



(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)



1-0049005

C03C 3/095; C03C 13/06; C03C 25/255; (13) B

C03C 25/30; G21F 3/00; D01F 9/08;

(51)^{2022.01} D06M 101/00; D06M 13/02; D06M
15/227; G21F 1/06; C03C 13/00; C03C
4/08

(21) 1-2023-04359

(22) 26/12/2021

(86) PCT/JP2021/048446 26/12/2021

(87) WO2022/145401 07/07/2022

(30) 2020-219360 28/12/2020 JP; 2021-156925 27/09/2021 JP

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/12/2023 429A

(73) NIPPON FIBER CORPORATION (JP)

2373-2, Fuse, Abiko-City Chiba 2701162, JAPAN

(72) FUKAZAWA Hiroshi (JP).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) SỢI, VẢI, VẬT LIỆU, BỘ PHẬN CHẮN NƠTRON VÀ BÓ SỢI VÔ CƠ CHỨA
CHẾ PHẨM VÔ CƠ

(21) 1-2023-04359

(57) Sáng chế đề xuất sợi, vảy, vật liệu, bộ phận chắn neutron và bó sợi vô cơ chứa chế phẩm vô cơ có đặc tính chắn neutron cao. Trong đó, chế phẩm vô cơ có công thức bao gồm: thành phần cơ bản chứa SiO_2 và Al_2O_3 làm thành phần chính (với điều kiện là tỷ lệ khối lượng chiếm bởi tổng SiO_2 và Al_2O_3 trong thành phần cơ bản là 0,60 trở lên); và thành phần chắn neutron bao gồm ít nhất một trong gadolini, gadolini oxit, samari, samari oxit, cadimi hoặc cadimi oxit, được trộn theo tỷ lệ từ 50 đến 90 phần theo khối lượng của thành phần cơ bản và 10 đến 50 phần theo khối lượng của thành phần chắn neutron và nóng chảy để thu được sợi vô cơ và vảy vô cơ vô định hình đạt yêu cầu.

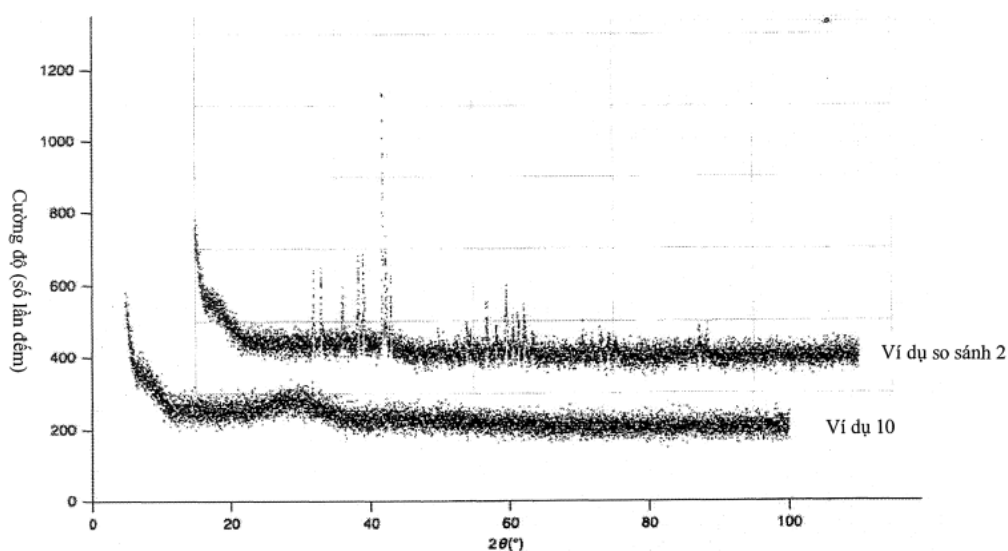


Fig.3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến, sợi hoặc vảy làm từ chế phẩm vô cơ, và cụ thể là đề cập đến sợi, vảy, vật liệu, bộ phận chắn neutron và bó sợi vô cơ chứa chế phẩm vô cơ, có đặc tính chắn neutron và chống xuống cấp do bức xạ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ngày càng có nhiều nhu cầu về vật liệu chắn neutron trong các lò phản ứng hạt nhân và cơ sở xạ trị. Ví dụ, tại các cơ sở tiến hành liệu pháp bắt giữ neutron, vốn đã thu hút sự chú ý trong những năm gần đây, cần có các vật liệu bảo vệ nhân viên y tế khỏi phơi nhiễm neutron. Ngoài ra, vật liệu chắn neutron cũng cần thiết trong các cơ sở nghiên cứu sử dụng chùm neutron vì lý do tương tự.

Dựa trên nhu cầu trên, người ta đã cố gắng tạo các vật liệu chắn neutron, thu được bằng cách kết hợp các nguyên tố chắn neutron được đại diện bởi gadolini (Gd) và bo (B) vào vật liệu.

Ví dụ: trong patent Nhật Bản số JP 7-138044 A (tài liệu patent 1) và patent Nhật Bản số JP 8-119667 A (tài liệu patent 2), tiết lộ kính chắn neutron chứa các thành phần cơ bản là SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 và Li_2O , và trong patent Nhật Bản số JP 10-226533 A (tài liệu patent 3), tiết lộ kính chắn bức xạ chứa các thành phần cơ bản là B_2O_3 , La_2O_3 và Gd_2O_3 . Kính theo tài liệu patent 1-3 đều được sản xuất bằng cách đúc nguyên liệu thô vào khuôn, làm lạnh từ từ nguyên liệu thô, sau đó tạo thành vật liệu thủy tinh hình tấm. Vì các vật liệu thủy tinh này được dùng để làm cửa sổ chắn bức xạ và cửa sổ quan sát nên vật liệu thủy tinh có độ trong suốt cao; tuy nhiên, bản thân vật liệu thủy tinh dễ bị va đập. Do đó, đã có những hạn chế trong việc ứng dụng trong các cấu trúc có chức năng chắn neutron và cũng yêu cầu phải có độ bền va đập.

Vì lý do này, có đề xuất thêm thành phần chắn neutron vào vật liệu nhựa có khả năng chống va đập. Ví dụ: trong Patent Nhật Bản số JP 6-180388 A (tài liệu patent 4), đề xuất vật liệu chắn neutron chịu nhiệt thu được bằng cách trộn hợp chất bo vô cơ, gadolini oxit và các vật liệu tương tự làm vật liệu hấp thụ neutron nhiệt với nhựa phenol. Ngoài ra, trong

patent Nhật Bản số JP 2006-145421 A (tài liệu patent 5), đề xuất vật liệu chắn neutron chịu nhiệt thu được bằng cách trộn bột bo cacbua với nhựa phenol và làm hóa cứng công thức này. Tương tự, trong patent Nhật Bản số JP 2020-30088 A (tài liệu patent 6), đề xuất chế phẩm nhựa thu được bằng cách trộn bo cacbua, axit boric, gadolini hoặc hỗn hợp của chúng trong một phạm vi kích thước hạt cụ thể với nhựa có thể hóa cứng. Trong tất cả các sáng chế được mô tả trong các tài liệu patent 4-6, nguyên liệu thô chắn neutron dạng bột được thêm vào vật liệu nhựa có độ bền ban đầu.

