học loại I vào polystyren sẽ tạo ra cấu trúc lỗ rỗng nhỏ đồng nhất bằng 42µm ở nồng độ 1,75% khối lượng chế phẩm và các cấu trúc lỗ rỗng lớn bằng 217µm ở nồng độ 0,35% khối lượng chế phẩm. Với cả polypropylen lẫn polystyren, vùng năng lượng thấp được tạo ra khi hạt trộn động học luân chuyển là như nhau. Tuy nhiên, khả năng của các bọt bong bóng khối kết và tạo ra các lỗ rỗng lớn hơn có thể giảm khi hạt động học có mật nhiều hơn. Cấu trúc lỗ rỗng thể hiện cho polystyren có thể giảm nếu bổ sung quá nhiều hạt trộn lớp biên động. Sự dịch chuyển là từ 42µm ở 1,75% khối lượng chế phẩm tới 54µm ở 4,2% khối lượng chế phẩm. Do đó, tỷ lệ sản xuất các cấu trúc lỗ rỗng cỡ micro được tạo ra

nhờ sự luân chuyển của hạt trộn động học trong nền bột càng cao, thì sự giảm về khả năng khối kết lỗ rỗng càng lớn.

Fig. #	Nhựa	% hạt trộn động học trong các viên tròn	% hạt trộn được sử dụng trong liệu cấp sản phẩm	% hạt trộn động học trong sản phẩm được thể hiện trên các hình vẽ	Kích thước lỗ rỗng, micromet
32K+L	PP	40,00%	12,00%	4,80%	45
32I+J	PP	40,00%	8,00%	3,20%	63
32M+N	PP	40,00%	5,00%	2,00%	63
32E+F	PP	40,00%	3,00%	1,20%	77
32G+H	PP	40,00%	1,00%	0,40%	163
32O+P	PS	35,00%	5,00%	1,75%	42
32A+B	PS	35,00%	3,00%	1,05%	46
32S+T	PS	35,00%	12,00%	4,20%	54
32C+D	PS	35,00%	1,00%	0,35%	217

Mối liên quan giữa hạt và kích thước lỗ rỗng thu được là một hàm số của các đặc tính bề mặt của hạt động học được sử dụng.

Ví dụ, nhờ sử dụng thử nghiệm phun khí nêu trên để minh họa cho các đặc tính kích thước hạt liên quan tới sự tạo thành lỗ rỗng, khi hạt perlit xốp có các đặc tính bề mặt lớp biên trộn động thích hợp lẫn và xáo trộn theo sự chuyển động động học, thì hạt perlit này sẽ tạo ra các vùng năng lượng bề mặt thấp trong polyme tỷ lệ thuận về mặt kích thước với lỗ rỗng rỗng của hạt nơi mà đỉnh của ô rỗng tạo ra một góc rất nhỏ. Theo một phương án, tức là nơi mà ô rỗng được xác định bởi một bề mặt hypebon, thì đỉnh trở nên là vô cùng, giống như đỉnh của một tam giác hypebon không bình thường. Perlite đã giãn nở có các đặc tính của hạt trộn kiểu I trọng giống như đầu mũi tên cắm ngược xuống thành hàng, tức là hạt này có các đặc tính kiểu lưới ba chiều, cho phép sự tạo thành bong bóng ở giữa các lưới. Bong bóng này sẽ bám dính vào cấu trúc kiểu lưới cho đến khi các lực cản được tác động bởi chất lưu lớn hơn các lực dính kết của bong bóng giãn nở và nhô ra tạo ra trên hạt trộn lớp biên động. Ví dụ, hạt nêu trên có cỡ hạt trung bình là $30\mu\text{m}$. Do đó, bán kính hạt trong ví dụ này là $15\mu\text{m}$. Bong bóng sẽ giải phóng ra khỏi hạt trộn động học loại I ở khoảng gấp ba lần bán kính. Sự thay đổi đối với mối tương quan 3:1 này sẽ tùy thuộc vào loại hạt trộn động học do sự tiếp xúc hình học giữa các bề mặt ảnh hưởng trực tiếp tới các lực dính kết của bong bóng. Do

đó, các dạng hình học khác nhau sẽ làm thay đổi bề mặt theo năng lượng loại bỏ chất lưu để tạo ra các kích thước lỗ rỗng lớn hơn hoặc nhỏ hơn. Động học của việc trộn và việc chọn các polyme và các chất phụ gia sẽ có ảnh hưởng đáng kể tới lực lưu dẫn tác động lên hạt trộn động học để vượt qua lực dính kết của bong bóng trên bề mặt của hạt trộn động học, nó có thể khác nhau giữa ứng dụng này với ứng dụng khác. Một nguyên tắc kinh nghiệm chung đó là kích thước hạt mong muốn, tức là kích thước lỗ rỗng của bột, được dự liệu là lớn hơn từ 0,025 tới 8 lần so với đường kính cỡ hạt và/hoặc phần nhô ra của hạt. Đối với hạt kiểu 1, được mong đợi nếu kích thước ô rỗng lớn hơn từ 1 tới 8 lần so với đường kính cỡ hạt và/hoặc của phần nhô ra của hạt.

Việc bổ sung hạt trộn động học theo sáng chế sẽ cải thiện bốn dấu hiệu của phương pháp tạo bột hiện thời: 1. Độ đặc của cấu trúc dạng tổ ong; 2. Sự phân tán của các thành phần cấu thành; 3. Cải thiện độ bền; 4. Giảm giá thành. Bốn dấu hiệu này sẽ được bàn luận ở dưới.

Độ đặc của cấu trúc lỗ rỗng

Hạt trộn động học theo sáng chế có các đặc tính khác thường bao gồm các đặc tính ba chiều, các đầu sắc, kiểu lưới, lỗ rỗng, khoang rỗng, phần nhô ra, đặc tính kiểu gai, gờ răng cưa, góc tron nhọn, v.v., hình dạng. Khi hạt trộn động học dịch chuyển cùng với chất lưu trong quá trình giãn nở bột, các gờ tạo ra các vị trí tạo nhân mỹ mãn làm cho chất lưu giãn nở theo cách sao cho tính đồng nhất của cấu trúc dạng tổ ong được tăng lên. Điều này có thể thấy được trên Fig.33 và Fig.34. Fig.33 là ảnh chụp với độ phóng đại 10 lần trong đó các lỗ rỗng có thể thấy được trong bột xốp polypropylen được điều chế bằng chất phụ gia vật liệu trộn động kiểu I là nhiều hơn so với bột được điều chế mà không có chất phụ gia. Tương tự, Fig.34 cho thấy các lỗ rỗng ở phía trong của bột xốp polypropylen được điều chế chất phụ gia vật liệu trộn động kiểu I là nhiều hơn so với bột được điều chế mà không có chất phụ gia.

Sự phân tán của các thành phần cấu thành

Lớp biên hạt trộn động học loại I làm từ perlite xốp tạo ra sự phân tán tốt hơn của tất cả các thành phần cấu thành, bao gồm các chất tạo xốp, trong toàn bộ polyme mà không làm thay đổi các đặc tính hóa học của chế phẩm này. Ngay cả trong quá trình giãn nở sau khi ép đùn, hạt này vẫn tiếp tục tác động cho bột thông qua sự trộn, nhờ đó tạo ra sự phân tán các thành phần cấu thành tốt hơn trong toàn bộ polyme.

Cải thiện độ bền

Thử nghiệm độ bền va đập Izod được tiến hành trên bột xốp polypropylen với các profin Izod ở 1/2" tiêu chuẩn:

Polypropylen có 1%* chất tạo xốp = 7,14g

Polypropylen có 1%* chất tạo xốp + 1%* chất phụ gia = 8,11g

*theo khối lượng chế phẩm

Sự phân tán được cải thiện của các thành phần cấu thành đã kết hợp với thành phần xốp của cấu trúc bọt, được tạo ra bởi việc đưa vào hạt trộn động học loại I, dẫn đến sự gia tăng độ bền va đập là 13,5%.

Giảm giá thành

Phép phân tích giảm bớt khối lượng trên bột xốp polypropylen, các profin Izod 1/2" tiêu chuẩn

Polypropylen có 1%* chất tạo xốp = 21,5g

Polypropylen có 1%* chất tạo xốp + 1%* chất phụ gia = 13,5g

*theo khối lượng chế phẩm

Sự phân tán được cải thiện của các thành phần cấu thành đã kết hợp với thành phần xốp của cấu trúc bọt, được tạo ra bởi việc đưa vào hạt trộn động học, dẫn đến sự giảm bớt khối lượng của phần có cùng dạng hình học là 25,0%.

Các lợi ích của ứng dụng của hạt trộn động học không chỉ giới hạn để ứng dụng trong các chất dẻo dạng bọt như polypropylen, polyetylen, polystyren, PVC, ABS, v.v.; cũng không phải là những lợi ích chỉ giới hạn ở các bọt xốp có hoạt tính như các uretan một thành phần duy nhất, các uretan nhiều thành phần, các epoxy, các urê, v.v.. Việc bổ sung hạt trộn động học sẽ cho các kết quả tương tự trong vật liệu bọt cấu trúc bất kỳ sử dụng các chất tạo xốp thu nhiệt, các chất tạo xốp tỏa nhiệt, các hệ phun bọt dùng nitơ hoặc khí CO₂.

Bảng 1

Các thông số vận hành

Công ty	Ferris					
Nhựa	PP, PS					
Ngày						
Kiểu trục vít	Công dụng chung					
MACHINE # Huskey HY- Energy	150 tấn engel					
Tên bộ phận	Chất tạo xốp		Nền PP	Nền + Ngắt biên	Nền PS	Nền + Ngắt biên
Đầu phun	°F		400	400	425	425
Nhiệt độ vùng 1	°F		400	400	420	420
Nhiệt độ vùng 2	°F		380	380	415	415
Nhiệt độ vùng 3	°F		380	380	415	415
Nhiệt độ vùng 4	°F		370	370	410	410
Nhiệt độ vùng 5	°F					
Nhiệt độ khối nóng chảy			400	400	420	420
Phểu nạp nóng						
Cỡ hạt			2,5	2,5	2,5	2,5
Tốc độ đúc phun						
Profin	mm/giây		50	50	50	50
'1	mm/giây					
'2	mm/giây					
'3	mm/giây					
'4	mm/giây					
'5	mm/giây					
I° áp suất đúc phun	PSI/BAR		0,2	0,25	0,25	0,4
Thời gian nạp	%/giây		2	2	2	2
Áp suất ngược	%/BAR		75	75	75	75
Tốc độ trục vít	%		50	50	40	40
Lớp đệm	mm		0,2	0,2	0,2	0,2
Thời gian nhồi	giây		4	4	4	4
Áp suất nhồi	PSI/BAR		0	0	0	0
Thời gian giữ	Sec.		0	0	0	0
Áp suất giữ	PSI/BAR		0	0	0	0

Thời gian hồi phục	giây		15	15	18	18
Thời gian đóng rắn	%/giây		20	20	45	45
Xả áp	mm		0,1	0,1	0,1	0,1
Thời gian chu kỳ	giây		30	30	55	55
Nhiệt độ trước khuôn			80	80	80	80
Nhiệt độ sau khuôn	^o F		80	80	80	80

Các chất tạo xốp hóa học

Hạt theo sáng chế sẽ tạo ra sự trợ giúp cơ học cho các chất tạo xốp thường được dùng trong thương mại theo ba hình thức. Thứ nhất là sự phân tán được tăng lên của các chất tạo xốp được tạo ra bởi sự trộn cơ học cỡ nano và micro. Thứ hai là sự tạo lỗ cỡ nano và micron xảy ra trong khi trộn cho phép phân tán các chất tạo xốp hóa học vào trong polyme. Thứ ba là quá trình pha trộn động cơ học cỡ nano và micro sẽ làm giảm sức căng bề mặt trong vùng trộn cho phép các chất tạo xốp cơ học có khả năng tạo nhân tự do hơn. Hạt trộn động học này cũng có thể được áp dụng về mặt thương mại cho chế phẩm chất tạo xốp nhờ quy trình bao và/hoặc sơn phủ để tạo ra các kết quả tương tự. Hạt nền này có thể được sử dụng để tạo ra các chất tạo xốp tốt hơn.

Các vị trí tạo nhân

Có một loạt các vật liệu đã được sử dụng cho việc tạo ra sự tạo nhân tốt hơn và các kích thước lỗ rỗng đồng nhất hơn. Vật liệu được sử dụng trong thương mại phổ biến nhất là bột talc cùng với một số vật liệu khác lạ hơn như sét nano và các ống nano cacbon. Hiện có nhiều giả thuyết và tranh cãi về mối liên quan giữa cỡ hạt tạo mầm và kích thước lỗ rỗng bọt.

Phương pháp theo sáng chế tập trung vào một nguyên tắc cơ bản của các hình dạng hình học để làm tăng các vị trí tạo nhân bằng cách tăng cường cho việc có năng lượng bề mặt thấp bên trong polyme. Việc hạ thấp năng lượng bề mặt của một chất lưu bao quanh hạt được tạo ra bởi một hình dạng hình học có đỉnh rất sắc theo một phương án, tức là, ở đó lỗ rỗng được xác định bởi một bề mặt hypebon, đỉnh này nằm ở vô tận giống như các đỉnh của tam giác hypebon không bình thường. Các hình dạng hình học này bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở các mỗm nhọn, các gờ sắc và các cấu trúc

bên trong có thể tiếp cận được, các lỗ rỗng hoặc các túi có các hình dạng hình học của nó có các góc, khối hình thoi, khối ba mặt v.v..

Các polyme là các vật liệu dạng xích cong tự nhiên trên các bề mặt và xung quanh hạt theo kiểu giống như nước chảy xuống một dòng sông. Hình dạng hạt càng trúc trắc, thì sự nhiễu loạn được tạo ra càng lớn. Ví dụ, tương tự các tảng đá nằm trên một dòng sông, ở đó các tảng đá trơn nhẵn sẽ không hoặc ít tạo ra sự hỗn loạn trong khi các tảng đá có các gờ trúc trắc và các khoang rỗng sẽ tạo ra rất nhiều sự hỗn loạn. Sự hỗn loạn tạo ra một vùng hoặc khu vực có năng lượng bề mặt thấp. Vùng có năng lượng bề mặt thấp cho phép xuất hiện các vị trí tạo nhân. Các vị trí tạo nhân là khởi đầu của quá trình tạo thành bong bóng biến thành một phản ứng tạo chuỗi của sự tạo thành lỗ rỗng trong toàn bộ polyme.

Các mô tả về các hình dạng hình học của các vật liệu tạo nhân và các vật liệu mới được mô tả ở dưới.

Bột talc: có hình dạng giống như một tấm phẳng, được giữ với nhau bởi các lực Vander Wal yếu sẽ cho phép vật liệu này phân rã trong khi cắt cao. Bột talc có thể được xử lý các cỡ hạt nhỏ và có thể có hoặc không có các gờ sắc hoặc răng cưa tùy thuộc vào các điều kiện xử lý.

Sét nano: có hình dạng không đều, đa phần là có dạng hình cầu hoặc khối hình trụ có tỷ số kích thước bằng khoảng một. Sét nano là một chất hữu cơ cứng và có thể được xử lý thành các hình dạng cỡ nano.

Ống nano cacbon: có dạng khối trụ hoặc dạng sợi. Ống nano cacbon là bền và được tạo ra ở dạng phân tử.

Tất cả các vật liệu nêu trên đều góp phần tạo ra các vùng năng lượng thấp trong chất lưu dịch chuyển nhờ đó kích thích các vị trí tạo nhân liên tiếp tùy thuộc vào kích thước và dạng hình học. Ví dụ, hạt cỡ nano tăng cường các vùng năng lượng thấp do các polyme mạch dài sẽ khó khăn trong việc uốn cong xung quanh một bán kính nhỏ. Do đó, hạt cỡ nano tạo ra các vùng nhỏ xung quanh hạt cho các vị trí tạo nhân. Một khó khăn đối với các vật liệu nano là liên quan tới các khó khăn trong việc phân tán hạt nhỏ đều khắp trong toàn bộ polyme. Sự phân tán đồng đều là quan trọng để tạo ra các vùng năng lượng bề mặt thấp tùy thuộc vào mối quan hệ giữa bán kính hạt và sự

uôn polyme. Nếu hạt nano nằm trong các vùng khối kết, thì các kết tụ có thể không tạo ra các vùng năng lượng bề mặt thấp thích hợp cho các vị trí tạo nhân. Ngoài ra, các kết tụ làm khó cho việc tính toán sự tạo nhân có thể dự đoán được trên cơ sở số đếm hạt nano.

Bột talc có đặc tính vật lý khác thường. Bột talc không phải là một chất rắn không linh động. Bột talc được tổ chức với nhau bởi các lực Vander Wal yếu và trong nhiều trường hợp được sử dụng làm chất làm trơn. Hình dạng tự nhiên của bột talc là các cấu trúc dạng tấm nhỏ mỏng sau khi được đưa qua quá trình làm biến đổi hình dạng vật lý nhờ lực cắt và áp suất cao được tạo ra bởi máy ép đùn. Bột talc có thể được sử dụng để tạo ra các vị trí năng lượng thấp bởi các hiệu ứng mép kết hợp các đặc tính làm trơn trong toàn bộ polyme. Bột talc không phải là một vật liệu cấu trúc. Do đó, bột talc sẽ thay đổi kích thước và hình dạng trong quá trình ép đùn với các polyme khác nhau do sự chất tải cơ học truyền lên hạt bột talc, làm cho chúng khó có thể tạo nhân được dự đoán trước một cách chính xác, không giống như bột talc. Hạt trộn động học theo sáng chế là lý tưởng cho các vị trí tạo nhân do các đặc tính bề mặt có thể dự đoán trước được và có thể lặp lại được dựa trên cơ sở tính tích hợp và khả năng phân tán của chúng trong toàn bộ polyme, không phụ thuộc vào các thông số vận hành trong máy ép đùn.

Hạt trộn động học theo sáng chế là hạt cấu trúc không linh động có các đặc tính bề mặt đa dạng tạo ra sự tương tác năng lượng bề mặt thấp có thể lặp lại được không phụ thuộc vào polyme hoặc các tác động cắt được tác động. Hạt trộn động học có tính tự phân tán, khắc phục vấn đề phức tạp khi sử dụng các vật liệu nano làm các vị trí tạo nhân.

Phương pháp áp dụng

Chất phụ gia, tức là hạt trộn động học, có thể được đưa vào chất dẻo hoặc chế phẩm bột xốp theo nhiều cách khác nhau, bao gồm:

1. Trực tiếp vào các viên chất dẻo từ nhà sản xuất hoặc cơ sở trộn hợp với hàm lượng phần trăm tính tổng khối lượng chế phẩm là nằm trong khoảng từ 0,20% đến 70,0%.
2. Được trộn hợp dưới dạng một chất phụ gia với chất tạo xốp lấy từ nhà sản xuất chất tạo xốp ở dạng bột hoặc hạt.

3. Được cấp vào hỗn hợp chất dẻo hoặc bột dưới dạng bột nguyên liệu hoặc ở dạng viên chất dẻo đã trộn hợp, đặc biệt là cấp trực tiếp vào máy ép đùn sử dụng hệ thống phễu để kiểm soát mức nạp liệu.

4. Kết hợp ở dạng bột khô trực tiếp vào các chất lưu trước khi các chất lưu được trộn hoặc trong quy trình trộn.

Một chế phẩm ví dụ của chất tạo xốp và đặc điểm của thiết bị được sử dụng cho quy trình có thể tìm thấy trong Bảng 1.