Danh sách tài liệu tham khảo

Tài liệu patent

Tài liệu patent 1: Patent Nhật Bản số JP 7-138044 A

Tài liệu patent 2: Patent Nhật Bản số JP 8-119667 A

Tài liệu patent 3: Patent Nhật Bản số JP 10-226533 A

Tài liệu patent 4: Patent Nhật Bản số JP 6-180388 A

Tài liệu patent 5: Patent Nhật Bản số JP 2006-145421 A

Tài liệu patent 6: Patent Nhật Bản số JP 2020-30088 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Tuy nhiên, như có thể thấy trong tài liệu patent 4-6 được mô tả ở trên, khi thành phần chắn neutron được thêm vào nhựa ở dạng bột, có một vấn đề là độ bền của nhựa bị giảm khi lượng thành phần chắn neutron được thêm vào tăng lên. Vì lý do này, lượng thêm vào của thành phần chắn neutron dạng bột bị hạn chế.

Trong khi đó, sợi thủy tinh và vảy thủy tinh được biết đến là vật liệu gia cố cho nhựa. Sợi thủy tinh có hiệu quả cải thiện độ bền (cụ thể là độ cứng) của nhựa có thể hóa rắn hoặc nhựa nhiệt dẻo. Hơn nữa, cũng như sợi thủy tinh, vảy thủy tinh không chỉ cải thiện độ cứng của nhựa nhiệt dẻo mà còn có một ưu điểm là có độ bền dị hướng thấp khi nhựa nhiệt dẻo được gia cố bằng sợi thủy tinh.

Do đó, khi sợi thủy tinh hoặc vảy thủy tinh có đặc tính chắn neutron được tạo, phạm vi ứng dụng cho các cấu trúc chắn neutron sẽ được mở rộng hơn rất nhiều.

Vì thế, tác giả của sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu để phát triển một chế phẩm vô cơ mới có các đặc tính chắn neutron, và sợi và vảy làm từ chế phẩm này.

Để đạt được mục đích trên, các tác giả của sáng chế đã phát hiện ra rằng khi hỗn hợp khí chứa SiO_2 và Al_2O_3 là thành phần chính và một đơn chất của nguyên tố chắn neutron hoặc oxit của chúng (sau đây, được mô tả ngắn gọn là “thành phần chắn neutron”) được trộn với tỷ lệ lượng thích hợp, thu được chế phẩm vô cơ mới có đặc tính chắn neutron và phạm vi cho phép để bổ sung nguyên tố chắn neutron hẹp hơn so với của thủy tinh đúc để có thể được xử lý nóng chảy thành sợi vô cơ và vảy vô cơ, từ đó thực hiện được sáng chế.

Các tác giả sáng chế cũng phát hiện ra rằng tro bay có thể được sử dụng một cách hiệu quả làm thành phần cơ bản và khi tro bay được sử dụng, giới hạn trên của lượng bổ sung nguyên tố chắn neutron có thể tăng lên bằng cách loại bỏ hàm lượng tạp chất cụ thể có trong tro bay.

Hơn nữa, còn phát hiện ra rằng chế phẩm vô cơ của sáng chế không chỉ có đặc tính chắn neutron mà còn có khả năng chống xuống cấp do bức xạ. Theo những gì các tác giả sáng chế biết, hiện không có vật liệu nào có hiệu suất chắn neutron cũng như khả năng chống xuống cấp do bức xạ.

Sáng chế đề xuất chế phẩm vô cơ, và các sợi và vảy làm từ chế phẩm này, bao gồm:

i) 10% đến 50% khối lượng của ít nhất một trong gadolini, gadolini oxit, samari, samari oxit, cadimi, và cadimi oxit; và 50% đến 90% khối lượng thành phần còn lại, và trong đó

ii) tổng tỷ lệ SiO_2 và Al_2O_3 chiếm trong thành phần còn lại là 0,60 trở lên theo tỷ lệ khối lượng, và

iii) chế phẩm vô cơ, sợi và vảy là vô định hình.

Sợi hoặc vảy được hình thành từ chế phẩm vô cơ theo sáng chế cung cấp hiệu quả chắn neutron cho vật liệu như nhựa hoặc xi măng bằng cách thêm sợi hoặc vảy này vào vật

liệu làm chất độn. Ngoài ra, không giống như các vật liệu phụ gia dạng bột thông thường, sợi hoặc vảy theo sáng chế cũng có chức năng như một vật liệu gia cố cho nhựa hoặc xi măng, do hình dạng của chúng. Ngoài ra, vì sợi hoặc vảy được hình thành từ chế phẩm vô cơ theo sáng chế cũng có khả năng chống xuống cấp do bức xạ cao, nên có chức năng làm chất gia cố cho nhựa, xi măng và vật liệu phủ cấu thành các bộ phận bị chiếu xạ trong khoảng thời gian dài.

Sợi vô cơ được gia công thành sợi nhỏ, sợi thô và tấm sợi tùy theo mục đích. Sợi thô và tấm sợi có thể được sản xuất thành vật liệu phức hợp kết hợp với nhựa. Điều này làm tăng mức độ tự do trong thiết kế hình dạng theo nhu cầu (thành phẩm cuối cùng) cần có cả đặc tính và độ bền chắn neutron. Mức độ tự do trong hình dạng do sợi vô cơ mang lại là một hiệu quả mà không thể thực hiện được với kính đúc dạng tấm.

Mặt khác, khi các vảy vô cơ được thêm vào nhựa hoặc vật liệu phủ, các vảy vô cơ được định hướng ở dạng lớp dọc theo bề mặt sản phẩm đúc nhựa hoặc bề mặt màng phủ, do lực cắt được áp dụng trong quy trình xử lý đúc cho nhựa và trong quy trình phủ cho vật liệu phủ. Kết quả là, hiệu quả chắn neutron được thể hiện hiệu quả hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là giản đồ minh họa thí nghiệm tạo sợi;

Fig.2 là giản đồ minh họa của thí nghiệm tạo vảy;

Fig.3 là hình minh họa phổ XRD của ví dụ 10 và ví dụ so sánh 2;

Fig.4 là sơ đồ minh họa thiết bị được sử dụng để đo tuổi thọ positron;

Fig.5 là biểu đồ so sánh phổ tuổi thọ positron trước và sau khi chiếu xạ chế phẩm vô cơ của ví dụ thí nghiệm 19 bằng bức xạ;

Fig.6 là biểu đồ so sánh phổ tuổi thọ positron trước và sau khi chiếu xạ chế phẩm vô cơ của ví dụ so sánh 6 bằng bức xạ;

Fig.7 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa hàm lượng các nguyên tố chắn neutron trong thành phần với khả năng chống xuống cấp do bức xạ; và

Fig.8 là ảnh so sánh chụp X quang neutron của sợi vô cơ theo sáng chế và sợi vô cơ của kỹ thuật trước đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bên dưới.

Chế phẩm vô cơ theo sáng chế, sợi và vảy làm từ chế phẩm này (sau đây, sợi vô cơ hoặc vảy vô cơ có thể được gọi là “thành phẩm”) bao gồm 10% đến 50% khối lượng của “thành phần chắn neutron” và 90% đến 50 % khối lượng của thành phần còn lại gồm SiO_2 và Al_2O_3 là thành phần chính. Như được mô tả dưới đây, thành phần còn lại được mô tả ở trên là thành phần góp phần hình thành cấu trúc vô định hình của chế phẩm vô cơ theo sáng chế, và sợi và vảy làm từ chế phẩm này. Do đó, trong phần mô tả sau đây, thành phần còn lại có thể được gọi là thành phần tạo thủy tinh theo chức năng.

Chế phẩm vô cơ theo sáng chế, sợi và vảy làm từ chế phẩm này thu được bằng cách trộn “thành phần tạo thủy tinh” bao gồm SiO_2 và Al_2O_3 làm thành phần chính, với một đơn chất là nguyên tố chắn neutron hoặc một oxit của nguyên tố chắn neutron làm nguyên liệu thô và xử lý nóng chảy công thức nguyên liệu thô. Theo tùy chọn, theo sáng chế, không có chênh lệch đáng kể nào có thể được nhìn thấy giữa tỷ lệ thành phần của công thức nguyên liệu thô và tỷ lệ thành phần của chế phẩm vô cơ cũng như sợi và vảy làm từ chế phẩm này có thể thu được từ nguyên liệu nóng chảy của công thức nguyên liệu thô. Do đó, tỷ lệ thành phần của công thức nguyên liệu thô có thể được áp dụng làm tỷ lệ thành phần của chế phẩm vô cơ, sợi và vảy làm từ chế phẩm này.

“Thành phần chắn neutron” là thành phần chứa các nguyên tố gadolini, samari và cadimi. Sau đây, các nguyên tố gadolini, samari và cadimi sẽ được gọi ngắn gọn là “các nguyên tố chắn neutron”. Do “các nguyên tố chắn neutron” có hiệu suất chắn neutron cao không thể so sánh được, nên hiệu suất chắn neutron của thành phẩm về cơ bản được xác định bởi hàm lượng của “các nguyên tố chắn neutron”. Ngoài ra, do neutron bị hạt nhân nguyên tử của một nguyên tố giữ nên hiệu suất chắn neutron của thành phẩm phụ thuộc đáng kể vào hàm lượng thực của “các nguyên tố chắn neutron” trong thành phẩm. Theo đó, các đơn chất và oxit của các nguyên tố chắn neutron có thể trở thành nguyên liệu thô.

Từ quan điểm về hiệu suất chắn neutron, trong “các nguyên tố chắn neutron”, tốt hơn là gadolini hoặc samari, và tốt nhất là gadolini.

Theo tùy chọn, một đồng vị hoặc chất đồng vị cô đặc có đặc tính chắn neutron cao có thể được sử dụng làm “nguyên tố chắn neutron”. Ví dụ về đồng vị theo kiểu này bao gồm gadolini 157 (^{157}Gd), samari 149 (^{149}Sm), và cadimi 113 (^{113}Cd).

Để có hiệu suất quả chắn neutron và kháng bức xạ, chế phẩm vô cơ của sáng chế, sợi và vảy làm từ chế phẩm này bao gồm 10% khối lượng trở lên, tốt hơn là 30% khối lượng trở lên, tốt hơn là 35% khối lượng trở lên, tốt hơn nữa là 40% khối lượng trở lên, và tốt nhất là 45% khối lượng trở lên, của gadolini, gadolini oxit, samari, samari oxit, cadimi, hoặc cadimi oxit.

Tuy nhiên, khi hơn 50% khối lượng gadolini, gadolini oxit, samari, samari oxit, cadimi hoặc cadimi oxit được bao gồm trong nguyên liệu thô, thì độ nhót của vật liệu nóng chảy trở nên quá thấp và rất khó để tạo nguyên liệu thô thành sợi hoặc vảy. Đồng thời, vật liệu đã nóng chảy và hóa rắn của nguyên liệu thô có pha tinh thể cùng hiện diện với pha vô định hình, và độ bền của vật liệu bị giảm. Do đó, hàm lượng của “các nguyên tố chắn neutron” trong chế phẩm vô cơ của sáng chế, sợi và vảy làm từ chế phẩm này là 50% khối lượng trở xuống.

Theo sáng chế, thành phần còn lại không bao gồm “thành phần chắn neutron”, nghĩa là “thành phần tạo thủy tinh” là thành phần cơ bản của chế phẩm vô cơ theo sáng chế và sợi và vảy làm từ chế phẩm này và tham gia vào quá trình hình thành của cấu trúc vô định hình (thủy tinh) của chế phẩm vô cơ, và sợi và vảy làm từ chế phẩm này.

Do đó, “thành phần tạo thủy tinh” được mô tả ở trên phải chứa SiO_2 và Al_2O_3 , có đặc tính tạo thủy tinh cao, là thành phần chính. Cụ thể hơn, tỷ lệ khối lượng chiếm bởi tổng SiO_2 và Al_2O_3 trong “thành phần tạo thủy tinh” là 0,60 trở lên, tốt hơn là 0,65 trở lên, tốt hơn nữa là 0,70 trở lên, và tốt nhất là 0,75 trở lên.

Hơn nữa, đối với khả năng xử lý của vật liệu nóng chảy thành sợi hoặc vảy, tỷ lệ khối lượng của SiO_2 so với tổng SiO_2 và Al_2O_3 trong thành phần còn lại tốt hơn là trong khoảng từ 0,60 đến 0,90, tốt hơn nữa là trong khoảng từ 0,65 đến 0,90 và tốt nhất là trong khoảng từ 0,70 đến 0,90.

Cần lưu ý rằng chế phẩm vô cơ của sáng chế, sợi và vảy làm từ chế phẩm này không loại trừ việc kết hợp các tạp chất không thể tránh khỏi có trong nguyên liệu thô. Ví dụ về các tạp chất như vậy bao gồm Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 và CrO_2 . Tuy nhiên, như được mô tả dưới đây, khi tăng hàm lượng “thành phần chắn neutron”, phải chú ý đến hàm lượng Fe_2O_3 .

“Thành phần tạo thủy tinh” không bị giới hạn cụ thể miễn là bao gồm SiO_2 và Al_2O_3 . Do đó, SiO_2 và Al_2O_3 có thể được trộn với nhau để tạo thành “thành phần tạo thủy tinh”; tuy nhiên, để thực hiện sáng chế ở quy mô công nghiệp, đá giàu cả hai thành phần SiO_2 và Al_2O_3 , tro bay và các loại tương tự không đắt và do đó có thể phù hợp để sử dụng.

Ví dụ về đá được mô tả ở trên bao gồm đá núi lửa được đại diện bởi đá bazan. Việc sử dụng đá núi lửa như đá bazan đòi hỏi quá trình khai thác và nghiền.

Ngược lại, tro bay là chất thải từ sản xuất điện đốt than, và tro bay ở dạng bột nên không cần quá trình nghiền, và vì rẻ nên nó phù hợp làm “thành phần tạo thủy tinh”. Là một chất thải tương tự, tro clinke cũng có thể phù hợp để sử dụng. Ngoài ra, chất thải được tạo bởi chu trình kết hợp khí hóa than tích hợp (Integrated coal Gasification Combined Cycle, IGCC), được gọi cụ thể là xỉ khí hóa than (Coal Gasification Slag, CGS), có thành phần hóa học gần như tương đương với thành phần hóa học của tro bay thông thường, và do đó, chất thải này có thể đóng vai trò là “thành phần tạo thủy tinh”. Vì xỉ khí hóa than có dạng hạt nên có ưu điểm là khả năng xử lý cao hơn so với tro bay thông thường. Trong sáng chế, thuật ngữ tro bay được bao gồm xỉ khí hóa than.

Theo tùy chọn, thành phần của tro bay và tro clinke khác nhau tùy thuộc vào than nguyên liệu và nơi sản xuất (nhà máy điện và quốc gia).