Loại hạt I

Loại hạt I gắn sâu vào trong lớp biên để tạo ra sự trộn động mỹ mãn của các chất lưu cấu thành bột xốp cả trong lớp biên lẫn trong vùng trộn. Hạt loại I làm tăng sự phân tán của các chất phụ gia hoá học và các chất phụ vô cơ. Hạt loại I làm tăng dòng chất lưu. Diện tích bề mặt của hạt loại I là lớn khi so với khối hạt loại I. Do đó, hạt loại I cũng nằm ở trạng thái huyền phù. Ví dụ, hạt trộn động học loại (I) được làm từ peclit xốp có độ cứng theo thang độ Mohs là 5,5 (tương đương với lưỡi dao cắt bằng thép chất lượng cao). Để có hiệu quả, tất cả các loại hạt đều được ưu tiên nếu có độ cứng bằng 2,5 hoặc cao hơn theo thang độ Mohs.

Tham khảo Fig.1, thể hiện perlit xốp chưa được xử lý. Perlite là một loại quặng khai thác chưa rõ về mối liên quan tới môi trường và sẵn có trên hầu hết các châu lục và xét về mức độ phong phú thì nó chỉ thua cát. Perlite xốp được sản xuất thông qua quá trình giãn nở nhiệt có thể đã được làm thích ứng để tạo ra nhiều độ dày thành của các bong bóng. Perlite xốp thể hiện rõ rệt cho cấu trúc lỗ rỗng thành mỏng và cách thức sẽ bị biến dạng dưới áp suất. Theo một phương án, perlit có thể được sử dụng ở dạng chưa được xử lý thô, vốn là một dạng vật liệu kinh tế nhất. Perlite có khả năng tự tạo hình dạng, tức là nghiền thành hạt nhỏ hơn, dưới áp suất thành hạt trộn động học lớp biên.

Fig.2 là ảnh chụp cho thấy rằng hạt perlit xốp không khối kết và sẽ chảy một cách dễ dàng trong số hạt xử lý khác. Do đó, hạt perlit xốp sẽ dễ dàng phân tán bằng thiết bị trộn tối thiểu.

Tham khảo Fig.3, là ảnh chụp phóng to của một hạt perlit xốp có hình dạng cấu trúc được ưu tiên cho hạt perlit đã được xử lý. Hạt này có thể được đặc tả là có các gờ

sắc dạng chêm ba chiều và các mỗm nhọn có nhiều kích thước. Hình dạng không đều này tăng cường sự trộn lớp biên động học khác nhau. Perlite xốp được thể hiện trên Fig.3 là cực kỳ nhẹ, có tỷ trọng nằm trong khoảng $0,1-0,15\text{g/cm}^3$. Trọng lượng nhẹ cho phép chỉ cần có tốc độ chất lưu tối thiểu để tăng cường sự luân chuyển của các hạt. Các đặc tính dạng lưới có thể nhìn thấy được trên Fig.3 cho phép dễ dàng bắt giữ năng lượng động học của chất lưu dịch chuyển trên lớp biên trong khi các đặc tính dạng răng cưa nhìn thấy được trên Fig.3 cho phép dễ dàng đâm xuyên vào trong lớp biên của chất lưu dịch chuyển để tăng cường sự khuấy trộn đồng thời vẫn duy trì sự bám dính vào bề mặt của lớp biên. Kích thước áp dụng xấp xỉ được ưu tiên là được ước tính nằm trong khoảng từ 900nm đến $50\mu\text{m}$. Hạt trộn động học này tạo ra sự phân tán trong nhiều chất lưu nằm trong khoảng độ nhớt rộng. Ngoài ra, hạt perlit xốp là một chất tạo nhân mỳ mẫn trong các quy trình tạo bọt.

Tiếp theo, tham khảo Fig.4, thể hiện tro núi lửa ở trạng thái tự nhiên của nó. Tro núi lửa có các đặc tính tương tự như các đặc tính của perlit xốp, đã mô tả trên, chỉ khác về các cấu trúc lỗ rỗng có thành mỏng. Tro núi lửa là một vật liệu được tạo ra trong tự nhiên có thể khai thác được một cách dễ dàng và có thể dễ dàng được xử lý thành vật liệu trộn động để tạo ra sự trộn lớp biên động học. Vật liệu tro núi lửa này cũng dễ làm biến dạng được, vì vậy nó là một ứng viên lý tưởng cho các quy trình liên tục để tạo ra các hình dạng được mong muốn bằng cách trộn hoặc tác động bằng áp suất.

Tiếp theo, tham khảo Fig.5, thể hiện hạt tro núi lửa đã được nghiền. Fig.5 minh họa dạng hạt đã được nghiền có đặc tính kiểu lưới dao ba chiều sẽ tương tác trong lớp biên theo cách giống như đối với perlit xốp, đã mô tả ở trên, trong quá trình xử lý tạo ra nó. Hạt tro núi lửa đã được nghiền trên Fig.5 là lớn hơn so với perlit đã được xử lý, khiến cho việc áp dụng hạt tro núi lửa đã được nghiền là thích hợp hơn so với các vật liệu có độ nhớt cao. Kích thước áp dụng lượng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ $80\mu\text{m}$ đến $30\mu\text{m}$. Vật liệu này sẽ có chức năng tương tự như các vật liệu perlit đã được xử lý mô tả trên đây.

Tiếp theo, tham khảo các hình vẽ từ Fig.6A tới Fig.6D, cacbon đã tạo khuôn zeolit tự nhiên được sản xuất ở 700°C (xem Fig.6A), 800°C (xem Fig.6B), 900°C (xem Fig.6C), và 1000°C (xem Fig.6D) được thể hiện. Zeolit là một vật liệu có thể được

khai thác một cách dễ dàng có các kích thước lỗ rỗng nhỏ mà có thể được xử lý để tạo ra các đặc tính bề mặt được mong muốn của vật liệu trộn động. Perlite đã được xử lý và tro núi lửa đã được nghiền có khả năng tương tác lớp biên tương đương. Hạt zeolit có độ xốp nhỏ, và do đó có thể tạo ra hạt trộn lớp biên động hoạt tính trong khoảng cỡ nano. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 600nm đến 900nm. Hạt zeolit là lý tưởng cho việc làm giảm ma sát trong các vật liệu có độ nhớt trung bình.

Tiếp theo, tham khảo Fig.7, thể hiện màng oxit nhôm có lỗ rỗng nano có cấu trúc lỗ rỗng mà chúng sẽ gãy và tạo ra các đặc tính hạt tương tự như vật liệu ứng lực bất kỳ. Sự gãy của vật liệu sẽ xảy ra tại các thành mỏng, chứ không xuất hiện tại các phân giao nhau, do đó tạo ra các đặc tính tương tự như các vật liệu đã mô tả ở trên, vốn là lý tưởng cho hạt trộn động học lớp biên. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 300nm đến 500nm. Các cỡ hạt của vật liệu này là được ưu tiên áp dụng cho các chất lưu có độ nhớt từ trung bình tới thấp.

Tiếp theo, tham khảo Fig.8, thể hiện pha pseudoboehmit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ phát triển trên hợp kim nhôm AA2024-T3. Có thể nhìn thấy được các đặc tính kiểu lưỡi dao trên bề mặt của perlit đã được xử lý. Điểm gãy của vật liệu này là các mặt lưỡi mỏng nằm giữa các phân giao nhau có một hoặc nhiều lưỡi dao giao nhau. Sự gãy sẽ tạo ra hình kiểu lưỡi dao ba chiều giống như các hình dạng chữ “Y”, “V” hoặc “X” hoặc sự kết hợp tương tự của các hình dạng hình học này. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 50nm đến 150nm.

Loại hạt II

Loại hạt II đạt được sự thâm nhập trung bình vào trong lớp biên để tạo ra các khả năng trộn lớp biên động học tối thiểu và phân tán tối thiểu. Hạt loại II này tạo ra sự cải thiện dòng chất lưu tối thiểu và được phân tán dễ dàng do hạt loại II này có bề mặt lớn và khối lượng cực kỳ thấp.

Phần lớn các vật liệu tạo ra các quả cầu rỗng có thể được tiến hành xử lý cơ học để tạo ra các mảnh vỡ dạng vỏ trứng có các đặc tính bề mặt để tăng cường sự trộn lớp biên động học.

Tiếp theo, tham khảo Fig.9, là ảnh chụp của các quả cầu rỗng của vật liệu tro đã

được xử lý là vật liệu có thể khai thác đã được trải qua quá trình tự tạo hình để tạo ra các đặc tính hạt trộn lớp biên động tùy thuộc vào các điều kiện quy trình. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 20 μ m đến 80 μ m trước khi tiến hành quy trình tự tạo hình. Việc tự tạo hình có thể đạt được nhờ trộn cơ học hoặc bởi áp suất, hoặc là do chúng tạo ra tác động nghiền.

Tiếp theo, tham khảo Fig.10, thể hiện các quả cầu rỗng của vật liệu tro đã được xử lý. Các quả cầu tro đã gãy này sẽ xáo trộn trong lớp biên kiểu như một mẫu giấy nằm trên đường. Độ cong một chút của vật liệu này là giống như một mảnh vỏ trứng ở chỗ vật liệu này có xu hướng xáo trộn do nó nhẹ và hơi cong. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 5nm đến 50nm. Các quả cầu tro sẽ có chức năng tương tự như perlit xếp chỉ, tuy nhiên vật liệu này có khả năng phân tán kém hơn do hình dạng hình học của nó không cho phép hạt này có thể bị khóa vật lý vào trong lớp biên do thực tế là hai hoặc nhiều cánh sẽ tạo ra sức cản lớn hơn và sự khuấy trộn tốt hơn khi hạt có thể được xáo trộn dọc theo lớp biên. Vật liệu này làm giảm ma sát giữa chất lưu dịch chuyển và thành của ống hoặc thiết bị quy trình trong dòng chảy của các vật liệu nhớt, nặng.

Tiếp theo, tham khảo Fig.11, thể hiện bột thủy tinh 3M® có thể đã được xử lý thành các cấu trúc dạng vỏ trứng vỡ để tạo ra các đặc tính bề mặt tăng cường sự trộn lớp biên động học. Hạt bột thủy tinh vỡ này là tương đương về mặt tính năng và khả năng áp dụng giống như các quả cầu rỗng của vật liệu tro chỉ khác về độ dày thành và đường kính, cũng như độ bền, có thể được làm thích ứng tùy thuộc vào các điều kiện quy trình và việc chọn các nguyên liệu. Các vật liệu do con người tạo ra này là thích hợp để sử dụng cho các ứng dụng dùng cho thực phẩm. Kích thước áp dụng được ưu tiên được ước tính là nằm trong khoảng từ 80 μ m đến 5 μ m trước khi tiến hành quy trình tự tạo hình. Việc tự tạo hình có thể được thực hiện nhờ trộn cơ học hoặc bởi áp suất tạo ra tác động nghiền.

Tiếp theo, tham khảo Fig.12, là ảnh chụp dưới kính hiển vi của hạt tro bay với độ phóng đại 5000 (xem Fig.12A) và hạt zeolit với độ phóng đại 10000 lần (xem Fig.12B). Hạt này chứa các quả cầu rỗng. Tro bay là một sản phẩm phế thải phổ biến được tạo ra bởi quá trình đốt. Hạt tro bay là dễ kiếm và rẻ tiền. Zeolit có thể được khai thác và được tạo ra bởi quy trình tổng hợp rẻ tiền để tạo ra hàng trăm nghìn biến thể.

Do đó, các đặc tính có thể được mong muốn của cấu trúc có nguồn gốc từ quả cầu zeolit có lỗ rỗng có thể được chọn. Hạt zeolit được thể hiện là một hạt lai, hạt này sẽ có đặc tính bề mặt tương tự như perlit đã được xử lý và hạt này giữ nguyên hình dạng bán cong, tức là hình dạng vỏ trứng tương tự như hình dạng của quả cầu rỗng đã bóp bẹp. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 5 μ m đến 800nm trước khi tiến hành quy trình tự tạo hình. Việc tự tạo hình có thể được thực hiện nhờ trộn cơ học hoặc bởi áp suất tạo ra tác động nghiền. Kích thước nhỏ của hạt này làm cho hạt này là lý tưởng cho việc sử dụng trong các vật liệu có độ nhớt trung bình.

Loại hạt III

Hạt được phân loại là hạt Loại III có sự thâm nhập tối thiểu vào trong lớp biên. Hạt loại III có sự trộn động tối thiểu trong lớp biên và có các đặc tính phân tán mỹ mãn với cả các chất phụ gia hóa học mềm lẫn các chất phụ gia vô khoáng chất cứng. Hạt loại III làm tăng dòng chất lưu và không phân tán tốt nhưng lại dễ dàng được trộn trở lại thành thể huyền phù. Một số vật liệu rắn có khả năng tạo ra mặt gãy dạng vỏ sò để tạo ra các đặc tính bề mặt tăng cường sự trộn lớp biên động học.

Tiếp theo, tham khảo Fig.13 và Fig.14, là ảnh chụp của thủy tinh tái chế. Thủy tinh tái chế là một vật liệu do con người tạo ra dễ kiểm, rẽ tiền và dễ dàng xử lý được thành hạt trộn lớp biên động. Các đặc tính kiểu lưỡi dao sắc của hạt được tạo ra bởi mặt gãy dạng vỏ sò là tương tự như nhiều khoáng chất khác có thể được khai thác. Các bề mặt kiểu lưỡi dao của hạt này là không mỏng như perlit. Tỷ trọng của hạt này là tỷ lệ thuận với chất rắn mà từ đó hạt được tạo ra. Các lưỡi sắc này sẽ tương tác với lớp biên chất lưu của chất lưu dịch chuyển theo cách thức tương tự như sự tương tác của perlit chỉ khác là hạt thủy tinh tái chế thường đòi hỏi vật liệu nhớt và độ chảy mạnh để tạo ra sự luân chuyển. Thủy tinh tái chế đã xử lý không mang điện tích tĩnh. Do đó, thủy tinh tái chế không tạo ra các kết tụ trong khi phân tán. Tuy nhiên, do có tỷ trọng cao, nên hạt thủy tinh tái chế có thể sa lắng ra khỏi chất lưu hơn dễ hơn các vật liệu tỷ trọng thấp khác. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 5 μ m đến 200 μ m. Vật liệu này tạo ra tính năng tốt trong các lớp biên của các chất lưu nhớt, nặng có độ chảy cao. Hạt trộn động học này tạo ra sự phân tán. Bề mặt trơn nhẵn của hạt này làm giảm sự ma sát.

Tiếp theo, tham khảo Fig.15, là ảnh chụp của hạt đá núi lửa dung nham đỏ. Dung nham là vật liệu có thể khai thác được có sẵn. Việc sử dụng phổ biến đối với dung nham là để sử dụng làm các đá kiến trúc phong cảnh ở miền Tây nước Hoa Kỳ và ở California. Vật liệu này đã được xử lý để có mặt gầy dạng vỏ sò và tạo ra các đặc tính tương tự như thủy tinh tái chế. Tuy nhiên, các bề mặt gầy này có tính nhám bề mặt hơn so với bề mặt trơn nhẵn của thủy tinh tái chế. Các đặc tính bề mặt tạo ra tác động nghiền lớn hơn một chút được kết hợp với sự cắt giống như lưỡi dao của chất lưu dịch chuyển. Do đó, hạt này không chỉ xáo trộn, mà chúng còn có tác động mài mòn trong dòng chất lưu. Chất liệu dễ bay hơi làm phân tán các chất liệu nửa cứng nhờ các môi trường nhớt như các chất làm chậm cháy, titan đioxit, canxi cacbonat, v.v.. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 1 μ m đến 40 μ m. Đá nham thạch đã xử lý tạo ra tính năng tốt trong lớp biên của các vật liệu nhớt, nặng ở độ chảy cao và tạo ra sự phân tán.

Tiếp theo, tham khảo các hình từ Fig.16A tới Fig.16D, các hình vẽ này thể hiện hạt cát có khả năng gầy và tạo ra các đặc tính bề mặt thích hợp để sử dụng làm hạt trộn lớp biên động. Các ảnh chụp này thể hiện hạt có các đặc tính vật lý tương tự như các đặc tính của thủy tinh tái chế, chúng tạo ra các tác động tương tự. Fig.16A, Fig.16B, và Fig.16D có các đặc tính bề mặt tốt để tương tác với lớp biên của chất lưu dịch chuyển mặc dù các đặc tính bề mặt được thể hiện trong các ảnh chụp này là khác nhau. Fig.16A cho thấy một phần đặc tính kiểu dao cắt có tính nhám bề mặt tốt dọc theo các gờ của hạt để tăng cường sự tương tác bề mặt lớp biên. Hạt trên Fig.16A sẽ có độ chảy cao cho việc tạo ra sự xáo trộn. Hạt trên Fig.16B các đặc tính bề mặt tương tự như các đặc tính bề mặt của thủy tinh tái chế như được mô tả ở trên. Fig.16D thể hiện hạt có tính nhám bề mặt tốt cho việc tăng cường sự tương tác tương tự như sự tương tác của các chất này nói chung. Tính năng của hạt này là tương tự như tính năng của thủy tinh tái chế. Cát là một vật liệu phong phú có thể khai thác được và có thể xử lý được một cách rẻ tiền để tạo ra các hình dạng gầy được mong muốn với nhiều kích thước. Cát được xem là thân thiện môi trường do nó là một vật liệu tự nhiên. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 5 μ m đến 250 μ m. Chất liệu này tạo ra tính năng tốt trong các lớp biên của các vật liệu nhớt, nặng ở độ chảy cao. Hạt trộn động học tạo ra sự phân tán. Bề mặt trơn nhẵn của hạt này sẽ làm giảm sự ma sát.

Tiếp theo, tham khảo các hình vẽ từ Fig.17A tới Fig.17F, là ảnh chụp của zeolit Y, A và silicat-1. Các ảnh chụp dưới kính hiển vi của các màng được tổng hợp trong 1 giờ (xem Fig.17A, Fig.17B), 6 giờ (xem Fig.17C, Fig.17D) và 12 giờ (xem Fig.17E, Fig.17F) ở phần đáy của dung dịch tổng hợp ở 100°C. Các vật liệu này có thể được xử lý để tạo ra hạt trộn lớp biên động cỡ nano. Các vật liệu này được phát triển bằng cách tổng hợp và bị giới hạn về mặt số lượng và, do đó, có xu hướng là đắt tiền. Toàn bộ sáu ảnh chụp, tức là các hình từ Fig.17A tới Fig. 17F cho thấy một cách rõ ràng về khả năng của vật liệu này tạo ra mặt gãy dạng vỏ sò có các cấu trúc kiểu lưỡi dao tương tự như các kết cấu đã được mô tả ở trên. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính là nằm trong khoảng từ 500nm đến 1000nm. Khoảng cỡ hạt của vật liệu này cho phép có thể là hữu ích trong các chất lưu có độ nhớt trung bình.

Tiếp theo, tham khảo Fig.18, thể hiện phosphocanxi hydroxyapatit, có công thức $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, tạo nên một phần của họ tinh thể apatit là các hợp chất đẳng cấu có cùng hệ cấu trúc lục. Hợp chất canxi phosphat là một hợp chất thường được dùng phổ biến nhất cho vật liệu sinh học. Hydroxyapatit chủ yếu là được sử dụng cho các ứng dụng y học. Các đặc tính bề mặt và tính năng của nó là tương tự như các đặc tính của hạt dung nham đỏ, đã mô tả ở trên, nhưng chúng có thể có tính nhám bề mặt cao hơn một chút so với hạt dung nham đỏ.

Loại hạt IV

Một số vật liệu kết chùm có khả năng tạo ra sự gãy cấu trúc kết chùm để tạo ra các vật liệu đồng đều riêng lẻ tạo ra các đặc tính bề mặt tăng cường sự trộn lớp biên động học.