Theo Coal Ash Handbook (do Hiệp hội tro bay Nhật Bản biên tập), thành phần (% khối lượng) của tro bay bao gồm SiO_2 : 40,1 đến 74,4, Al_2O_3 : 15,7 đến 35,2, Fe_2O_3 : 1,4 đến 17,5, CaO : 0,3 đến 10,1 và MgO : 0,2 đến 7,4, theo thứ tự hàm lượng giảm dần. Theo đó, biên độ dao động của Fe_2O_3 là lớn nhất.

Theo kết quả của một loạt thí nghiệm được thực hiện bởi tác giả của sáng chế, các dữ kiện sau đây đã được tìm thấy.

Đó là, cùng với sự gia tăng hàm lượng Fe_2O_3 dưới dạng tạp chất trong “thành phần tạo thủy tinh”, giảm lượng “thành phần chắn neutron” có thể được xử lý nóng chảy thành sợi vô cơ hoặc vảy vô cơ. Nói cách khác, khi hàm lượng Fe_2O_3 trong “thành phần tạo thủy tinh” được giữ ở mức thấp, chế phẩm cuối cùng có thể chứa nhiều “thành phần chắn neutron” hơn, và do đó, có thể sản xuất sợi vô cơ hoặc vảy vô cơ có hiệu quả chắn neutron cao hơn.

Cụ thể hơn là, tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong “thành phần tạo thủy tinh” tốt nhất là từ 0,30 trở xuống.

Khi tỷ lệ của “thành phần chắn neutron” trong chế phẩm là 20% khối lượng trở lên, thì tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong “thành phần tạo thủy tinh” tốt nhất là 0,25 trở xuống.

Khi tỷ lệ “thành phần chắn neutron” trong chế phẩm lớn hơn 35% khối lượng, thì tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) do Fe_2O_3 chiếm trong “thành phần tạo thủy tinh” tốt nhất là nhỏ hơn 0,15.

Vì vậy, khi sử dụng tro bay, tro clinke làm “thành phần tạo thủy tinh” cần chú ý sao cho hàm lượng Fe_2O_3 thỏa mãn yêu cầu nêu trên.

Theo tùy chọn, chế phẩm vô cơ của sáng chế, sợi và vảy làm từ chế phẩm này là vô định hình. Vì chúng ở dạng vô định hình, nên không có sự suy giảm độ bền do sự tách rời ở giao diện giữa pha tinh thể và pha vô định hình.

Việc xác định xem chế phẩm vô cơ, sợi và vảy làm từ chế phẩm này có phải là vô định hình hay không dựa trên thực tế là chỉ quang vô định hình xuất hiện trong phổ nhiễu xạ tia X trong khi các đỉnh của pha tinh thể không được nhận dạng.

Có thể ước tính các đặc tính chắn neutron của chế phẩm vô cơ theo sáng chế và sợi và vảy làm từ chế phẩm này từ giá trị thu được bằng cách tính toán các tỷ lệ mol của các nguyên tố cấu thành chế phẩm vô cơ và sợi và vảy làm từ chế phẩm này, sau đó nhân tổng giá trị của diện tích tiết diện hấp thụ neutron và tổng diện tích tiết diện tán xạ của mỗi nguyên tố theo tỷ lệ mol được mô tả ở trên.

Trong sáng chế, tính ưu việt của đặc tính chắn neutron được thể hiện bằng giá trị so sánh đặc tính chắn neutron (N) được tính cho chế phẩm vô cơ và sợi và vảy làm từ chế phẩm

này, với đặc tính chắn neutron của chì (N_{Pb}), nghĩa là, giá trị của N/N_{Pb} (giá trị càng lớn thì đặc tính chắn neutron càng cao).

$N = \sum f_x \times (\sigma_{ax} + \sigma_{sx})$ --- Thu được tổng của tất cả các nguyên tố X trong sợi vô cơ hoặc vảy vô cơ.

Ở đây,

σ_{ax} : Diện tích tiết diện hấp thụ neutron của nguyên tố X (đơn vị: 10^{-24} cm^2)

σ_{sx} : Diện tích tiết diện tán xạ tổng hợp neutron của nguyên tố X (đơn vị: 10^{-24} cm^2)

f_x : Tỷ lệ mol của nguyên tố X trong sợi vô cơ hoặc vảy vô cơ

N_{Pb} : Tổng của diện tích tiết diện hấp thụ neutron và diện tích tiết diện tán xạ tổng hợp neutron

Đối với diện tích tiết diện hấp thụ neutron (σ_{ax}), diện tích tiết diện tán xạ tổng hợp neutron (σ_{sx}) và tổng giá trị của chúng ($\sigma_{ax} + \sigma_{sx}$) của từng nguyên tố (X) cấu thành sợi vô cơ và vảy vô cơ của sáng chế, các giá trị sau được sử dụng (đơn vị là 10^{-24} cm^2 trong mọi trường hợp). Theo tùy chọn, để tham khảo, các giá trị của hydro, bo và chì được mô tả cùng nhau.

<Tên nguyên tố: Diện tích tiết diện hấp thụ neutron (σ_{ax})/diện tích tiết diện tán xạ tổng hợp neutron (σ_{sx})/tổng giá trị của σ_{ax} và σ_{sx} >

- Bo (B): 767/5/772
- Sắt (Fe): 2,6/11,8/14,4
- Krypton (Kr): 25/7,7/32,7
- Cadimi (Cd): 2520/6/2526
- Samari (Sm): 5670/52/5722
- Gadolini (Gd): 48890/192/49082

- Chì (Pb): 0,2/11,1/11,3
- Oxy (O): 0,0/4,2/4,2
- Silic (Si): 0,2/2,2/2,4
- Nhôm (Al): 0,2/1,5/1,7
- Canxi (Ca): 0,4/3,0/3,4
- Hydro (H): 0,3/81,7/82,0

Sẽ được mô tả chi tiết trong các ví dụ thí nghiệm, sợi vô cơ và vảy vô cơ theo sáng chế có hiệu suất chắn neutron cao hơn vài chục lần so với hiệu suất của sợi thủy tinh và vảy thủy tinh thông thường, và theo một phương án thực hiện ưu tiên, sợi vô cơ và vảy vô cơ theo sáng chế có hiệu suất chắn neutron cao hơn hàng trăm lần.

Trong sáng chế, sợi vô cơ có thể được sản xuất thành bó sợi vô cơ bằng cách gắn chất hồ lên bề mặt của sợi vô cơ và bó sợi vô cơ theo phương pháp tiêu chuẩn. Dưới đây sẽ mô tả thêm về chất hồ, chất này rất quan trọng để hình thành bó sợi vô cơ.

Là chất hồ, có thể sử dụng chất hồ dựa trên tinh bột đa dụng; tuy nhiên, đối với sợi vô cơ theo sáng chế, chất hồ làm từ vật liệu có hàm lượng hydro cao hơn tinh bột (công thức phân tử: tốt hơn là $(C_6H_{10}O_5)_n$). Hydro có khả năng trung hòa neutron rất cao dựa trên tán xạ đàn hồi. Do đó, khi chất hồ bao gồm một vật liệu có hàm lượng hydro cao, các neutron được trung hòa hơn nữa bởi chất hồ trên bề mặt sợi và kết quả là hiệu quả bắt giữ neutron của “các nguyên tố chắn neutron” trong chế phẩm vô cơ của sáng chế được tăng lên.

Các vật liệu có hàm lượng hydro cao thích hợp làm chất hồ bao gồm:

- i) sáp parafin
- ii) sáp vi tinh thể,
- iii) polyetylen hoặc copolyme etylen chủ yếu dựa trên etylen, và
- iv) polypropylen.

Tỷ lệ nguyên tố hydro chiếm trong tinh bột là 48% tính theo phần trăm nguyên tử, trong khi các nguyên liệu thuộc các mục từ i) đến iv) nêu trên đều có tỷ lệ nguyên tố hydro chiếm trong nguyên liệu khoảng 60% phần trăm nguyên tử trở lên. Đối với polyetylen và polypropylen, tỷ lệ nguyên tố hydro đạt khoảng 67% tỷ lệ phần trăm nguyên tử.

Đối với mục iii) được mô tả ở trên, copolyme etylen chủ yếu dựa trên etylen dùng để chỉ copolyme etylen trong đó ít nhất 70% trọng lượng của các đơn vị polyme hóa là các đơn vị etylen. Ví dụ về một comonome khác ngoài etylen tạo thành copolyme etylen bao gồm propylen, 1-buten, 1-penten, 1-hexen, 1-hepten và 1-octen.

Hơn nữa, polyetylen của mục ii) được mô tả ở trên bao gồm polyetylen có trọng lượng phân tử thấp (sáp polyetylen) và polypropylen của mục iv) bao gồm polypropylen có trọng lượng phân tử thấp (sáp polypropylen).

Như được mô tả dưới đây, các vật liệu được liệt kê trong các mục từ i) đến iv) được mô tả ở trên bao gồm các sản phẩm sửa đổi đã được xử lý bổ sung phân cực để tăng độ phân cực.

Nhiệt độ hóa mềm, trọng lượng phân tử và độ phân cực của vật liệu có hàm lượng hydro cao trong các mục từ i) đến iv) được mô tả ở trên là những yếu tố quan trọng trong trường hợp sợi vô cơ được sử dụng làm chất độn để gia cố nhựa.

Ở đây, nhiệt độ hóa mềm của các vật liệu có hàm lượng hydro cao được mô tả ở trên như sau: i) sáp paraffin: 50 °C đến 60 °C, ii) sáp vi tinh thể: 65 °C đến 95 °C, iii) polyetylen: 115 °C đến 145 °C, và iv) polypropylen: 145 °C đến 165 °C. Do đó, ví dụ, trong trường hợp tập trung vào nhiệt độ chịu nhiệt của nhựa độn sợi vô cơ, tốt hơn là sáp vi tinh thể, polyetylen và polypropylen có nhiệt độ hóa mềm cao hơn sáp parafin, và tốt nhất là polypropylen.

Hơn nữa, khi trọng lượng phân tử của vật liệu có hàm lượng hydro cao được mô tả ở trên càng lớn thì độ bền màng phủ của chất hồ được xen kẽ tại giao diện giữa nhựa và sợi vô cơ càng tăng. Do đó, khi độ bền của màng phủ được tập trung, polyetylen có trọng lượng phân tử thấp (trọng lượng phân tử: 9000 đến 30000) và polypropylen có trọng lượng phân tử thấp (trọng lượng phân tử: 8000 đến 40000) được ưu tiên hơn sáp parafin (trọng lượng phân tử: 300 đến 600) và sáp vi tinh thể (trọng lượng phân tử: 400 đến 800), và tốt

nhất là polyetylen và polypropylen, có trọng lượng phân tử cao hơn và thường được đưa vào xử lý đúc.

Theo tùy chọn, do sợi vô cơ theo sáng chế có bề mặt có độ phân cực cao nên độ bền kết dính giữa sợi vô cơ và chất hồ được tăng lên bằng cách tạo tính phân cực cho vật liệu có hàm lượng hydro cao được mô tả ở trên. Tính phân cực có thể được truyền vào sáp paraffin và sáp vi tinh thể bằng cách xử lý oxy hóa. Mặt khác, tính phân cực có thể được truyền cho polyetylen (hoặc copolyme etylen chủ yếu dựa trên etylen) và polypropylen bằng phản ứng copolyme hóa biến tính axit hoặc phản ứng ghép biến tính axit. Quá trình copolyme hóa biến tính axit có thể thực hiện được bằng cách copolyme hóa etylen hoặc propylen với một đồng phân có nhóm carboxyl hoặc nhóm cacbonyl, được đại diện bởi axit maleic hoặc anhydrit maleic. Phản ứng ghép biến tính axit có thể thực hiện được bằng cách cho polyetylen hoặc polypropylen phản ứng với monome có nhóm carboxyl hoặc nhóm cacbonyl, được đại diện bởi axit maleic hoặc anhydrit maleic, với sự có mặt của peroxit.

Sau đây, polyetylen, copolyme etylen chủ yếu dựa trên etylen và polypropylen, được truyền tính phân cực bằng quá trình copolyme hóa biến tính axit hoặc phản ứng ghép biến tính axit, được gọi lần lượt là polyetylen biến tính axit, copolyme etylen biến tính axit, và polypropylen biến tính axit.

Chất hồ được hình thành từ vật liệu mô tả ở trên có hàm lượng hydro cao được sử dụng ở dạng nhũ tương nước (sau đây, chất hồ được điều chế thành nhũ tương nước có thể được gọi là “nhũ tương chất hồ”). Nhũ tương chất hồ thu được bằng cách trộn vật liệu được mô tả ở trên có hàm lượng hydro cao với nước và chất hoạt động bề mặt ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ hóa mềm của vật liệu có hàm lượng hydro cao, tốt hơn là ở nhiệt độ cao hơn 10 °C trở lên so với nhiệt độ hóa mềm, và tốt nhất là ở nhiệt độ cao hơn 20 °C trở lên so với nhiệt độ hóa mềm. Khi nhiệt độ hóa mềm của vật liệu có hàm lượng hydro cao cao hơn 100 °C, quá trình trộn được thực hiện dưới áp suất cao. Khi trộn, do trọng lượng phân tử của vật liệu có hàm lượng hydro cao lớn, nên hỗn hợp có độ nhớt cao ngay cả ở nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ hóa mềm, do đó, quá trình trộn được thực hiện trong điều kiện cắt cao.

Quá trình xử lý gắn chất hồ vào sợi vô cơ được thực hiện bằng cách phun nhũ tương chất hồ lên sợi vô cơ hoặc ngâm sợi vô cơ trong nhũ tương chất hồ. Sau đó, các sợi vô cơ gắn chất hồ được làm khô bằng cách gia nhiệt đến nhiệt độ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ hóa mềm của vật liệu có hàm lượng hydro cao, tốt hơn là nhiệt độ cao hơn 10 °C trở lên so với nhiệt độ hóa mềm, và tốt nhất là nhiệt độ cao hơn 20 °C trở lên so với nhiệt độ hóa mềm, và từ đó thu được bó sợi vô cơ trong đó vật liệu có hàm lượng hydro cao được gắn chặt vào bề mặt sợi vô cơ.

Bó sợi vô cơ thu được theo cách này sau đó được xử lý thành các thành phẩm chẳng hạn như sợi nhỏ, sợi thô và tấm sợi.