Tiếp theo, tham khảo Fig.19A và Fig.19B, là các ảnh chụp dưới kính hiển vi của các vật liệu composit bột Al/zeolit 24 giờ sau khi kết tinh với các độ phóng đại khác nhau. Fig.19A thể hiện cấu trúc bột Al/zeolit. Fig.19B thể hiện các kết tụ MFI. Hai ảnh chụp này thể hiện cấu trúc nội tại của vật liệu mà nó sẽ dễ dàng bị gãy sau quá trình xử lý cơ học để tạo ra các kết chùm được tạo hình không đều của hạt được tạo ra riêng rẽ. Các đặc tính bề mặt của vật liệu càng đa dạng nhiều, thì vật liệu sẽ càng tương tác tốt hơn với vùng không trượt dính của lớp biên của chất lưu dịch chuyển để tạo ra sự trộn lớp biên động học. Vật liệu này có các phân chồi kiểu như hoa với các góc 90° ngẫu nhiên nhô ra sắc và được xác định rõ. Các góc này sẽ tăng cường sự xáo

trộn cơ học của lớp biên. Hạt còn có các hình dạng bán cầu hoặc dạng khối trụ sẽ cho phép vật liệu luân chuyển hoặc xáo trộn trong khi duy trì sự tiếp xúc với lớp biên do các đặc tính bề mặt đa dạng khác nhau. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng của hạt loại này được ước tính là nằm trong khoảng từ 1 μ m đến 20 μ m. Vật liệu này có thể được sử dụng trong chất lưu có độ nhớt cao. Các đặc tính bề mặt sẽ tạo ra sự phân tán mỹ mãn của các vật liệu cứng như các chất làm chậm cháy, oxit kẽm, và canxi cacbonat. Khi hạt vật liệu compozit bột Al/zeolit luân chuyển, thì sự tạo dạng khối có tác động giống như các máy nghiền búa thu nhỏ vốn làm tróc ra các vật liệu khi va đập vào lớp biên trong chất lưu dịch chuyển.

Tiếp theo, tham khảo Fig.20A và Fig.20B, là ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y vi tinh thể (xem Fig.20A) và ảnh chụp dưới kính hiển vi của zeolit Y vi tinh thể (xem Fig.20B). Hạt này có tất cả các đặc tính ở mức độ nano giống như các đặc tính đã mô tả ở trên đối với bột/zeolit. Trên Fig.20A, hạt nửa phẳng chủ yếu nằm ở chính giữa ảnh có kích thước khoảng 400nm. Trên Fig.20B, các chấm đa mặt là có cỡ hạt dưới 100nm. Trong quá trình xử lý cơ học, các vật liệu này có thể bị bẻ gãy thành hạt trộn lớp biên động đa dạng. Kích thước áp dụng được ưu tiên gần đúng được ước tính cho vật liệu kết chùm trên Fig.20A là nằm trong khoảng từ 400nm đến 10 μ m và cho vật liệu kết chùm trên Fig.20B là nằm trong khoảng từ 50nm đến 150nm. Dưới sự cắt cơ học cao, các vật liệu kết chùm này có khả năng tự tạo hình bởi việc làm gãy hạt có sức bền nhất làm cho hạt kết chùm không thể luân chuyển được một cách dễ dàng. Do có khả năng luân chuyển ngẫu nhiên động, nên các vật liệu kết chùm này là mỹ mãn để sử dụng làm các chất cải biến ma sát trong chất lưu dịch chuyển.

Tiếp theo, tham khảo Fig.21, thể hiện hạt oxit kẽm có kích thước nằm trong khoảng từ 50nm đến 150nm. Oxit kẽm là một loại bột nano rẻ tiền có thể có thể được đặc tả là có tính kỵ nước hoặc có tính ưa nước tùy thuộc vào ứng dụng được mong muốn. Oxit kẽm tạo ra các kết chùm có hình dạng cực kỳ ngẫu nhiên. Vật liệu này hoạt động rất tốt do sự dịch chuyển luân chuyển ngẫu nhiên đạt được của nó trong chất lưu dịch chuyển. Hạt có các đặc tính bề mặt đa dạng với các góc 90° tạo ra các đặc tính kiểu lưỡi dao với các hình dạng đa dạng. Các đặc tính bề mặt bao gồm các cạnh nhô ra được khối kết cùng với nhau có các hình dạng khác nhau như các hình trụ, chữ nhật, thuôn dài, hạt có dạng chữ Y, hạt có dạng chữ X, hình bát giác, ngũ giác, tam giác,

hình thoi, v.v.. Do các vật liệu này được tạo ra ở dạng các kết chùm có các hình dạng đa dạng, nên các vật liệu này tạo ra sự giảm ma sát cực lớn do lớp biên được khuấy càng hỗn loạn càng tốt bởi việc trộn cơ học đa dạng đồng thời vẫn duy trì dòng chất lưu dạng lớp.

Loại hạt V

Hạt loại V tạo ra sự thâm nhập trung bình vào trong lớp biên. Hạt loại V này tạo ra sự trộn động lớp biên trung bình tương tự như một chiếc lá nằm trên đất khô. Hạt loại V này có các lực dính kết mỹ mãn với vùng dính của lớp biên, điều này là cần thiết cho việc trộn lớp biên hai thành pha. Hạt loại V tạo ra sự phân tán tối thiểu các chất phụ gia. Do đó, việc bổ sung hạt loại V sẽ làm tăng dòng chất lưu và hạt này sẽ có xu hướng nằm ở thể huyền phù. Một số vật liệu kết chùm bán cầu rắn hoặc có lỗ rỗng có hình thái học bề mặt tích cực, ví dụ, độ nhám, các nhóm, các nếp nhăn và các xơ giống như tóc, tăng cường sự bám dính mỹ mãn vào lớp biên cùng với khả năng luân chuyển tự do và có thể sử dụng được trong các chất lưu có độ nhớt thấp và các vật liệu biến đổi pha, ví dụ, từ lỏng sang khí và từ khí sang lỏng. Hạt loại V có các đặc tính bề mặt được mong muốn cho việc tăng cường lớp biên sự trộn động.

Tiếp theo, tham khảo Fig.22A và Fig.22B, là ảnh chụp hiển vi điện tử quét của các phần cặn rắn (xem Fig.22A) và ảnh chụp hiển vi điện tử quét và phép phân tích vùng quang phổ phân tán năng lượng (EDS) của zeolit-P được tổng hợp ở 100°C. Không giống như các vật liệu kết chùm đã mô tả cho loại hạt IV ở trên, các vật liệu này có dạng cầu và tính nhám bề mặt có thể được tạo ra bởi vật liệu giống như tóc nhô ra từ bề mặt của các hạt. Fig.22A thể hiện hạt có các đặc tính cầu tốt. Phần lớn các hình cầu này có tính nhám bề mặt được tạo ra bởi hạt kết nối nhỏ giống như hạt cát nằm trên bề mặt. Fig.22B thể hiện một hạt bán cong có các xơ giống như tóc nhô ra từ toàn bộ bề mặt. Các đặc tính này tăng cường sự bám dính tốt, nhưng không mỹ mãn với lớp biên. Các vật liệu luân chuyển tự do trên bề mặt của lớp biên để tạo ra sự trộn tối thiểu để tăng cường sự trộn lớp biên động học trong hệ hai pha. Ví dụ, khi có sự dịch chuyển từ lỏng sang khí trong một hệ kín, lớp biên cũng nhanh chóng mỏng đi. Hạt phải được giữ ở trạng tiếp xúc và luân chuyển để tăng cường sự trộn lớp biên động học. Chất liệu này cũng phải có khả năng dịch chuyển trong dòng khí để quay ngược lại vào trong chất lỏng để có chức năng làm môi trường có hoạt tính trong cả hai pha.

Hạt có khoảng kích thước được ưu tiên nằm trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $5\mu\text{m}$ (xem Fig.22A) và nằm trong khoảng từ $20\mu\text{m}$ đến $40\mu\text{m}$ (xem Fig.22B). Cả hai có thể sẽ làm việc tốt trong hệ tạo hơi nước áp suất cao mà ở đó hạt này có thể làm dịch chuyển màng cố định trên các thành của nồi hơi từ ống dẫn về phía quy trình truyền nhiệt.

Loại hạt VI

Tiếp theo, tham khảo Fig.23A, Fig.23B, và Fig.23C, thể hiện các khối cầu có lỗ rỗng CoOOH đã được tạo cấu trúc nano là các tiền chất linh hoạt cho các chất phụ gia coban oxit khác nhau (ví dụ, Co_3O_4 , LiCoO_2) và cũng có hoạt tính xúc tác mỹ mãn. CuO là một oxit kim loại chuyển tiếp quan trọng có năng lượng khe vùng hẹp (ví dụ, $1,2\text{eV}$). CuO đã được sử dụng làm chất xúc tác, phân tử cảm biến khí, và trong các vật liệu anốt cho các pin ion Li. CuO cũng đã được sử dụng để điều chế các chất siêu dẫn nhiệt độ cao và các vật liệu kháng từ.

Tiếp theo, tham khảo Fig.25A và Fig.25B, thể hiện các khối cầu nano Al_2O_3 phẳng đồng đều cỡ $2,5\mu\text{m}$ (xem Fig.25A) và các khối cầu nano Al_2O_3 phẳng đồng đều cỡ 635nm đều có các xơ dạng sợi tóc trên bề mặt.

Tiếp theo, tham khảo Fig.26, thể hiện mô hình được xây dựng bằng máy tính thể hiện các xơ dạng sợi tóc để tăng cường sự bám dính lớp biên sao cho hạt cỡ nano sẽ ở trạng thái tiếp xúc với lớp biên của chất lưu dịch chuyển trong khi luân chuyển dọc lớp biên và tạo ra sự trộn động.

Do vậy, sáng chế rất thích hợp để thực hiện các mục đích và đạt được các kết quả và các lợi ích đã nêu ở trên. Mặc dù các phương án được ưu tiên đã được mô tả cho các mục đích của sáng chế, song nhiều cải biến và biến đổi sẽ là hiển nhiên đối với chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này. Các cải biến và các biến đổi như vậy cũng sẽ được bao hàm trong phạm vi của sáng chế như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất bột xộp có tính xộp đồng nhất, bao gồm các bước:

bổ sung hạt trộn động học có đặc điểm bề mặt không đều vào chất lưu cấu thành bột trong đó đặc điểm bề mặt không đều này được chọn từ nhóm bao gồm góc rỗng bên trong hạt nhỏ hơn 180° và khối kết mang đặc điểm bề mặt này;

trộn chất lưu cấu thành bột này;

luân chuyển hạt trộn động học này để tạo ra vùng năng lượng bề mặt thấp bên trong chất lưu cấu thành bột này; và

làm giãn nở chất lưu cấu thành bột này để tạo ra bột xộp có lỗ rỗng bột.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đặc điểm bề mặt không đều là khối kết có hình dạng được chọn từ nhóm bao gồm cạnh nhô ra được khối kết cùng với nhau dưới dạng hình trụ, hình chữ nhật, hình lập phương, hạt có dạng chữ Y, hạt có dạng chữ X, hình bát giác, hình ngũ giác, hình tam giác hoặc hình thoi.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khi không luân chuyển nữa, thì hạt trộn động học này tạo thành điểm tạo nhân liên kề với đặc điểm bề mặt không đều.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

chọn kích thước trung bình của hạt trộn động học để chọn ra kích thước trung bình mong muốn của lỗ rỗng trong bột.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó kích thước trung bình mong muốn của lỗ rỗng trong bột xộp có đường kính lớn hơn 0,025 đến 8 lần so với đường kính trung bình của hạt trộn động học.

6. Bột xộp có tính xộp đồng nhất chứa:

hỗn hợp các thành phần cấu thành bột xộp đã được làm giãn nở có lỗ rỗng trong nó; và

hạt trộn động học trong bột xộp đã được làm giãn nở, hạt trộn động học này có các đặc điểm bề mặt không đều trong đó đặc điểm bề mặt không đều này được chọn từ nhóm bao gồm góc rỗng bên trong hạt nhỏ hơn 180° và khối kết mang một hoặc nhiều đặc điểm trong số các đặc điểm bề mặt này.

7. Bọt xốp theo điểm 6, trong đó các lỗ rỗng của bọt xốp có đường kính trung bình lớn hơn 0,025 đến 8,0 lần so với kích thước trung bình của hạt trộn động học.
8. Bọt xốp theo điểm 6, trong đó các đặc điểm bề mặt không đều là các khối kết có hình dạng được chọn từ nhóm bao gồm các cạnh nhô ra được khối kết cùng với nhau dưới các dạng hình trụ, hình chữ nhật, hình lập phương, hạt có dạng chữ Y, hạt có dạng chữ X, hình bát giác, hình ngũ giác, hình tam giác hoặc hình thoi.
9. Bọt xốp theo điểm 6, trong đó hạt trộn động học là perlit.
10. Bọt xốp theo điểm 9, trong đó perlit ở thể rắn.
11. Bọt xốp theo điểm 9, trong đó perlit được làm giãn nở.
12. Bọt xốp theo điểm 6, trong đó hạt trộn động học có độ cứng ít nhất là 2,5 theo thang độ cứng Mohs.
13. Bọt xốp theo điểm 6, trong đó hạt trộn động học được chọn từ nhóm bao gồm vật liệu rắn hoặc xốp, khoáng chất nhân tạo hoặc tự nhiên và hoặc đá.
14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hạt trộn động học là perlit.
15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó perlit ở thể rắn.
16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó perlit được làm giãn nở.
17. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hạt trộn động học có độ cứng ít nhất là 2,5 theo thang độ cứng Mohs.
18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hạt trộn động học được chọn từ nhóm bao gồm vật liệu rắn hoặc xốp, khoáng chất nhân tạo hoặc tự nhiên và hoặc đá.

Hạt trộn động học loại I

1) Perlit chưa được xử lý

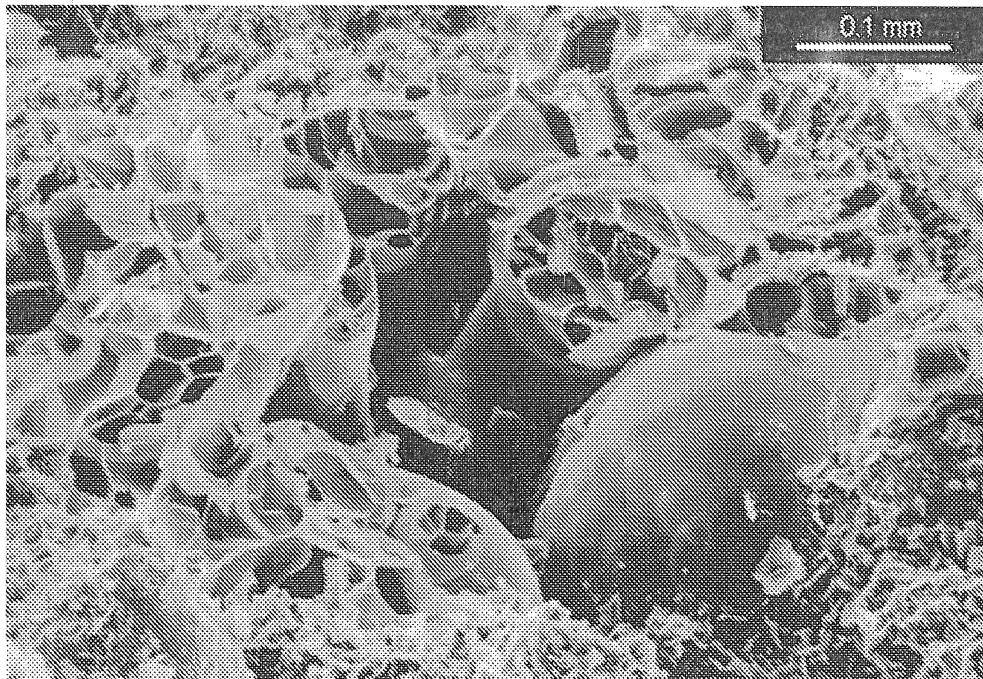


FIG. 1

2) Perlit đã được xử lý

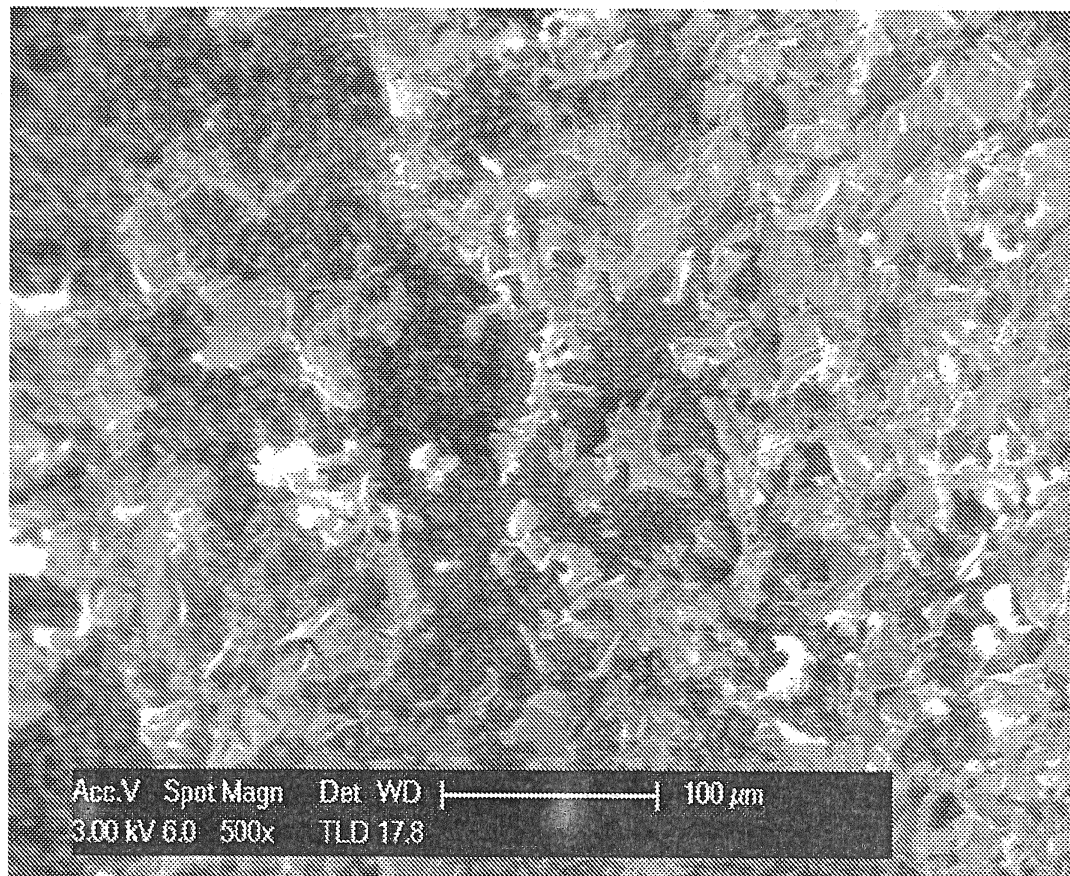
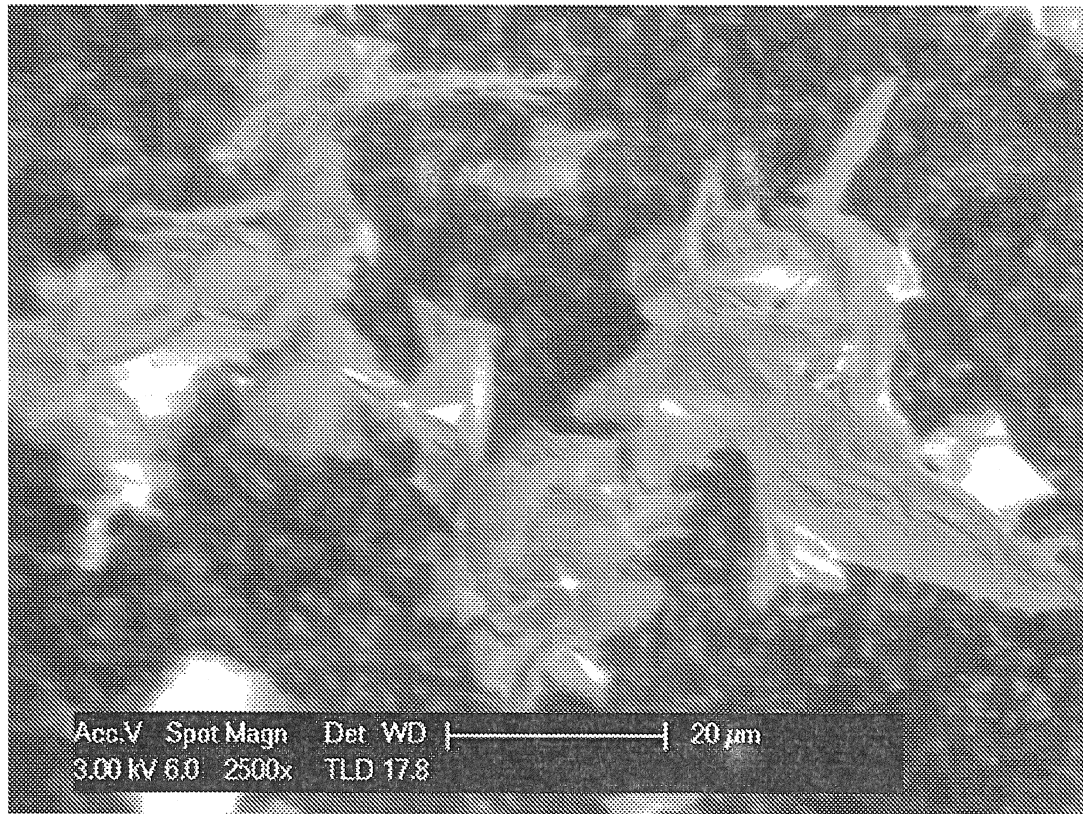