Trong số các thành phẩm này, sản phẩm được sản xuất bằng cách sử dụng polyetylen hoặc copolyme etylen chủ yếu dựa trên etylen phù hợp làm vật liệu độn của nhựa etylen, sản phẩm được sản xuất bằng cách sử dụng polypropylen phù hợp làm vật liệu độn của nhựa propylen và sản phẩm được sản xuất bằng cách sử dụng polyetylen biến tính axit, copolyme etylen biến tính axit hoặc polypropylen biến tính axit thích hợp làm vật liệu độn của nhựa polyamit và vật liệu gia cố cho FRP.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, nội dung của sáng chế sẽ được mô tả cụ thể thông qua các ví dụ thí nghiệm.

Trong các ví dụ thí nghiệm sau (ví dụ và ví dụ so sánh), các chất phản ứng và nguyên liệu thô sau đây được sử dụng.

<Nguyên liệu cho thành phần tạo thủy tinh>

- Tro bay: FA1, FA2, FA4, FA5 (thu mua trong và ngoài nước. Thành phần (% khối lượng) được mô tả trong bảng 1).

- Xi đồng: CS (thu mua trong nước. Thành phần (% khối lượng) được mô tả trong bảng 1).

- Đá núi lửa: BA (thu mua ở Nhật Bản. Các thành phần (% khối lượng) được mô tả trong bảng 1).

- Silica: SiO₂ (chất phản ứng, bột)

- Nhôm oxit: Al_2O_3 (chất phản ứng, bột)
- Canxi oxit: CaO (chất phản ứng, bột)
- Canxi cacbonat: CaCO_3 (chất phản ứng, bột)
- Sắt(III) oxit: Fe_2O_3 (chất phản ứng, bột)
- Magie oxit: MgO (chất phản ứng, bột)
- Titan oxit: TiO_2 (chất phản ứng, bột)
- Kali cacbonat: K_2CO_3 (chất phản ứng, bột)
- Axit boric: H_3BO_3 (chất phản ứng, bột)
- <Chất phản ứng cho thành phần chắn neutron>
- Gadolini (đơn chất): Gd (chất phản ứng, bột)
- Gadolini oxit: Gd_2O_3 (chất phản ứng, bột)
- Samari (đơn chất): Sm (chất phản ứng, bột)
- Samari oxit: Sm_2O_3 (chất phản ứng, bột)
- Cadimi (đơn chất): Cd (chất phản ứng, bột)

[Bảng 1]

Thành phần	FA1	FA2	FA4	FA5	BA	CS
Fe_2O_3 (F)	13	9	9	11	19	55
SiO_2 (S)	57	54	62	59	46	35
Al_2O_3 (A)	17	11	18	18	11	5
CaO (C)	6	17	3	4	17	2
Chất khác	7	9	8	8	7	3
Ghi chú	Tro bay				Đá núi lửa	Xi đồng

Theo tùy chọn, việc phân tích thành phần của FA1, FA2, FA4, FA5, CS và BA được thực hiện bằng phương pháp phân tích huỳnh quang tia X.

<Điều chỉnh công thức nguyên liệu thô>

Nguyên liệu thô cho thành phần tạo thủy tinh và chất phản ứng cho thành phần chắn neutron được cân theo tỷ lệ định trước và trộn trong cối để điều chế công thức nguyên liệu thô dạng bột.

<Thí nghiệm tạo sợi và đánh giá khả năng kéo sợi nóng chảy>

Đối với công thức nguyên liệu thô, khả năng kéo sợi nóng chảy của chúng được đánh giá theo quy trình sau. Giản đồ minh của thí nghiệm được minh họa trên Fig.1. Trong Fig.1, lò điện (11) có chiều cao (H) là 60 cm và đường kính ngoài (D) là 50 cm và có lỗ (14) với đường kính (d) 10 cm ở tâm. Mặt khác, 30 g chế phẩm được nạp vào ống Tammann (12) có đường kính trong (ϕ) là 2,1 cm và chiều dài là 10 cm. Theo tùy chọn, một lỗ có đường kính 2 mm được mở ra ở tâm của đáy của ống Tammann (12). Trong quá trình thí nghiệm tính nóng chảy, ống Tammann (12) được giữ ở vị trí định trước trong lỗ (14) của lò điện bằng một thanh treo (13).

Nhiệt độ trong lò điện được tăng lên theo chương trình tăng nhiệt độ định trước và nhiệt độ đạt tối đa bên trong lò được đặt thành 1450 °C. Tại thời điểm này, nhiệt độ bên trong ống Tammann đã được xác nhận trước (vật liệu nóng chảy) tuân theo cấu hình nhiệt độ bên trong lò ở nhiệt độ thấp hơn khoảng 50 °C. Khi công thức nguyên liệu thô được nấu chảy bằng cách gia nhiệt, công thức nguyên liệu thô chảy và rơi xuống từ đáy của ống Tammann do trọng lượng riêng của nó và rắn lại khi tiếp xúc với không khí bên ngoài.

Trong sáng chế, đóng vai trò là chỉ số để đánh giá khả năng kéo sợi nóng chảy, khi công thức nguyên liệu thô nóng chảy trước khi nhiệt độ bên trong lò đạt đến 1450 C, °và vật liệu nóng chảy chảy và rơi xuống tạo thành sợi, nghĩa là khi nóng chảy nhiệt độ của công thức nguyên liệu thô là 1400 °C hoặc thấp hơn và vật liệu nóng chảy có độ nhớt nóng chảy thích hợp để tạo thành sợi, được coi là mức chấp nhận được. Trạng thái nóng chảy của công thức nguyên liệu thô dưới dạng mẫu được phân loại đại khái thành các nhóm từ A đến C sau.

<Xếp hạng đánh giá về khả năng kéo sợi nóng chảy>

A: Tạo thành một sợi.

B: Mẫu không nóng chảy hoặc độ nhớt của vật liệu nóng chảy cao đến mức vật liệu nóng chảy không rơi xuống theo trọng lượng của chính nó và mẫu không tạo thành sợi.

C: Mẫu nóng chảy; tuy nhiên, độ nhớt của vật liệu nóng chảy quá thấp và mẫu trở thành những giọt chất lỏng chảy xuống và không tạo thành sợi.

<Kiểm tra khả năng tạo vảy>

Công thức nguyên liệu thô được đưa vào thí nghiệm tạo vảy (đánh giá khả năng xử lý tạo vảy) theo quy trình sau. Một giản đồ của thí nghiệm được minh họa trên Fig.2.

Công thức nguyên liệu thô được nấu chảy theo quy trình của các bước từ 1 đến 4 sau đây và tạo vảy cho vật liệu nóng chảy.

Bước 1: Khoảng 60 gam công thức nguyên liệu thô (fp) được nạp vào chén nung (21) có đường kính (D1) là 20 mm. Một ống Tammann (22) có đường kính (D2) 10 mm được chuẩn bị riêng. Ống Tammann (22) có lỗ (221) với đường kính lỗ (Φ) là 2 mm ở đáy (hàng trên của Fig.2).

Bước 2: Chén nung (21) được nạp công thức (fp) được nung nóng trong lò điện (23) (bên trái ở hàng giữa của Fig.2). Nhiệt độ của lò điện được nâng lên theo chương trình tăng nhiệt độ định trước. Nhiệt độ bên trong lò tối đa được đặt thành 1450 °C. Được kiểm tra trước rằng nhiệt độ bên trong chén nung (21) và vật liệu nóng chảy (fm) tuân theo cấu hình nhiệt độ bên trong lò ở nhiệt độ thấp hơn khoảng 50 °C

Bước 3: Chén nung (21) sau khi tăng nhiệt độ ngay lập tức được lấy ra khỏi lò điện (23), và ống Tammann (22) được ấn xuống từ đỉnh chén nung (21). Vật liệu nóng chảy chế phẩm vô cơ (fm) bên trong chén nung (21) đi vào ống Tammann (22) qua lỗ (221) (bên phải ở hàng giữa của Fig.2).

Bước 4: Tiếp theo, ống Tammann (22) chứa vật liệu nóng chảy (fm) được lấy ra khỏi chén nung (21), ngay lập tức không khí được thổi với áp suất khoảng 10 MPa qua phần miệng (222) của ống (bên trái hàng dưới của Fig.2). Khi vật liệu nóng chảy (fm) có

độ nhót thích hợp, vật liệu nóng chảy sẽ phồng lên và tạo thành một quả bóng có thành mỏng rộng (fb) (bên phải ở hàng dưới của Fig.2). Quả bóng được nghiền nát để thu được vảy.

Dựa trên kết quả của thí nghiệm tạo vảy dựa trên quy trình được mô tả ở trên, khả năng gia công vảy được đánh giá là a, b và c như sau.

<Xếp hạng đánh giá khả năng gia công vảy>

a: Sau khi trải qua bước 1 đến bước 4, một quả bóng được hình thành.

b: Vì công thức (fp) không bắt đầu nóng chảy hoặc độ nhót của vật liệu nóng chảy cao ngay cả sau khi đến bước 2, nên vật liệu nóng chảy không đi vào ống Tammann (22) qua lỗ (221) ở bước 3.

c: Mặc dù đã đạt được bước 1 đến bước 3, nhưng do độ nhót của vật liệu nóng chảy thấp nên ở Bước 4, vật liệu nóng chảy (fm) chứa trong ống Tammann (22) chảy xuống từ phần miệng (222) và quả bóng không được hình thành.

[Ví dụ 1]

30 phần khối lượng FA1, 10 phần khối lượng FA4, 20 phần khối lượng CS, và 30 phần khối lượng BA là thành phần tạo thủy tinh, và 10 phần khối lượng gadolini (đơn chất) làm thành phần chắn neutron được cân, và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này bao gồm gadolini: 10% khối lượng, SiO_2 : 44% khối lượng, Al_2O_3 : 11% khối lượng, CaO : 8% khối lượng, Fe_2O_3 : 22% khối lượng, và các chất khác: 5% khối lượng. Khối lượng của SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 và các chất khác trong thành phần tạo thủy tinh được tính từ tỷ lệ trộn của từng nguyên liệu thô, cũng như tổng tỷ lệ khối lượng chiếm bởi SiO_2 và Al_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh, tỷ lệ khối lượng của SiO_2 so với tổng SiO_2 và Al_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh, tỷ lệ khối lượng của Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh, và tổng tỷ lệ khối lượng chiếm bởi SiO_2 và Al_2O_3 trong chế phẩm cuối cùng (sợi vô cơ hoặc vảy vô cơ) được thể hiện trong bảng 2. Theo tùy chọn, trong các bảng tiếp theo, các tên viết tắt [S], [A], [C] và [F] cũng sẽ được sử dụng tương ứng cho SiO_2 , Al_2O_3 , CaO và Fe_2O_3 .

Thực hiện thí nghiệm tạo sợi cho công thức nguyên liệu thô này, và kết quả là thu được bó sợi có đường kính khoảng 10 μm . Bó sợi thu được có độ bền đến mức bó sợi không dễ bị cắt ngay cả khi kéo bằng tay. Theo tùy chọn, trong phần mô tả sau đây, thuật ngữ “bó sợi” có thể được sử dụng thay cho “sợi”; tuy nhiên, chúng có cùng ý nghĩa.

Ngoài ra, thí nghiệm gia công vảy được thực hiện đối với công thức nguyên liệu thô này và kết quả là đã thu được một quả bóng có độ dày màng khoảng 800 nm. Quả bóng được nghiền nát để thu được vảy.

Không có đỉnh tinh thể nào được phát hiện trong phổ nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction, XRD) của sợi và vảy, đồng thời sợi và vảy là vô định hình. Các kết quả được mô tả ở trên được thể hiện trong bảng 2. Theo tùy chọn, khi đánh giá tính vô định hình trong các bảng tiếp theo, ký hiệu tham chiếu “A” chỉ rằng mẫu là vô định hình và ký hiệu tham chiếu “B” chỉ rằng phát hiện được các đỉnh kết tinh.

Hơn nữa, tính toán tỷ lệ độ nhiều (mol%) của các nguyên tố được xác định dựa trên tỷ lệ thành phần (% khối lượng) của chế phẩm cuối cùng và các giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) (hàng dưới cùng trong bảng 2).

[Ví dụ 2]

Công thức nguyên liệu thô được điều chế theo cách tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ samari (đơn chất) được sử dụng làm thành phần chắn neutron, và thực hiện thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy. Kết quả được thể hiện trong bảng 2. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, sợi và vảy là vô định hình. Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 2).

[Ví dụ 3]

Công thức nguyên liệu thô được điều chế theo cách tương tự như trong ví dụ 1, ngoại trừ cadimi (đơn chất) được sử dụng làm thành phần chắn neutron, và thực hiện thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy. Kết quả được thể hiện trong bảng 2. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi

và vảy đều vô định hình. Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 2).

[Ví dụ so sánh 1]

Cân 14 phần khối lượng FA2, 44 phần khối lượng FA5, 22 phần khối lượng CS và 20 phần khối lượng BA làm thành phần tạo thủy tinh, và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là SiO_2 : 51% khối lượng, Al_2O_3 : 13% khối lượng, CaO : 8% khối lượng, Fe_2O_3 : 22% khối lượng và các chất khác: 7% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Các kết quả được thể hiện trong bảng 2. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô này. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Theo tùy chọn, vì sợi và vảy thu được không bao gồm các thành phần chắn neutron, tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì có giá trị rất thấp, chẳng hạn như 3 (hàng dưới cùng trong bảng 2).

[Bảng 2]

Chế phẩm	Tên viết tắt, Tên	Ví dụ tham chiếu (chì)	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ so sánh 1
Tỷ lệ trộn nguyên liệu	FA1		30			
	FA2					14
	FA4		10			
	FA5					44
	CS		20			22
	BA		30			20
	Đơn chất Gd		10			
	Đơn chất Sm			10		
	Đơn chất Cd				10	
	Tổng [phần theo khối lượng]		100			
Các thành phần của chế phẩm cuối cùng	SiO ₂ [S]		44			51
	Al ₂ O ₃ [A]		11			13
	CaO [C]		8			8
	Fe ₂ O ₃ [F]		22			22
	Các chất khác		5			7
	Tổng con [WG]		90			100

Chế phẩm		Tên viết tắt, Tên	Ví dụ tham chiếu (chì)	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ so sánh 1	
	Thành phần chấn bức xạ neutron [% khối lượng]	Nguyên tố Gd		10			0	
		Nguyên tố sm			10			
		Nguyên tố cd				10		
		Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh				0,62		0,63
		Tỷ lệ khối lượng của [S] so với [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh				0,80		0,80
Chỉ số		Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [F] trong thành phần tạo thủy tinh				0,24		0,22
		Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong chế phẩm cuối cùng				0,55		0,63
		Khả năng kéo sợi		A	A	A	A	
		Khả năng gia công vảy		a	a	a	a	
		Tính vô định hình		○	○	○	○	
	Tỷ lệ chấn bức xạ neutron tương đối so với chì (N/N _{Pb})	1	489	62	37	3		

[Ví dụ 4]

33 phần khối lượng FA1, 11 phần khối lượng FA2, 6 phần khối lượng FA4, 22 phần khối lượng CS, và 11 phần khối lượng BA là thành phần tạo thủy tinh, và 17 phần khối lượng gadolini (đơn chất) làm thành phần chắn neutron được cân và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini: 17% khối lượng, SiO_2 : 41% khối lượng, Al_2O_3 : 10% khối lượng, CaO : 6% khối lượng, Fe_2O_3 : 20% khối lượng, và các chất khác: 6% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 3. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 3).