FIG. 2

3) Perlit đã được xử lý

*FIG. 3*

4) Tro núi lửa (dấu phân chia = 100micromet)

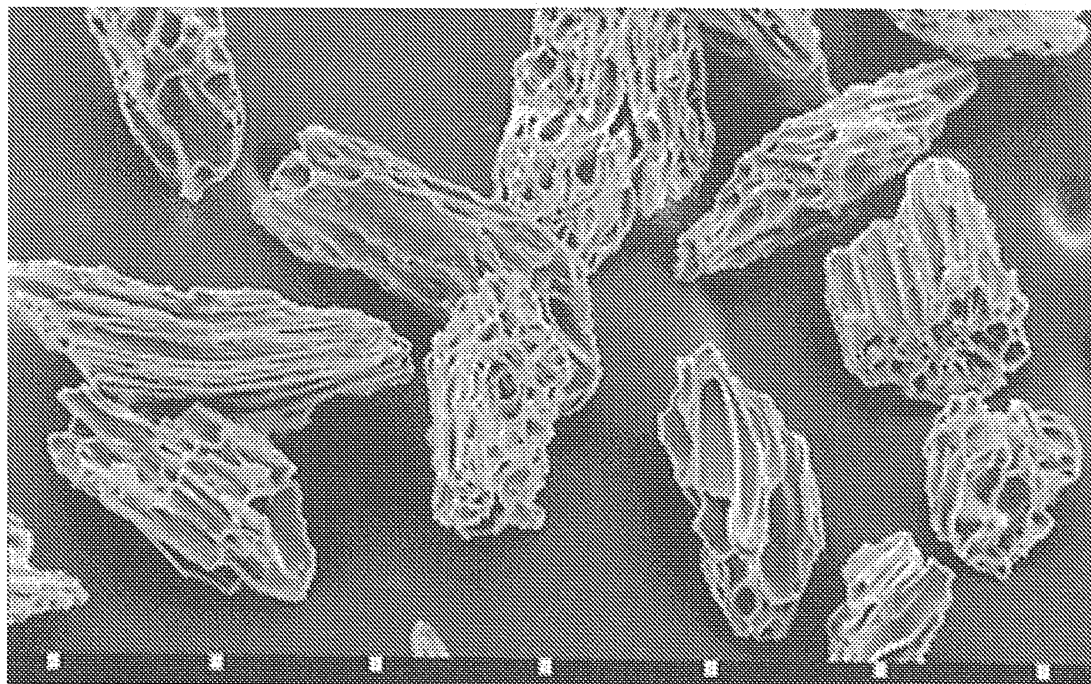


FIG. 4

5) Tro núi lửa (dấu phân chia = 50micromet)



FIG. 5

6) Cacbon đã tạo khuôn bằng zeolit tự nhiên, được tạo ra ở nhiệt độ (A) 700, (B) 800, (C) 900 và (D) 1000 độ C

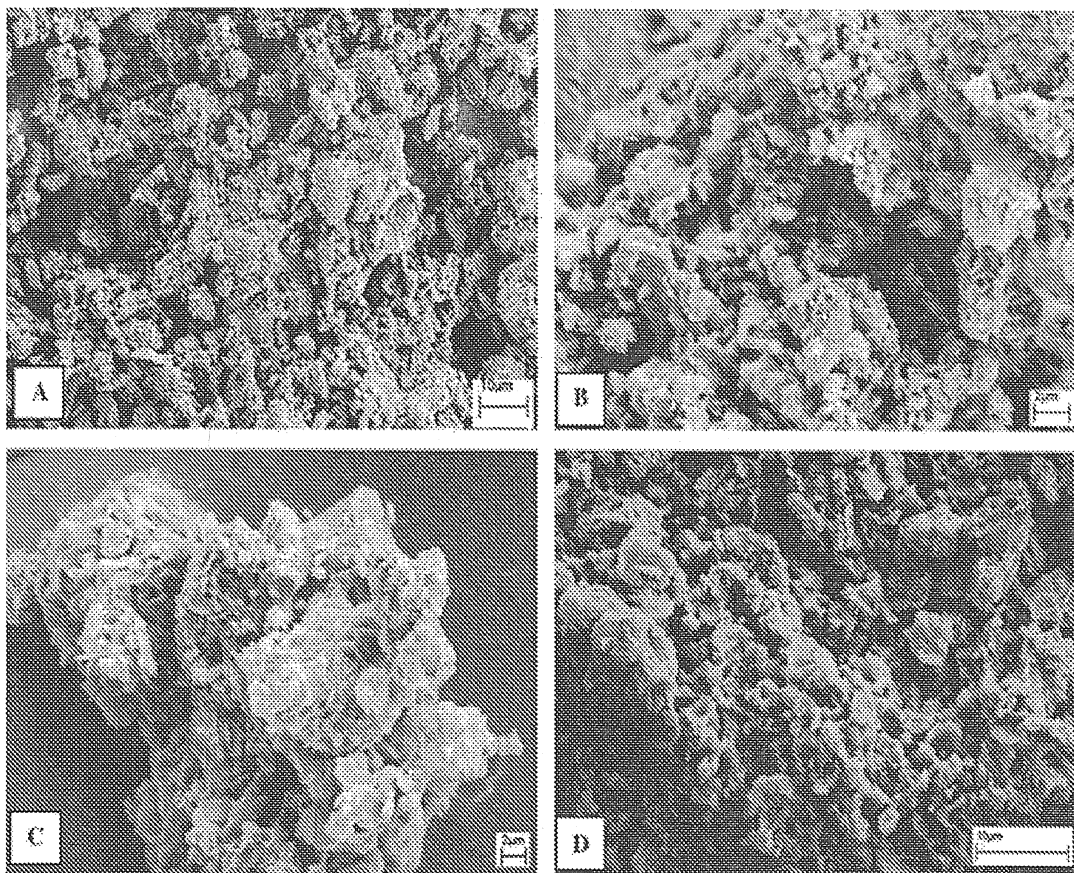
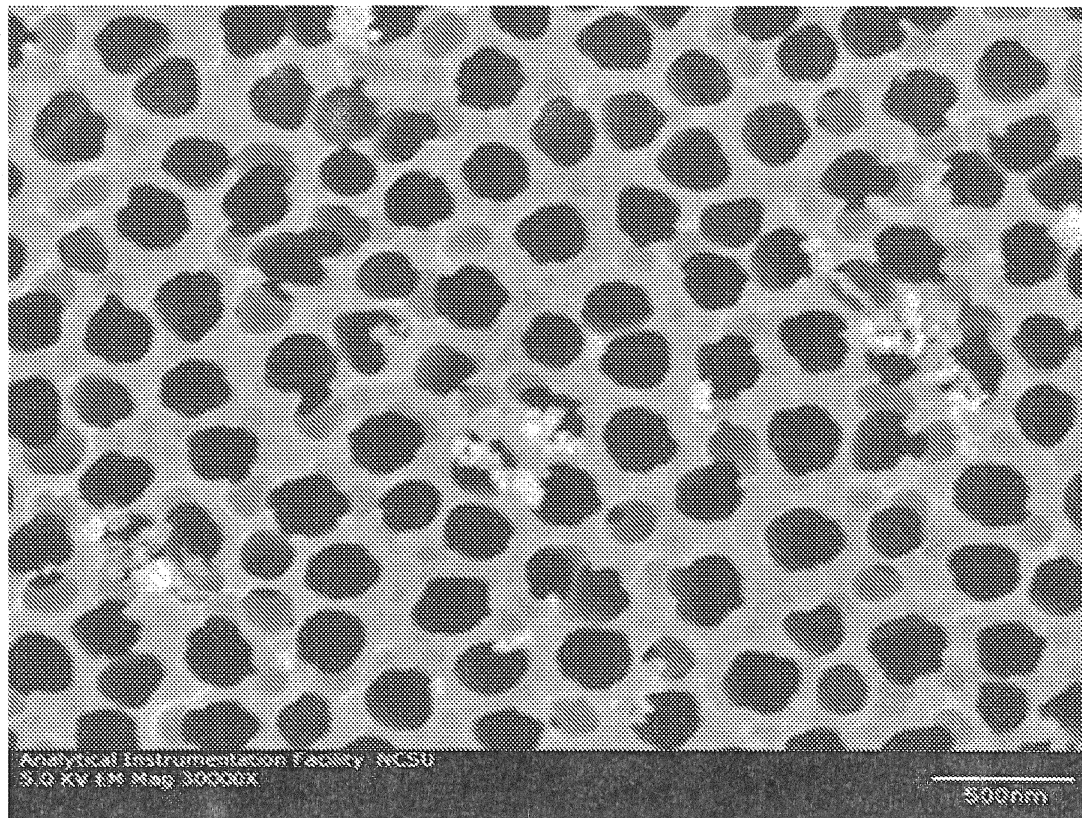


FIG. 6

7) Màng oxit nhôm xốp cỡ nano

*FIG. 7*

8) Pha pseudoboehmit $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ phát triển trên hợp kim nhôm AA2024-T3

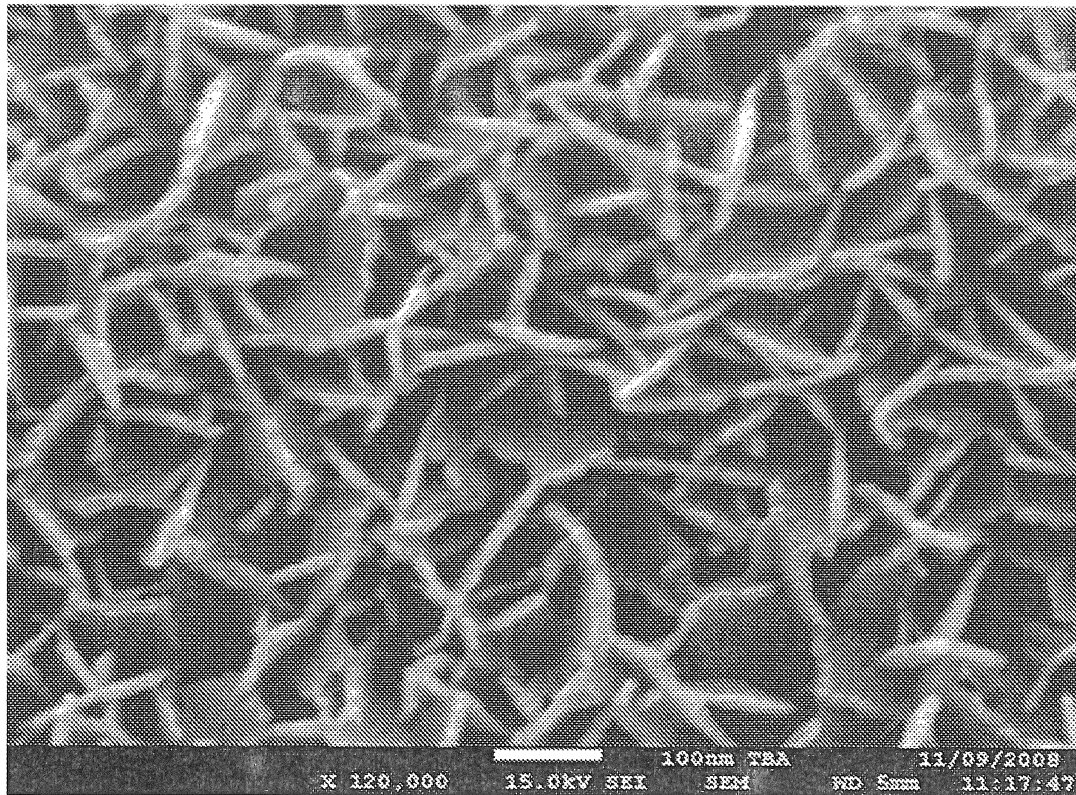


FIG. 8

Hạt trộn động học loại II

Phần lớn các vật liệu dạng khối cầu rỗng có thể trải qua quá trình tạo hình cơ học để tạo ra các mảnh dạng vỏ trứng có các đặc tính bề mặt để tăng cường sự trộn lớp biên động học

(1) Các khối cầu rỗng chưa được xử lý

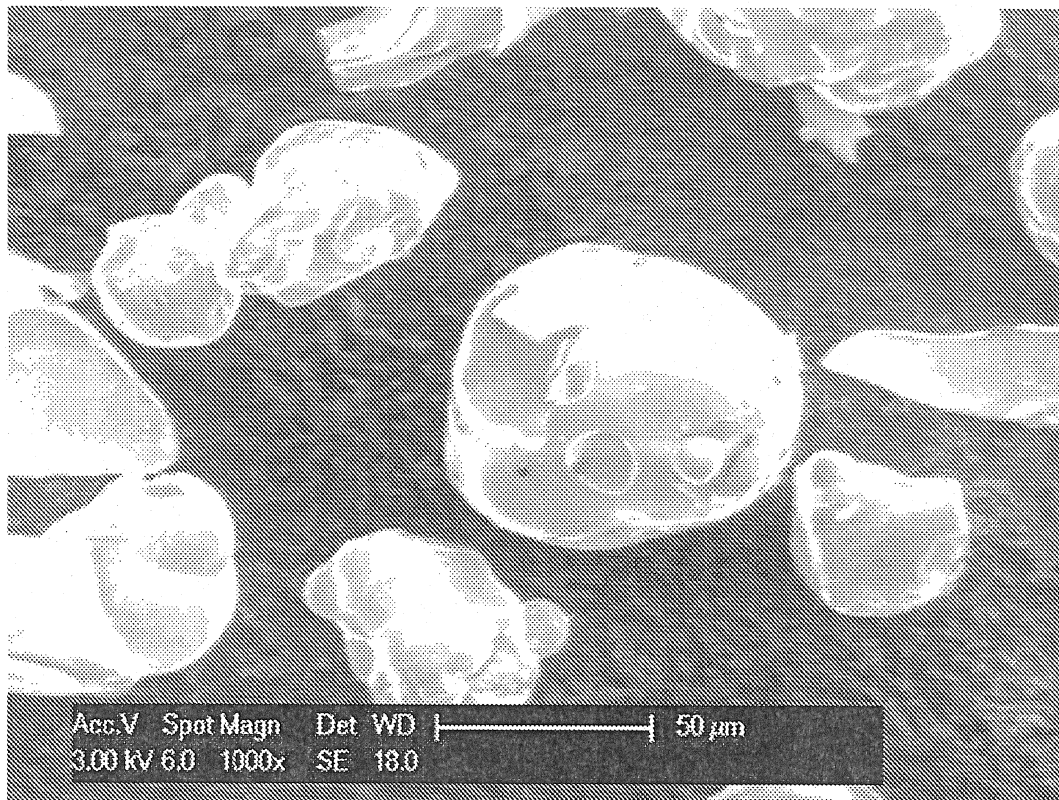


FIG. 9

(2) Các khối cầu rỗng đã được xử lý

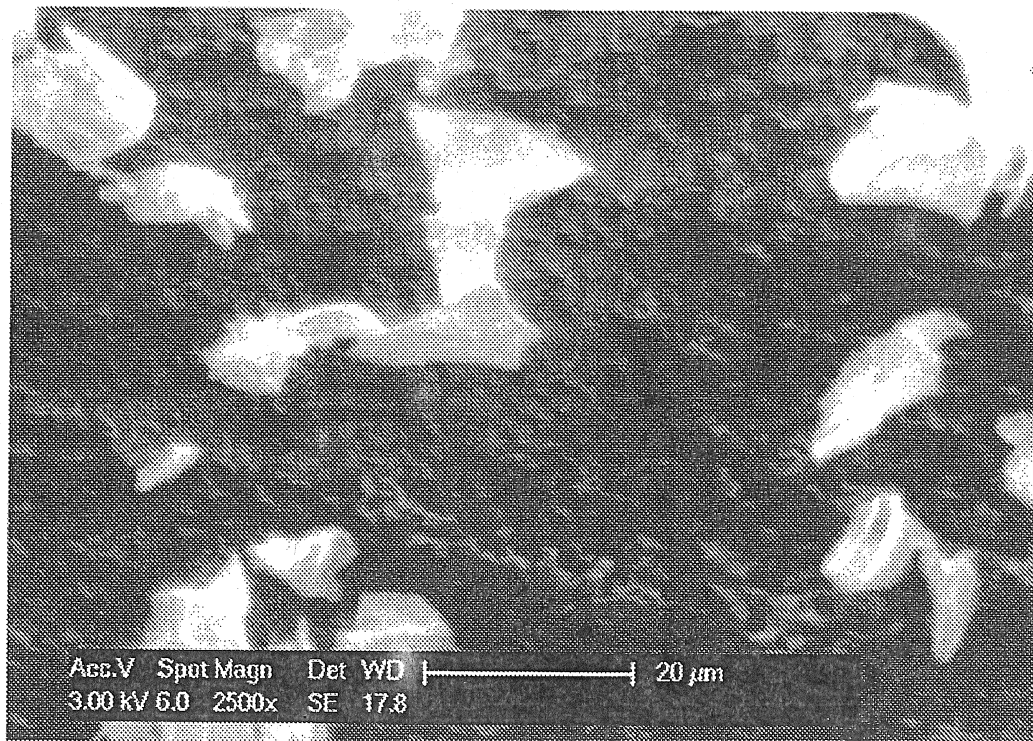


FIG. 10

(3) Bột thủy tinh 3M có thể được tạo thành các cấu trúc dạng vỏ trứng vỡ để tạo ra các đặc tính bề mặt cho việc tăng cường sự trộn lớp biên động học

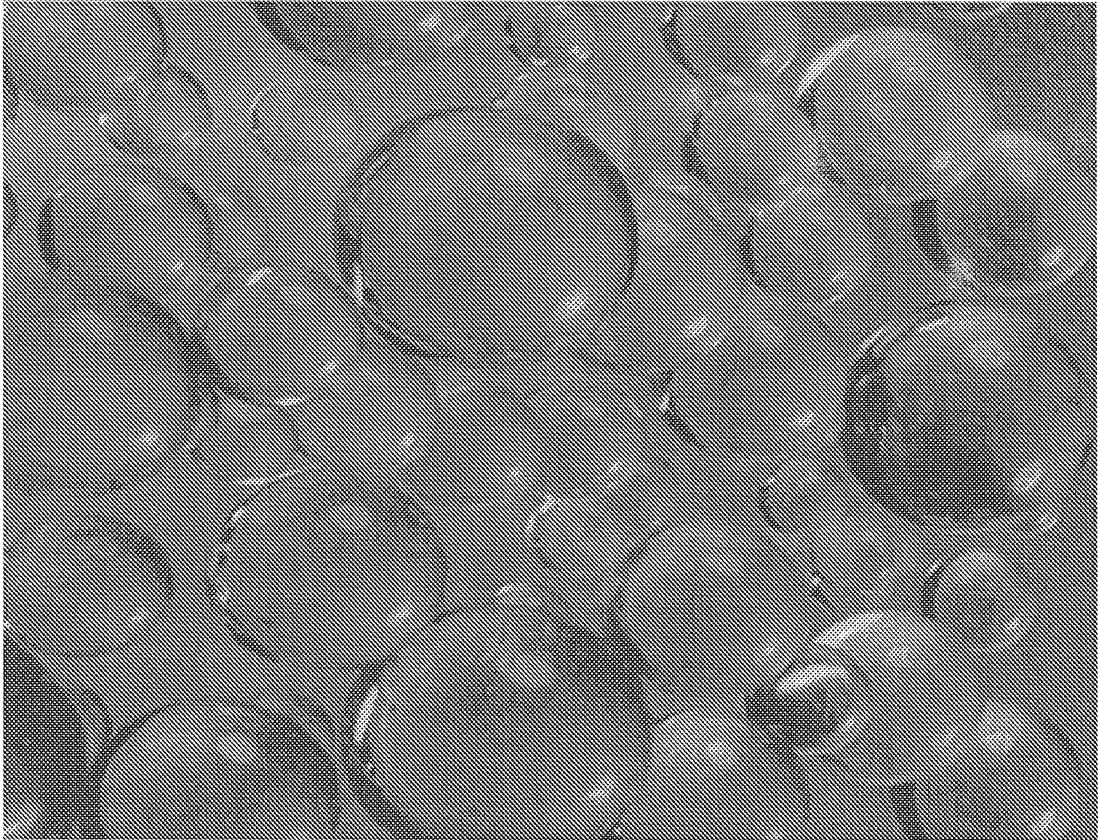
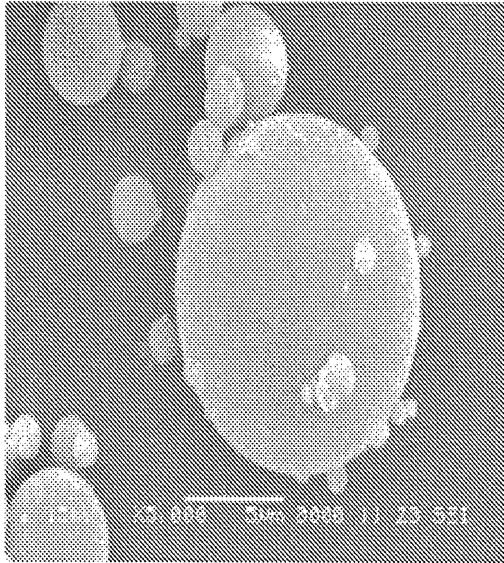
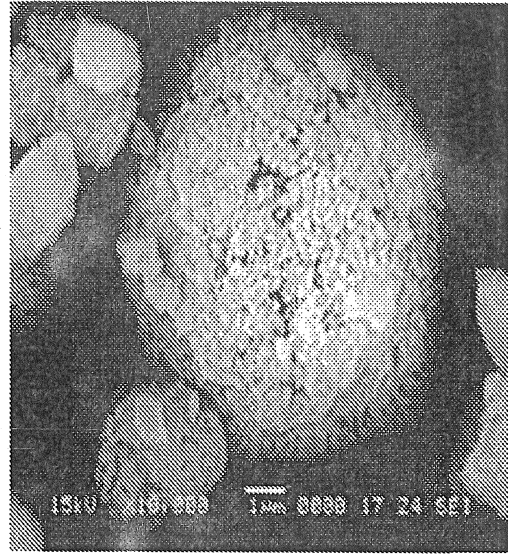


FIG. 11

*FIG. 12A**FIG. 12B*

Hạt trộn động học loại III

Một số vật liệu rắn có khả năng tạo ra mặt gãy dạng vỏ sò để tạo ra các đặc tính bề mặt cho tăng cường sự trộn lớp biên động học

(1) Thủy tinh tái chế 1

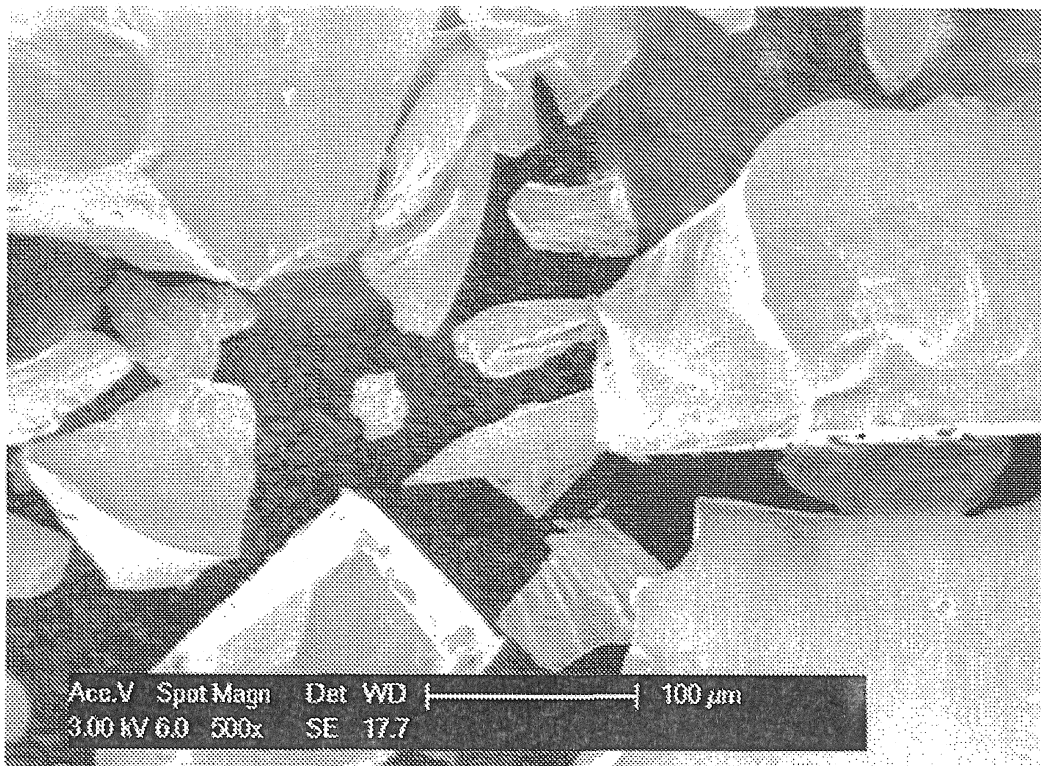


FIG. 13

(1) Thủy tinh tái chế 2

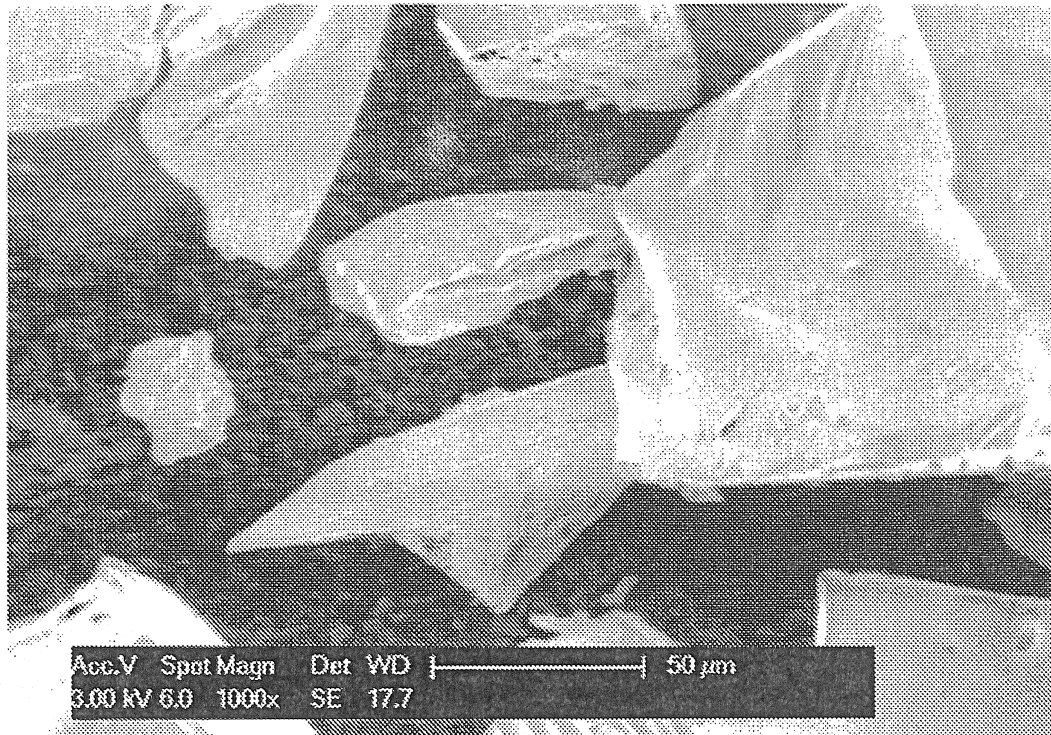


FIG. 14

(3) đá núi lửa (dung nham đỏ đã xử lý)

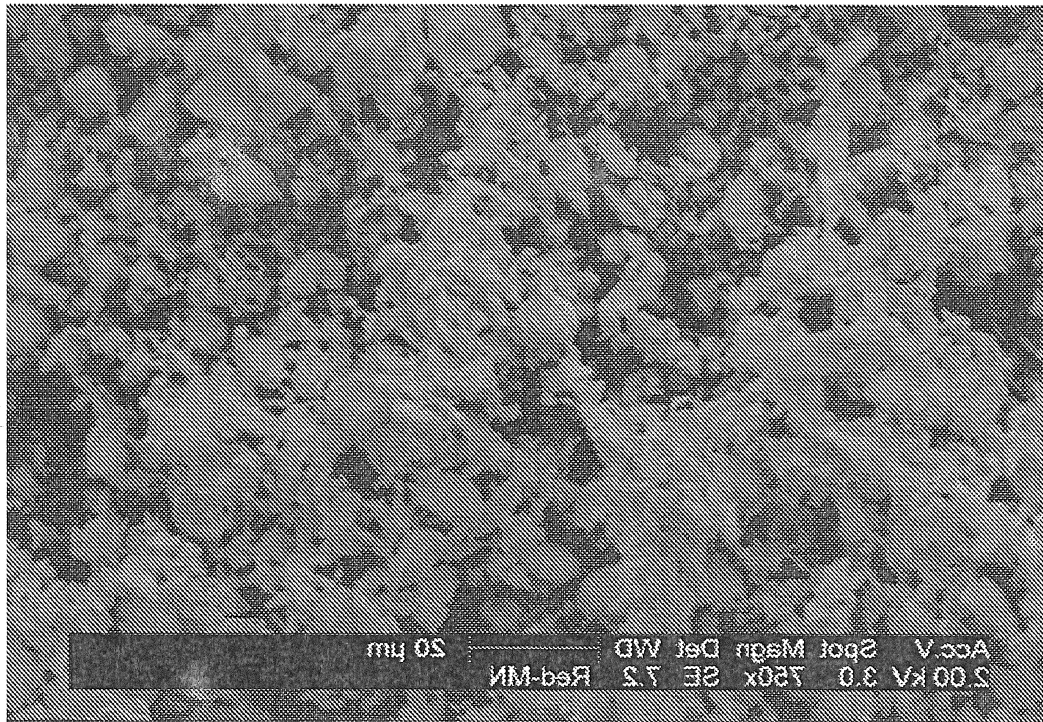


FIG. 15

(4) Các ảnh chụp A, B và C là các hạt cát có khả năng gãy, tạo ra các đặc tính bề mặt thích hợp cho các hạt trộn lớp biên động học

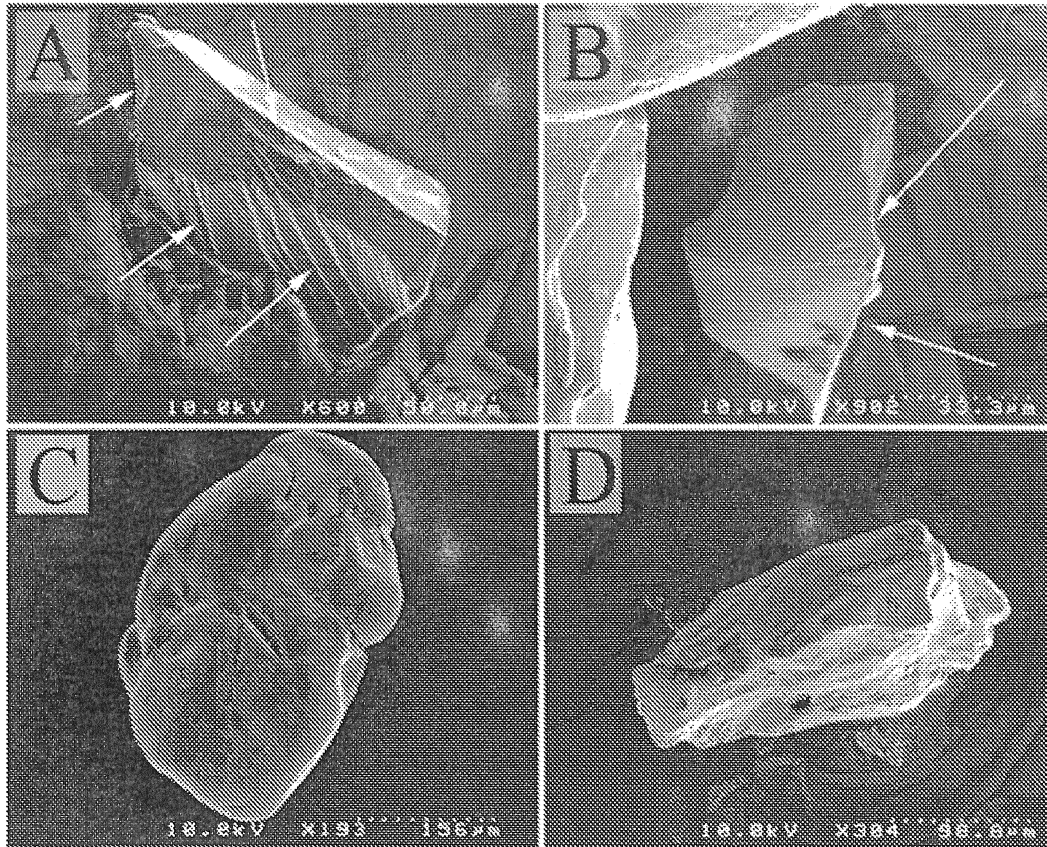


FIG. 16

(5) Zeolit Y, A và Silicat-1

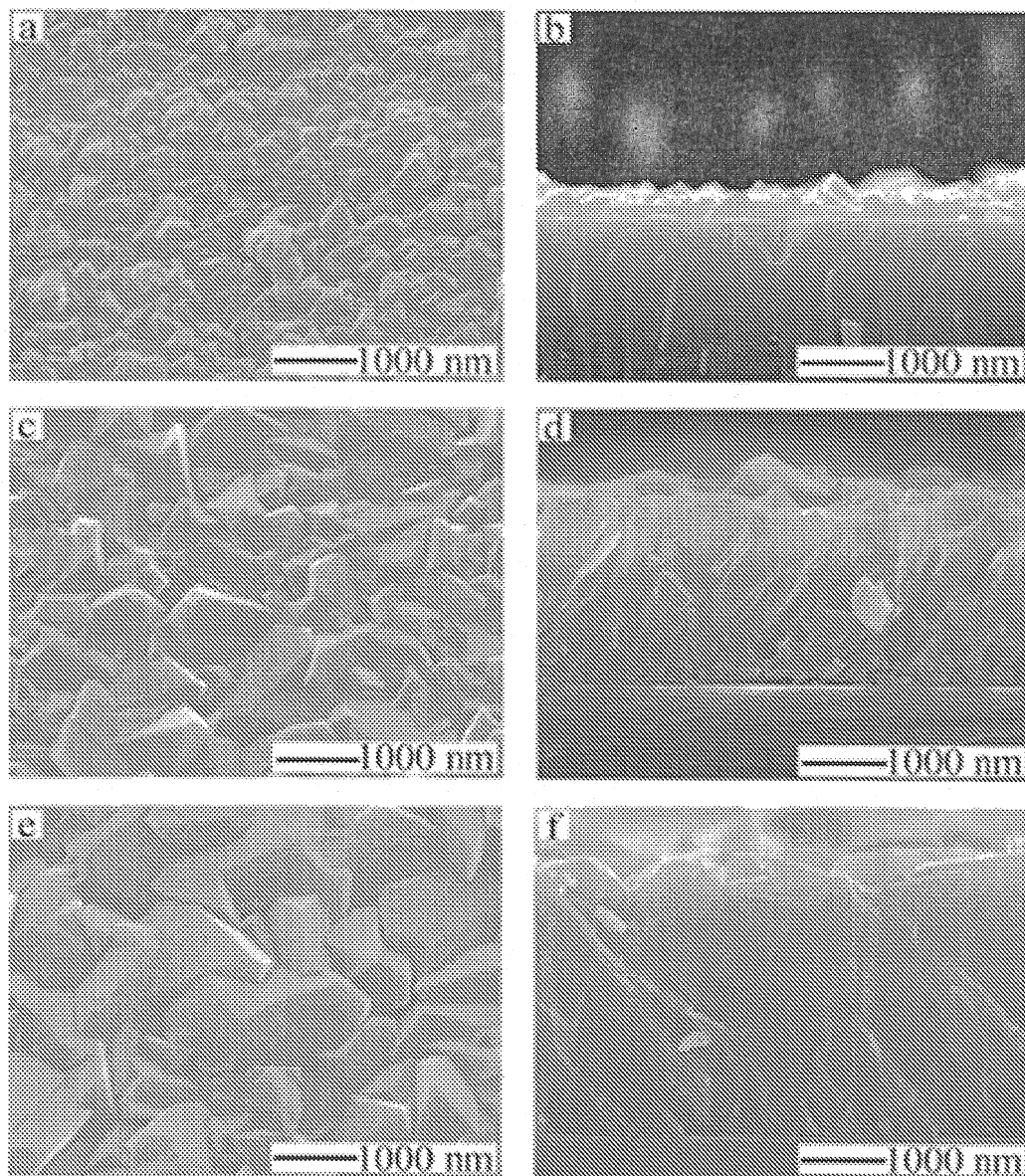


FIG. 17

(6) Phosphatcanxi hydroxyapatit, có công thức $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, tạo ra một phần của họ tinh thể apatit, các hợp chất đẳng cấu có cùng cấu trúc lục giác. Nó là hợp chất canxi phosphat được sử dụng chủ yếu cho vật liệu sinh học. Hydroxyapatit chủ yếu được dùng trong y học.

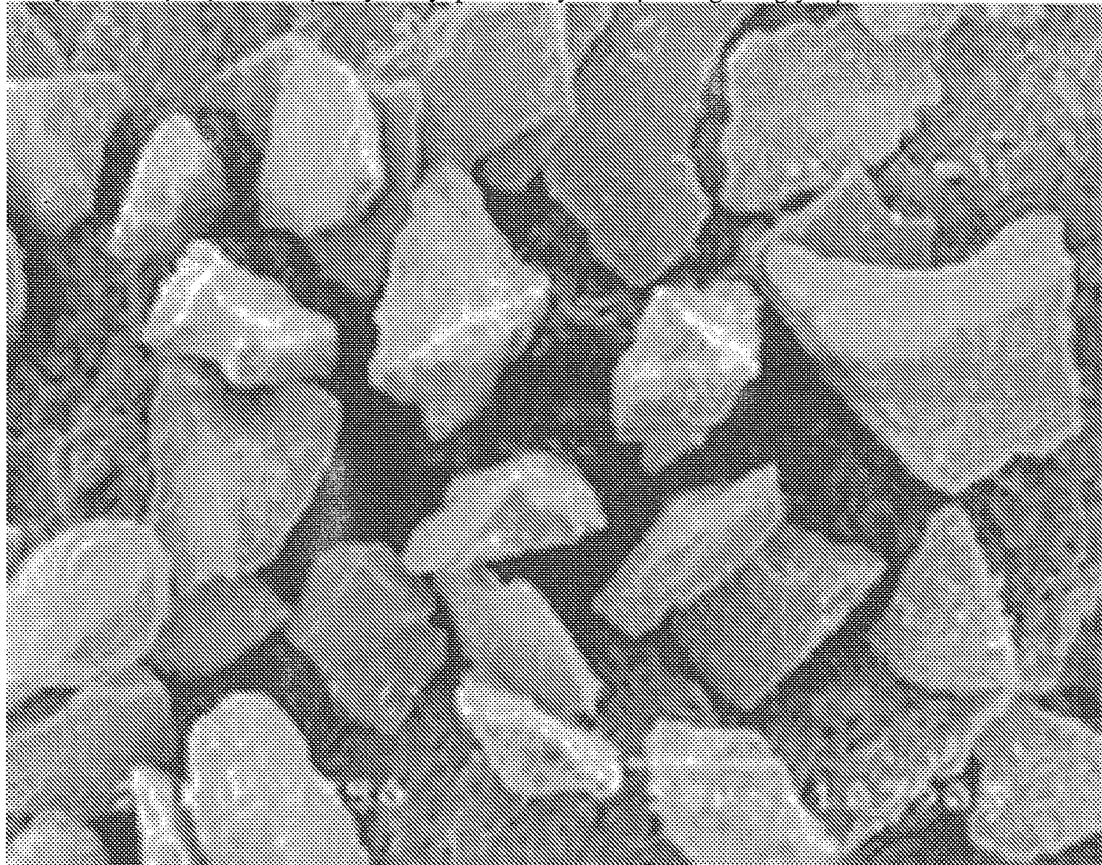
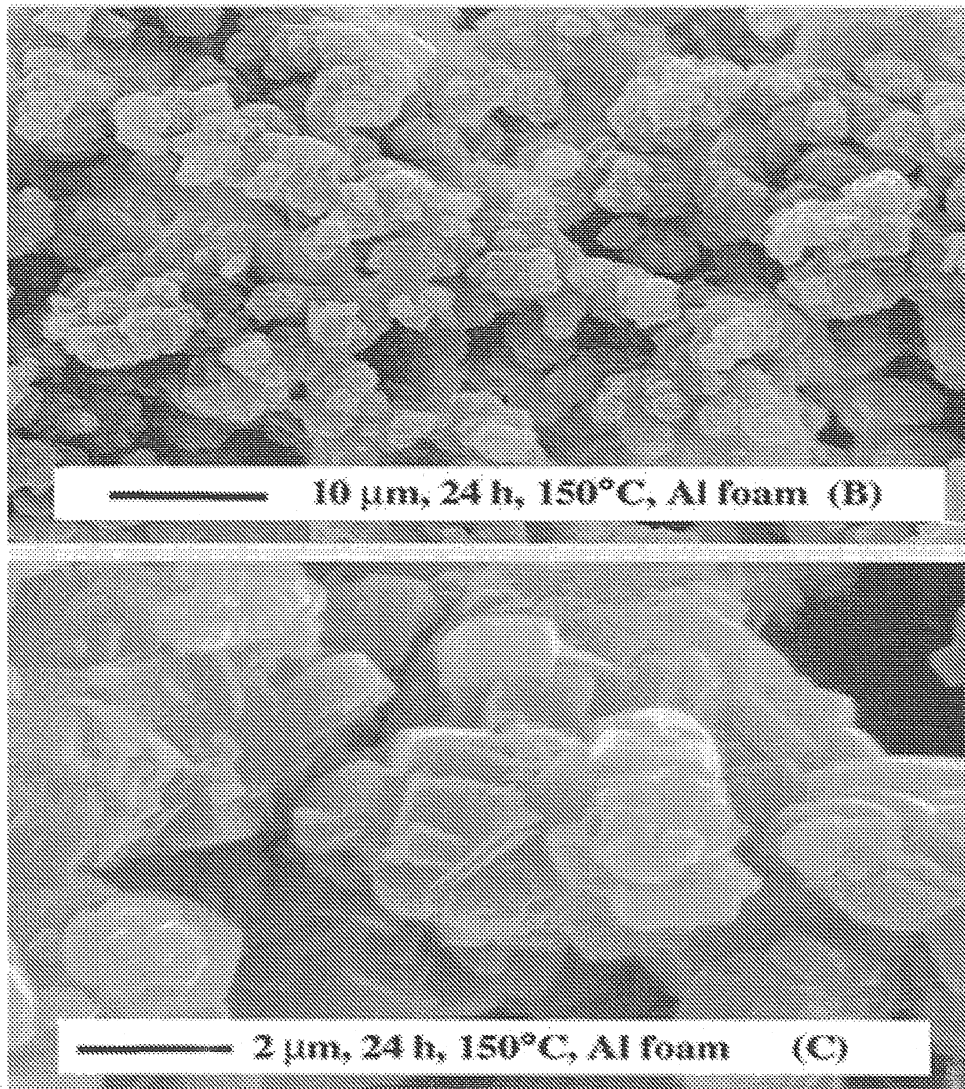


FIG. 18

Hạt trộn động học loại IV

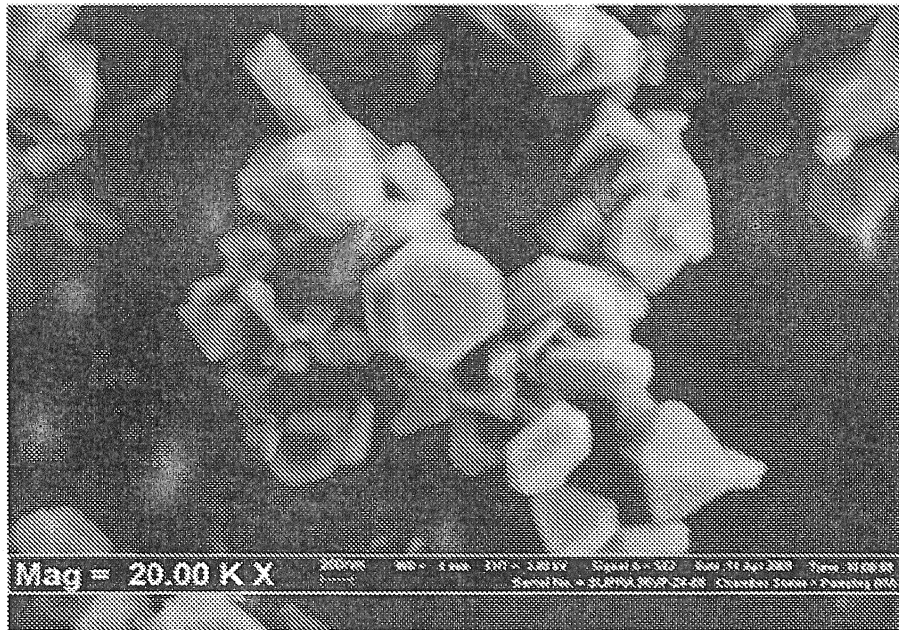
Một số vật liệu kết vón rắn có khả năng tạo ra sự gãy của các cấu trúc kết vón để tạo ra các vật liệu đồng nhất riêng rẽ tạo ra các đặc tính bề mặt để tăng cường sự trộn lớp biên động học.

(I)

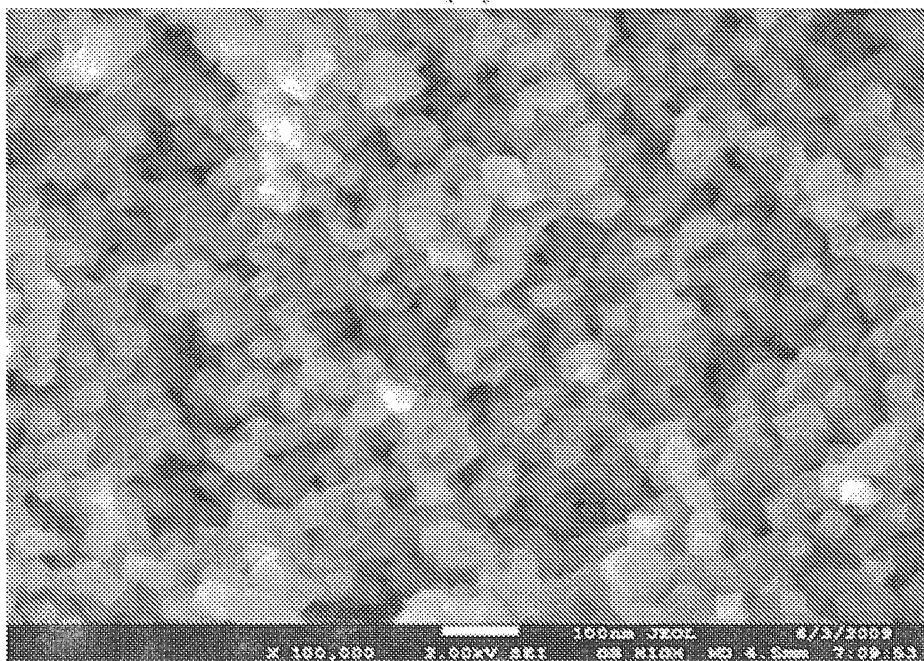


FIGS. 19A, 19B

(2)



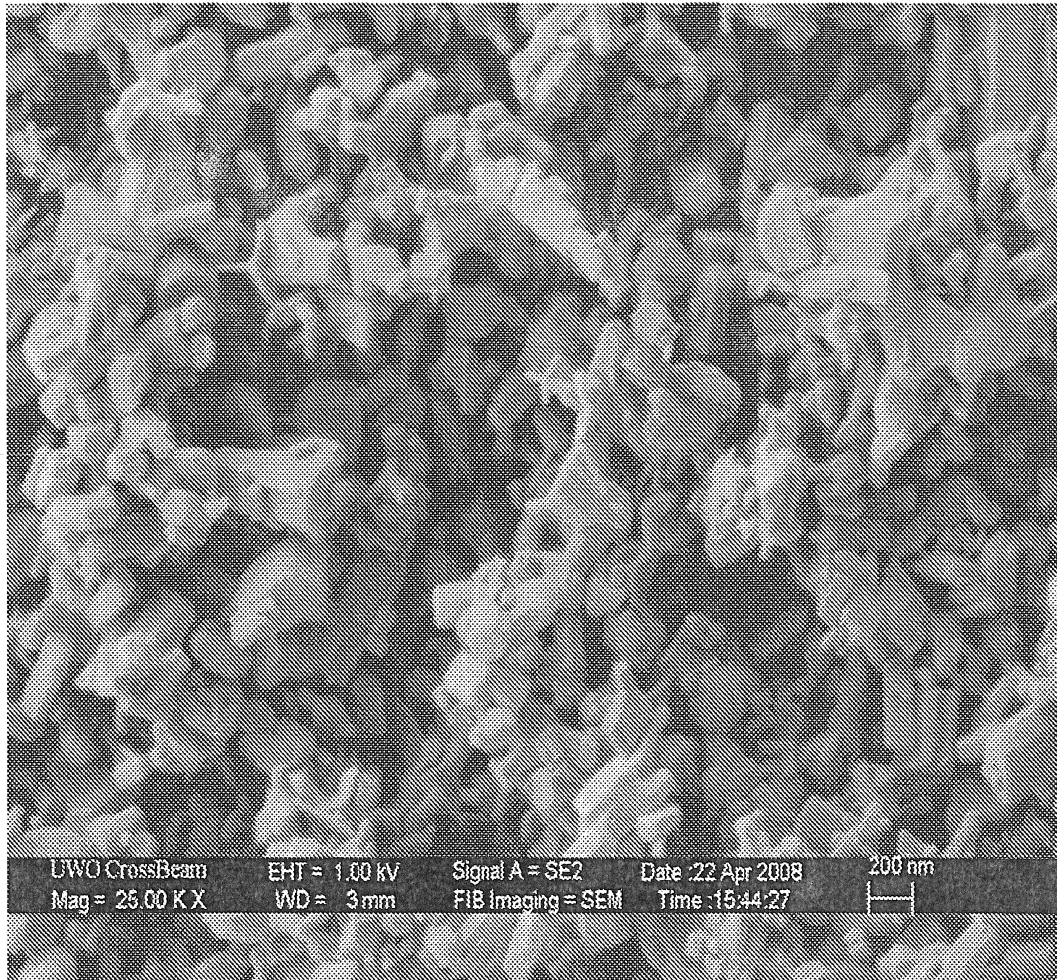
(a)



(b)

FIG. 20A, 20B

(3)



ZnO, 50~150nm, ưa nước

FIG. 21

Hạt trộn động học loại V

Một số vật liệu kết vón dạng bán cầu rắn hoặc rỗng có hình thái học bề mặt đa dạng (nhám, nhiều nhúm, rãnh và các sợi dạng tóc) tăng cường sự bám dính tuyệt vời với lớp biên nhờ có khả năng lẫn tự do và có thể sử dụng được trong các chất lưu có độ nhớt thấp và các vật liệu thay đổi pha (lỏng sang khí và khí sang lỏng). Chúng có các đặc tính bề mặt được mong muốn cho việc tăng cường sự trộn động học lớp biên

(1)

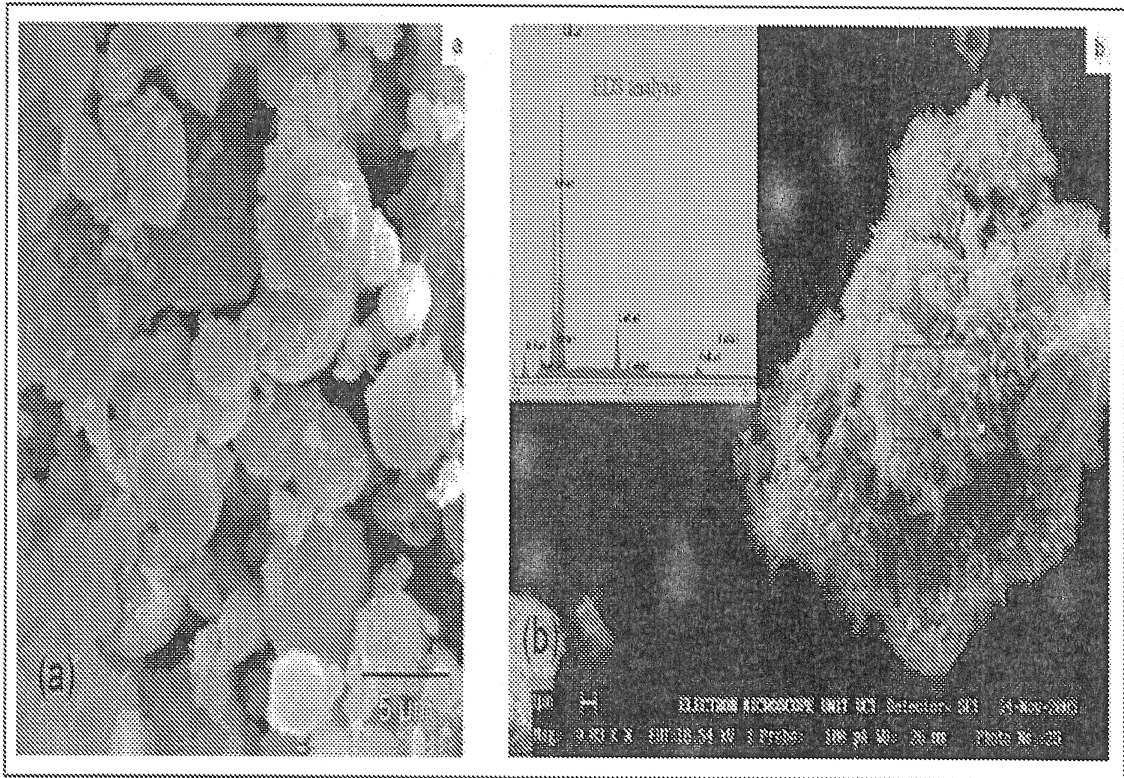


FIG. 22A

FIG. 22B

(2) Các khối cầu rỗng CoOOH có cấu trúc nano là các tiền chất đa năng cho các chất cho oxit coban khác nhau (ví dụ, Co_3O_4 , LiCoO_2), và cũng có hoạt tính xúc tác mỹ mẫn

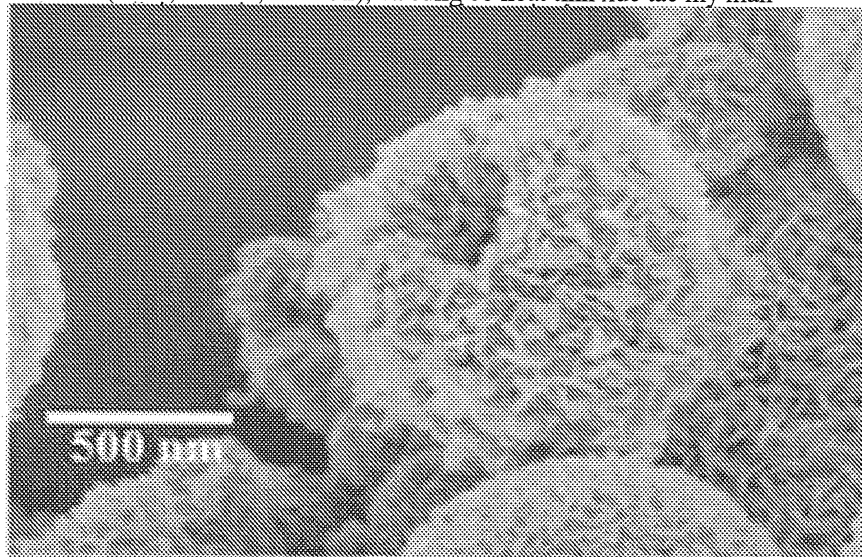


FIG. 23A

(3) CuO là một oxit kim loại chuyển tiếp quan trọng có năng lượng khe vùng hẹp (E_g , 1,2eV). CuO được dùng làm chất xúc tác, chất cảm biến khí, các vật liệu anot cho pin ion Li. CuO cũng

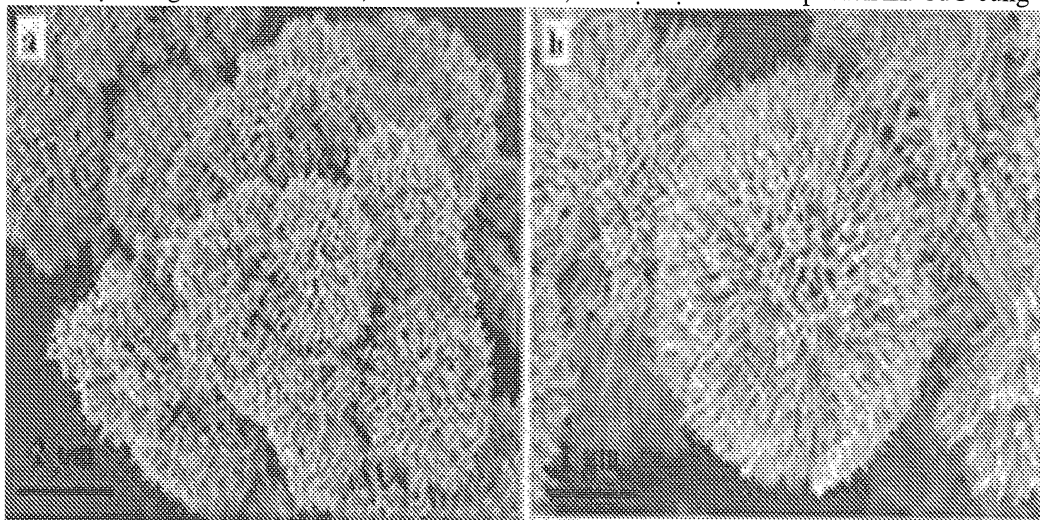


FIG. 23B

FIG. 23C

4) Fig.C là các khối cầu có bề mặt nhám tự nhiên

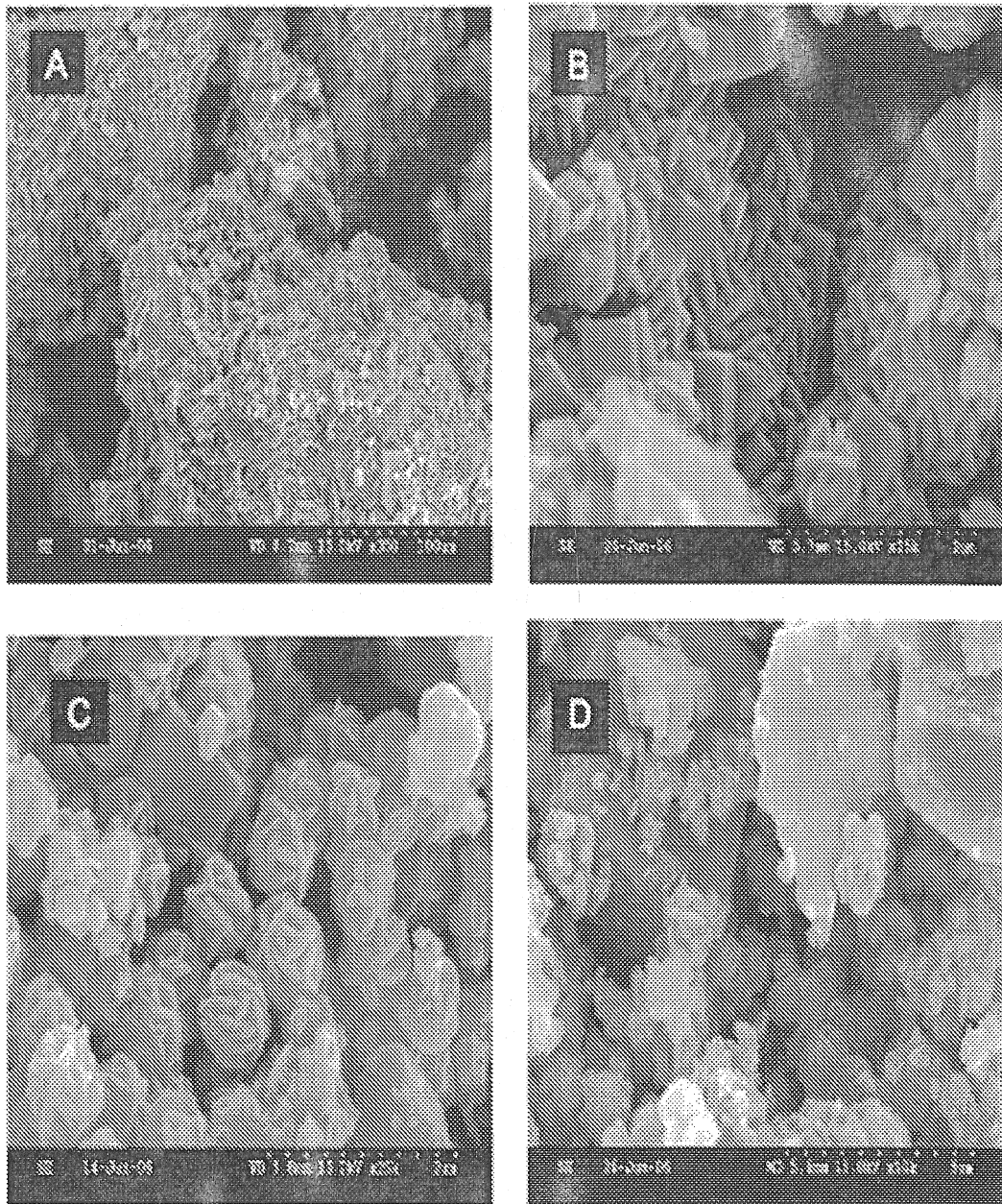


FIG. 24A, 24B, 24C, 24D

(5) các khối cầu cỡ nano Al_2O_3 trơn đồng nhất cỡ 2,5micromet

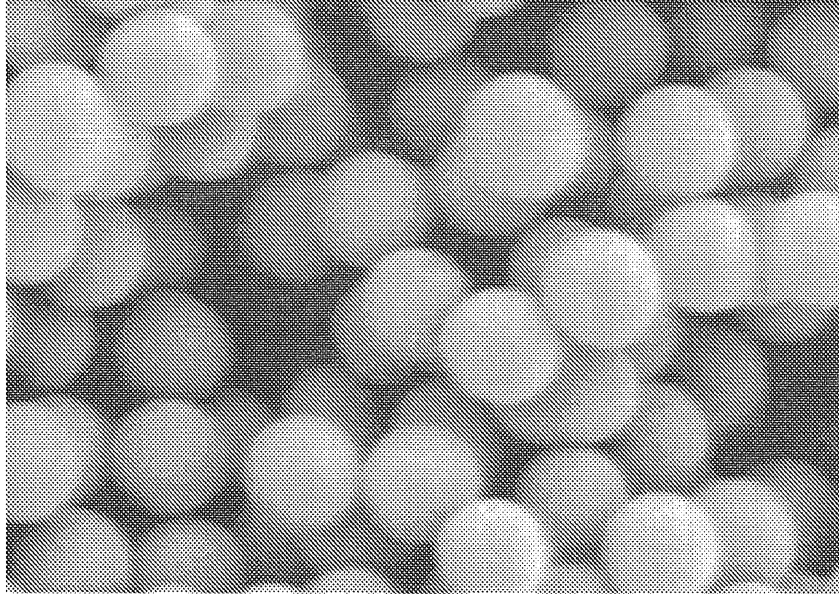


FIG. 25A

(6) các khối cầu cỡ nano Al_2O_3 trơn đồng nhất cỡ 635nm (có các sợi dạng tóc trên bề mặt)

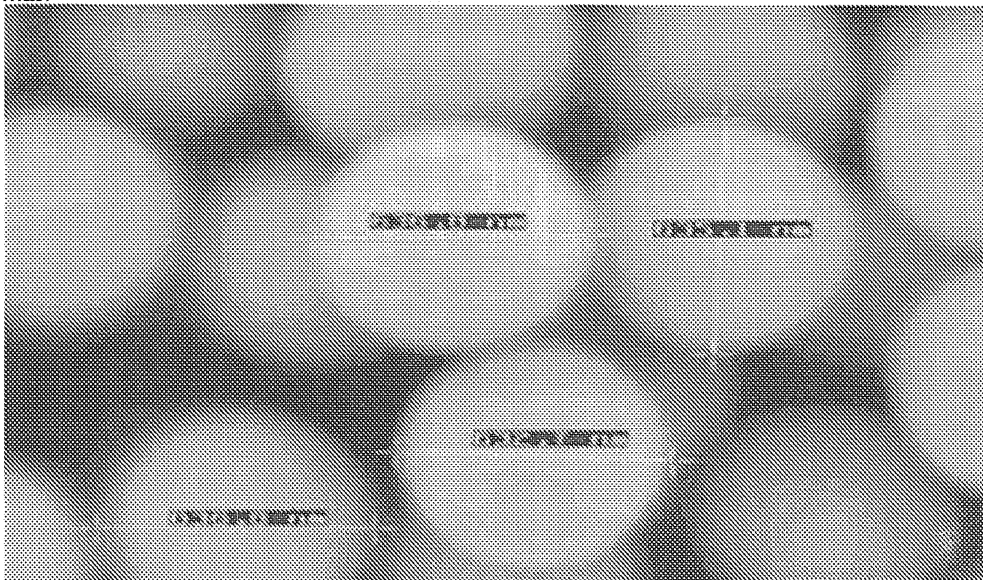
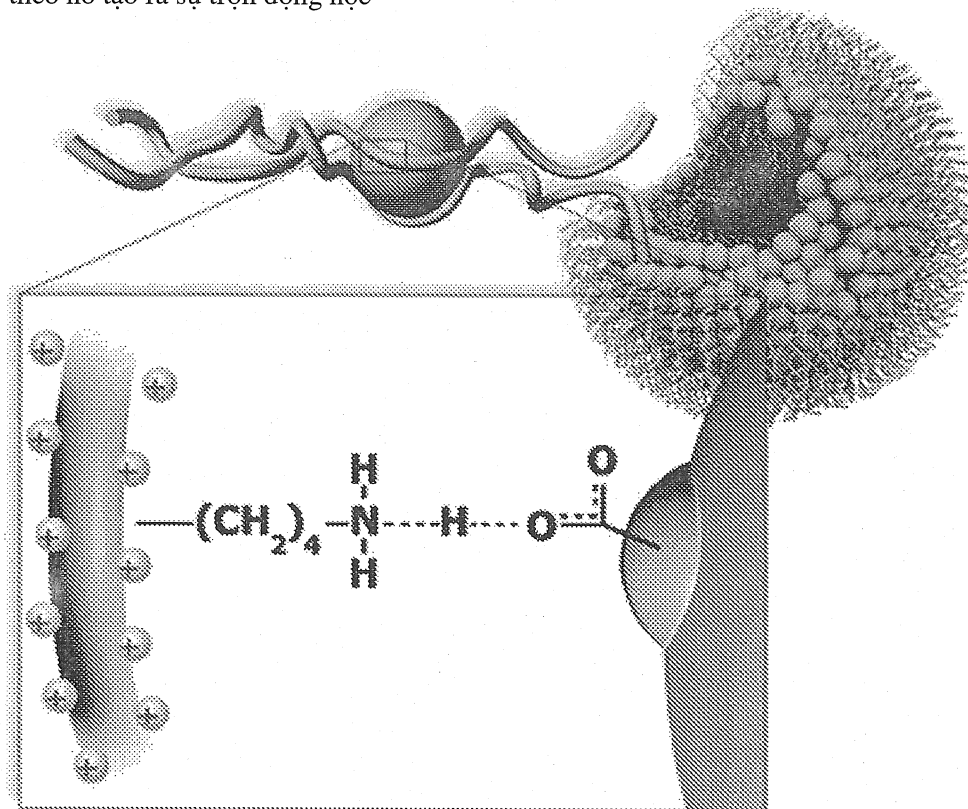


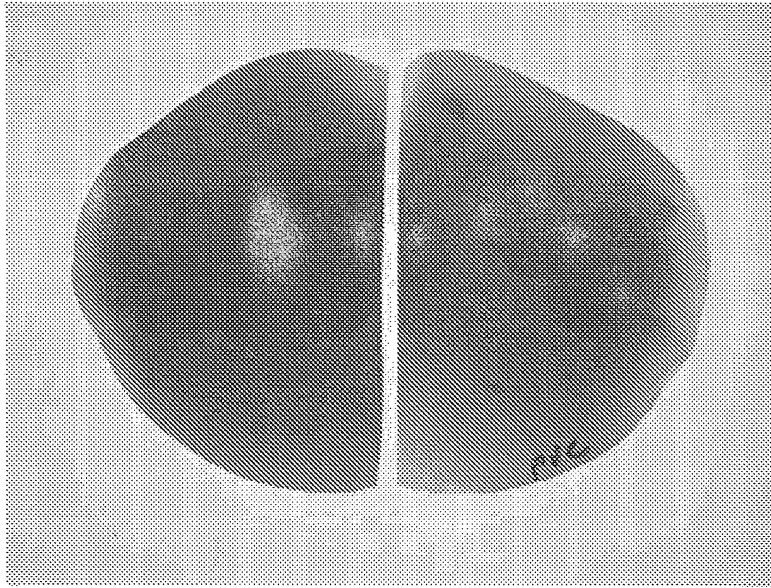
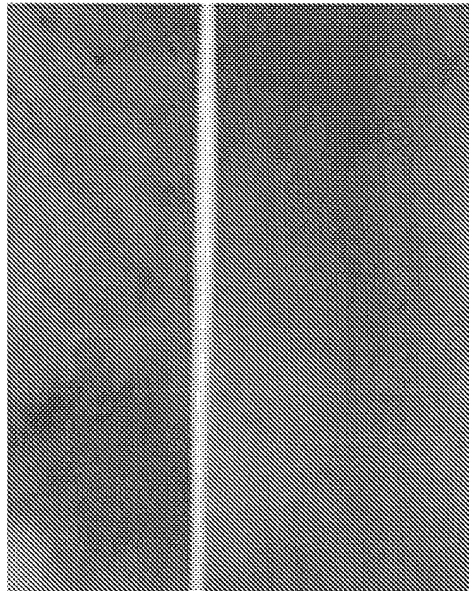
FIG. 25B

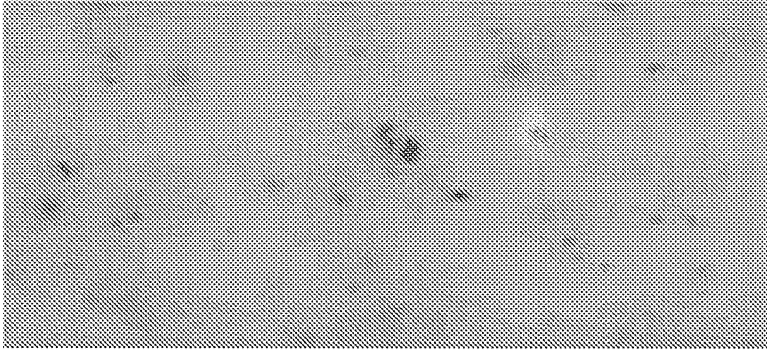
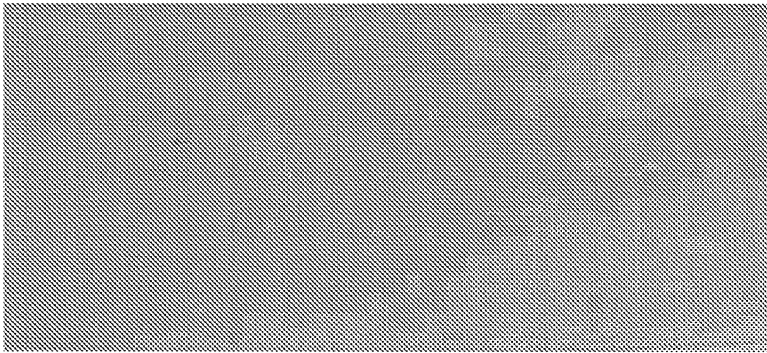
(7) Mô hình được xây dựng trên máy tính này thể hiện các sợi dạng tóc tăng cường sự bám dính lớp biên sao cho các hạt cỡ nano giữ nguyên trạng thái tiếp xúc với lớp biên trong khi lăn dọc theo theo nó tạo ra sự trộn động học



J. N. Cha, H. Birkedal, M. H. Bartl, M. S. Wong and G. D. Stucky, "Spontaneous Formation of Nanoparticle Vesicles from Homopolymer Polyelectrolytes," *J. Am. Chem. Soc.* 125, 8285-8289 (2003).
DOI: [10.1021/ja0279601](https://doi.org/10.1021/ja0279601)

FIG. 26

*FIG. 27**FIG. 28*

*FIG. 29**FIG. 30*

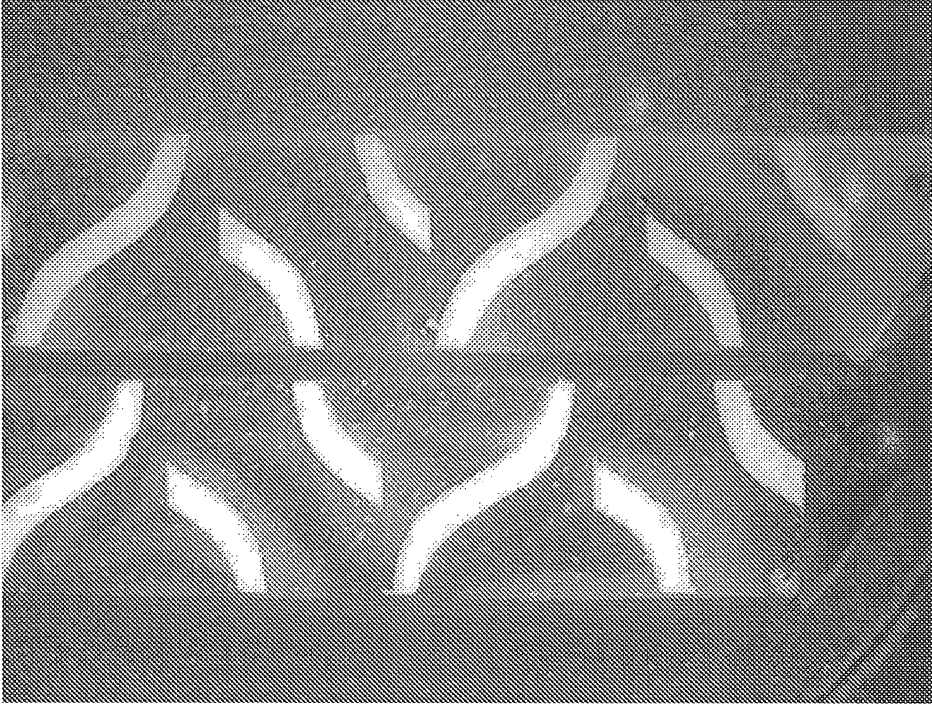
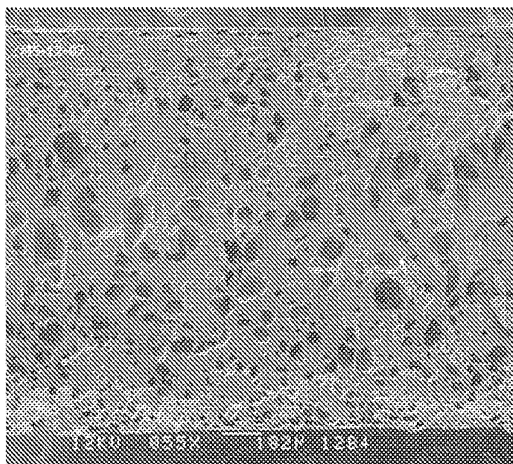


FIG. 31



Polystyren chịu va đập cao HC 80634-HIPS
hệ số nóng chảy = 8, 1,05% khối lượng hạt
trộn đồng học, $P=0,77\text{g/cm}^3$, 46micromet

FIG. 32A

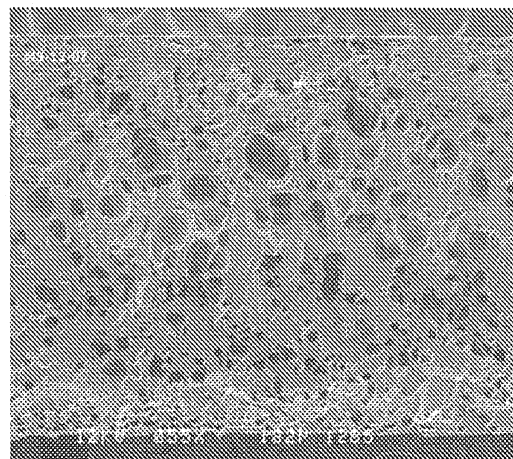
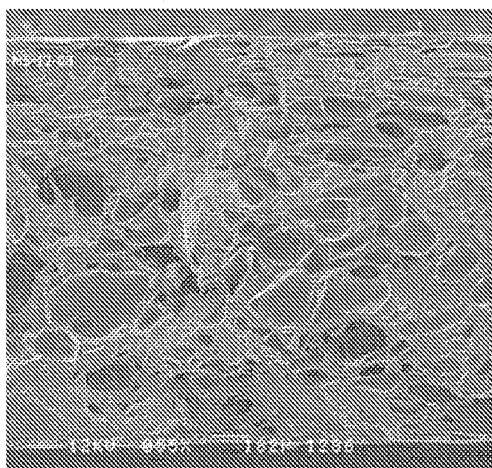


FIG. 32B



Polystyren chịu va đập cao HC 80634-HIPS
hệ số nóng chảy = 8, 0,35% khối lượng hạt
trộn đồng học, $P=0,74\text{g/cm}^3$, 217micromet

FIG. 32C

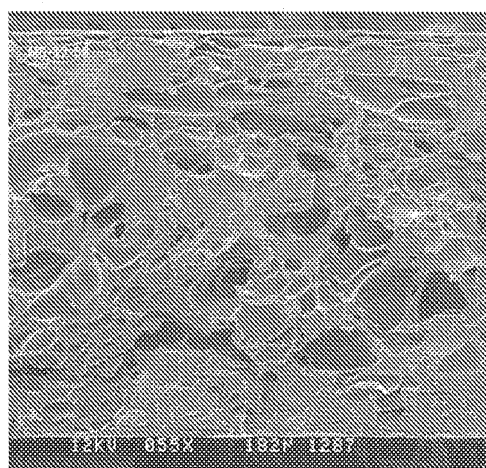
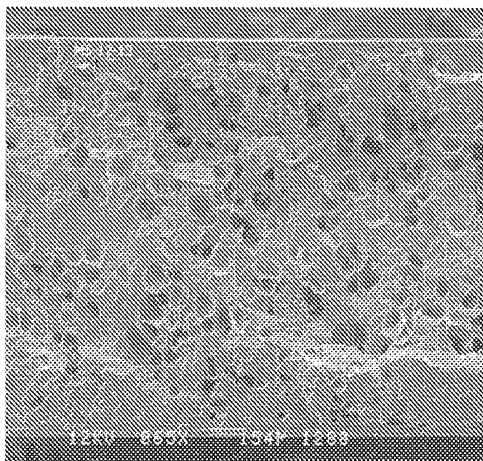


FIG. 32D



Polypropylen PC 90635-PP
hệ số nóng chảy = 12, 1,2% khối lượng hạt
trộn động học, P=0,69g/cm³, 77micromet

FIG. 32E

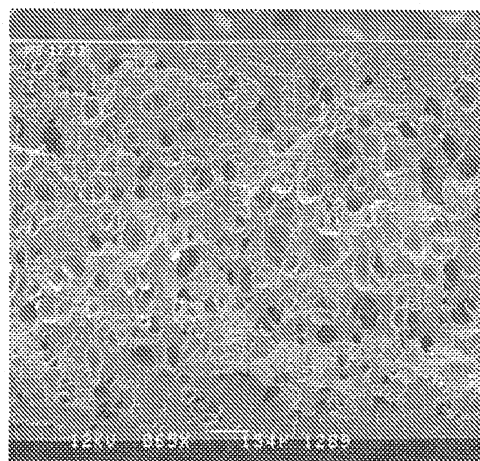
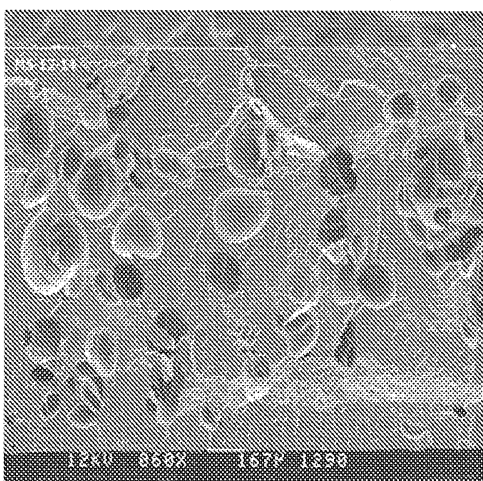


FIG. 32F



Polypropylen PC 90635-PP
hệ số nóng chảy = 12, 0,40% khối lượng hạt
trộn động học, P=0,68g/cm³, 163micromet

FIG. 32G

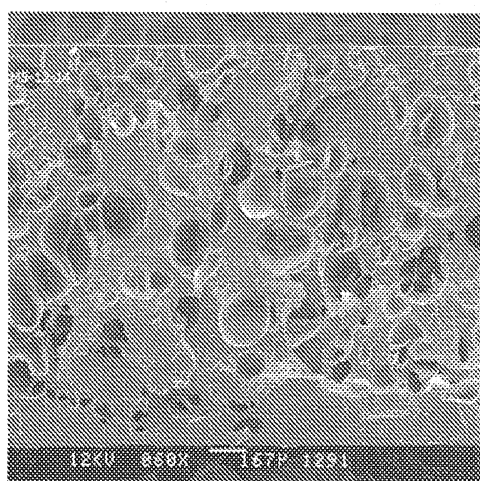
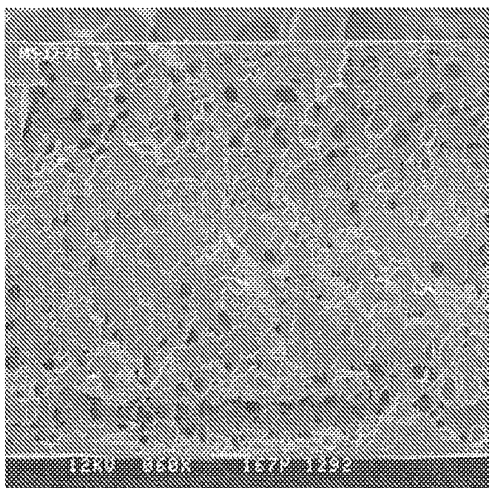


FIG. 32H



Polypropylen PC 90635-PP
 hệ số nóng chảy = 12, 3,2% khối lượng hạt
 trộn động học, P=0,66g/cm³, 63micromet

FIG. 32I

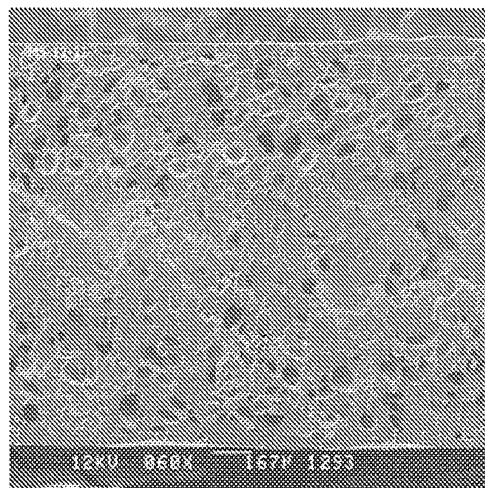
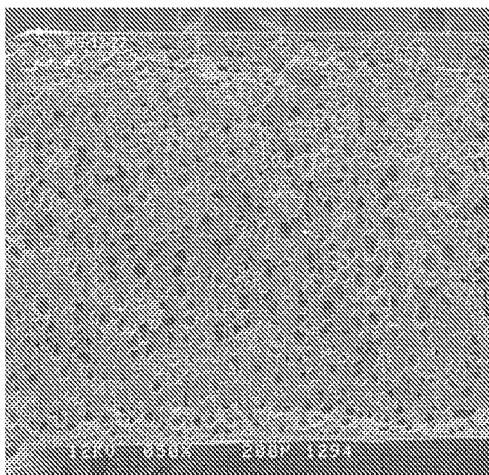


FIG. 32J



Polypropylen PC 90635-PP
 hệ số nóng chảy = 12, 4,8% khối lượng hạt
 trộn động học, P=0,65g/cm³, 45micromet

FIG. 32K

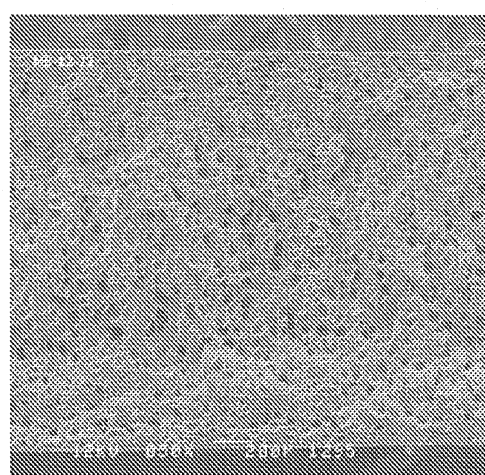
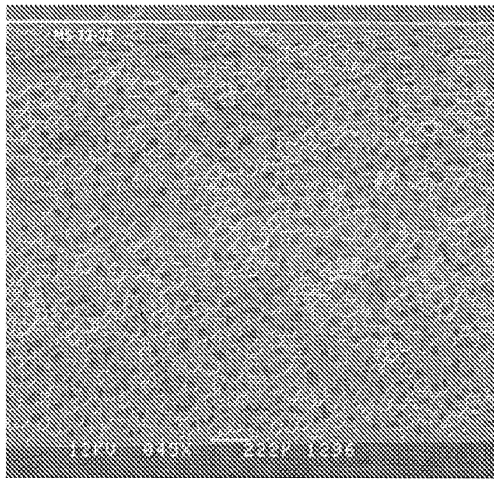


FIG. 32L



Polypropylen PC 90635-PP
 hệ số nóng chảy = 12, 2,0% khối lượng hạt
 trộn động học, P=0,65g/cm³, 63micromet

FIG. 32M

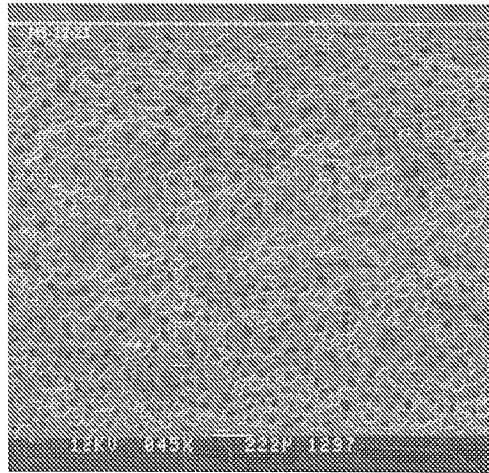
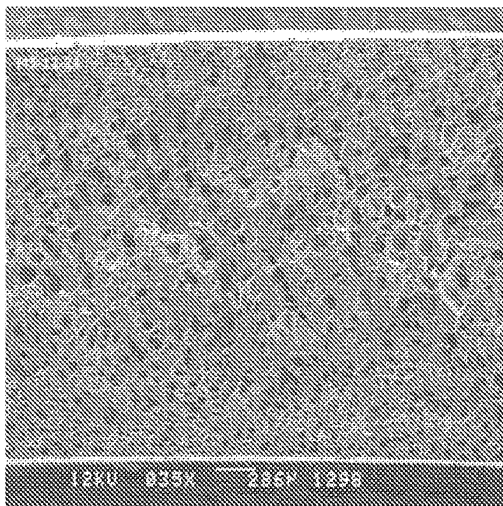


FIG. 32N



Polystyren chịu va đập cao HC 80634-HIPS
 hệ số nóng chảy = 8, 1,75% khối lượng hạt
 trộn động học, P=0,70g/cm³, 42micromet

FIG. 32O

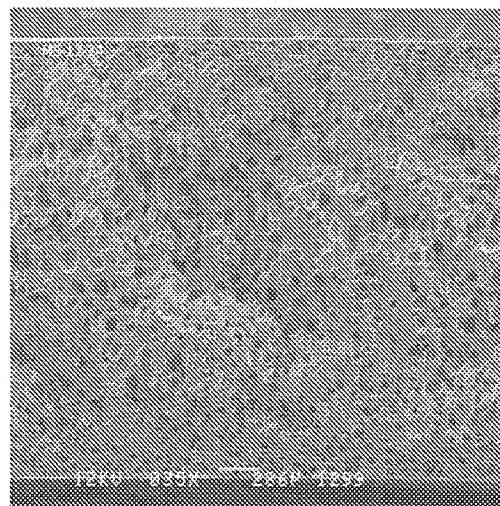
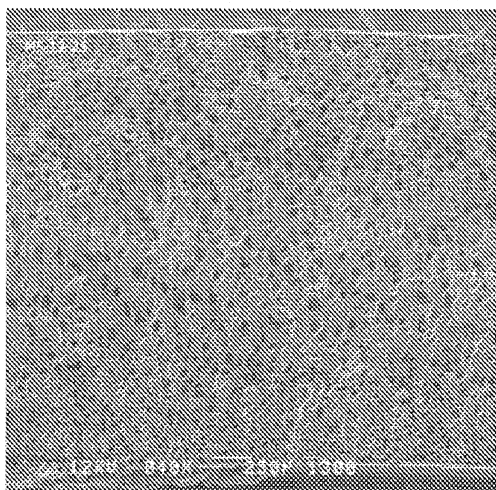


FIG. 32P



Polystyren chịu va đập cao HC 80634-HIPS
hệ số nóng chảy = 8, 2,80% khối lượng hạt
trộn động học, P=0,70g/cm³, 85micromet

FIG. 32Q

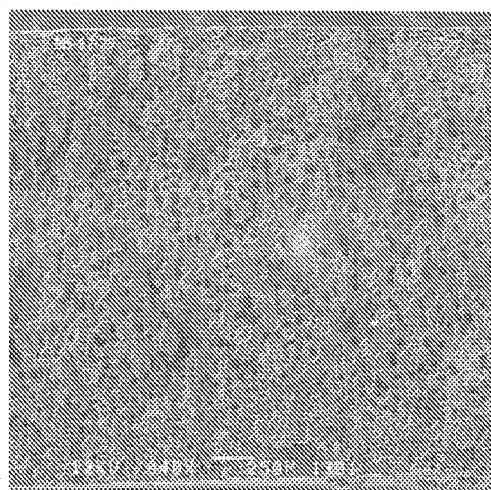
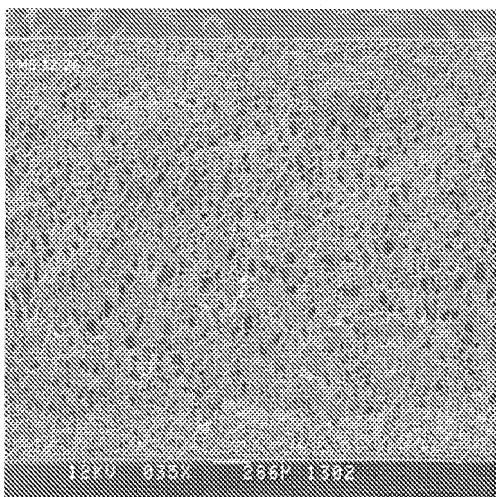


FIG. 32R



Polystyren chịu va đập cao HC 80634-HIPS
hệ số nóng chảy = 8, 4,2% khối lượng hạt
trộn động học, P=0,69g/cm³, 54micromet

FIG. 32S

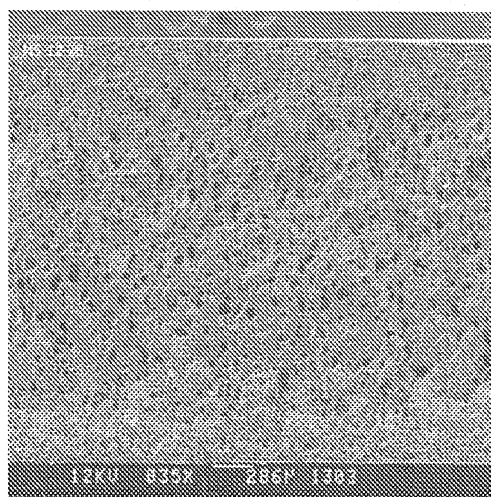
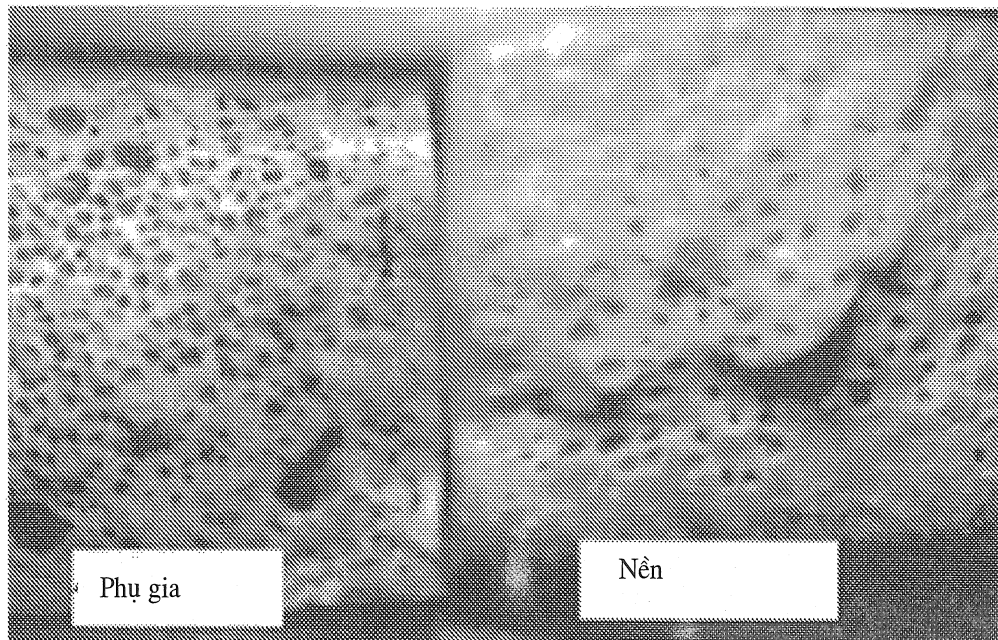
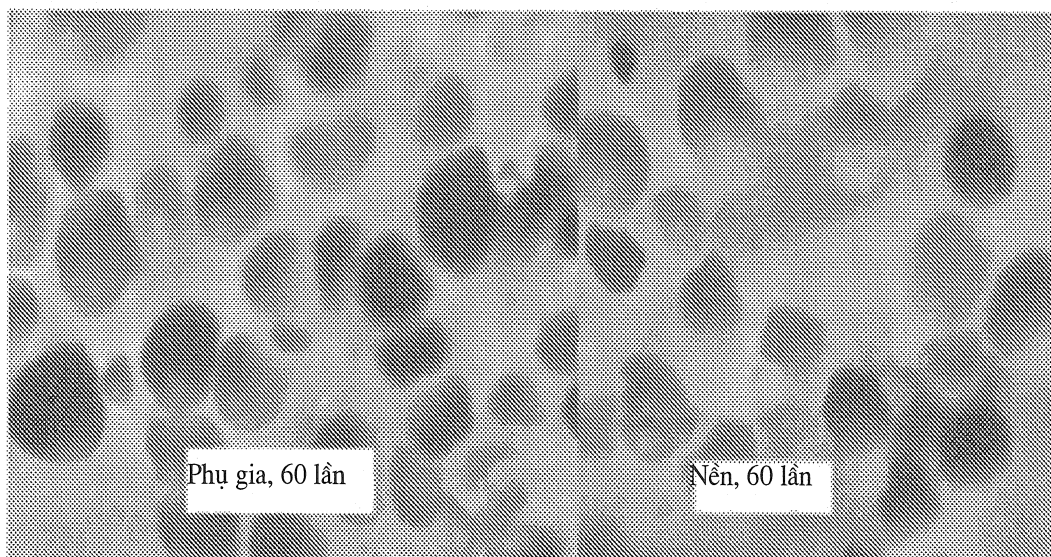


FIG. 32T

*FIG. 33**FIG. 34*