[Ví dụ 5]

Cân 70 phần khối lượng FA5 làm thành phần tạo thủy tinh và 30 phần khối lượng gadolini (đơn chất) làm thành phần chắn neutron và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini: 30% khối lượng, SiO_2 : 42% khối lượng, Al_2O_3 : 13% khối lượng, CaO : 3% khối lượng, Fe_2O_3 : 8% khối lượng, và các chất khác: 6% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 3. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 3).

[Ví dụ 6]

Cân 65 phần khối lượng FA5 làm thành phần tạo thủy tinh và 35 phần khối lượng gadolini (đơn chất) làm thành phần chắn neutron và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini: 35% khối lượng, SiO_2 : 39% khối lượng, Al_2O_3 : 12% khối lượng, CaO : 2% khối lượng, Fe_2O_3 : 7% khối lượng, và các chất khác: 5% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 3. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

[Ví dụ 7]

30 phần khối lượng FA1, 10 phần khối lượng FA2, 5 phần khối lượng FA4, 20 phần khối lượng CS, và 10 phần khối lượng BA là thành phần tạo thủy tinh, và 25 phần khối lượng gadolini oxit (Gd_2O_3) làm thành phần chắn neutron được cân và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 25% khối lượng, SiO_2 : 37% khối lượng, Al_2O_3 : 9% khối lượng, CaO : 6% khối lượng, Fe_2O_3 : 18% khối lượng, và các chất khác: 4% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 3. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 3).

[Ví dụ 8]

Công thức nguyên liệu thô được điều chế theo cách tương tự như trong ví dụ 7, ngoại trừ việc sử dụng 15 phần khối lượng CS, và 30 phần khối lượng gadolini oxit (Gd_2O_3).

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 30% khối lượng, SiO_2 : 36% khối lượng, Al_2O_3 : 9% khối lượng, CaO : 6% khối lượng, Fe_2O_3 : 16% khối lượng, và các chất khác: 5% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 3. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 3).

[Ví dụ 9]

35 phần khối lượng FA1, 5 phần khối lượng FA2, 20 phần khối lượng CS, và 5 phần khối lượng BA là thành phần tạo thủy tinh, và 35 phần khối lượng gadolini oxit là thành phần chắn neutron được cân, và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 35% khối lượng, SiO_2 : 32% khối lượng, Al_2O_3 : 8% khối lượng, CaO : 4% khối lượng, Fe_2O_3 : 17% khối lượng, và các chất khác: 4% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 3. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 3).

[Bảng 3]

Chế phẩm	Tên viết tắt	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7	Ví dụ 8	Ví dụ 9
Tỷ lệ trộn nguyên liệu	Thành phần tạo thủy tinh [phần theo khối lượng]						
	FA1	33			30	30	35
	FA2	11			10	10	5
	FA4	6			5	5	
	FA5		70	65			
	CS	22			20	15	20
	BA	11			10	10	5
Các thành phần của chế phẩm cuối cùng	Thành phần chắn bức xạ neutron [phần theo khối lượng]						
	Tổng [phần theo khối lượng]	100	100	100	100	100	100
	SiO ₂ [S]	41	42	39	37	36	32
	Al ₂ O ₃ [A]	10	13	12	9	9	8
	CaO [C]	6	3	2	6	6	4
	Fe ₂ O ₃ [F]	20	8	7	18	16	17
	Các chất khác	6	6	5	5	4	4
	Tổng con [WG]	83	70	65	75	70	65

Chế phẩm	Tên viết tắt		Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7	Ví dụ 8	Ví dụ 9
	Thành phần chấn bức xạ neutron [% khối lượng]	Đơn chất Gd Gd ₂ O ₃	17	30	35			
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh		0,62	0,77		0,62	0,63	0,62
	Tỷ lệ khối lượng của [S] so với [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh		0,80	0,77		0,80	0,80	0,80
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [F] trong thành phần tạo thủy tinh		0,24	0,11	0,11	0,24	0,22	0,26
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong chế phẩm cuối cùng		0,51	0,54	0,51	0,46	0,44	0,40
	Khả năng kéo sợi		A	A	A	A	A	A
Chỉ số	Khả năng gia công vảy		a	a	a	a	a	a
	Tính vô định hình		○	○	○	○	○	○
	Tỷ lệ chấn bức xạ neutron tương đối so với chì (N/N _{Pb})		863	1566	1883	1253	1561	1963

[Ví dụ 10]

Cân 60 phần khối lượng FA5 làm thành phần tạo thủy tinh và 40 phần khối lượng gadolini (đơn chất) làm thành phần chắn neutron và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini: 40% khối lượng, SiO_2 : 36% khối lượng, Al_2O_3 : 11% khối lượng, CaO : 2% khối lượng, Fe_2O_3 : 6% khối lượng, và các chất khác: 5% khối lượng. Theo tùy chọn, tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,11.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 4. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình. Phổ XRD được minh họa trên Fig.3.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 4).

[Ví dụ so sánh 2]

Công thức nguyên liệu thô được điều chế theo cách tương tự như trong ví dụ 10, ngoại trừ FA1: 30 phần theo khối lượng, FA4: 10 phần theo khối lượng và BA: 20 phần theo khối lượng được sử dụng làm thành phần tạo thủy tinh thay vì FA5: 60 phần theo khối lượng.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini: 40% khối lượng, SiO_2 : 33% khối lượng, Al_2O_3 : 9% khối lượng, CaO : 5% khối lượng, Fe_2O_3 : 9% khối lượng, và các chất khác: 4% khối lượng. Theo tùy chọn, tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,15.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Các kết quả được thể hiện trong bảng 4. Do

nguyên liệu nóng chảy của công thức nguyên liệu thô này có độ nhớt nóng chảy thấp, nên không thể tạo thành sợi trong thí nghiệm kéo sợi nóng chảy. Tương tự như vậy, cũng trong thí nghiệm gia công vảy, độ nhớt nóng chảy của vật liệu nóng chảy quá thấp và không thể hình thành quả bóng. Theo tùy chọn, trong phổ XRD của vật liệu đã nóng chảy và hóa cứng, các đỉnh bắt nguồn từ pha tinh thể đã được phát hiện (Fig.3).

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 4).

[Ví dụ 11]

Công thức nguyên liệu thô được điều chế theo cách tương tự như trong ví dụ 10, ngoại trừ gadolini oxit: 40 phần theo khối lượng được sử dụng làm thành phần chắn neutron thay vì đơn chất gadolini: 40 phần theo khối lượng.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 40% khối lượng, SiO_2 : 36% khối lượng, Al_2O_3 : 11% khối lượng, CaO : 2% khối lượng, Fe_2O_3 : 6% khối lượng, và các chất khác: 5% khối lượng. Theo tùy chọn, tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,11.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 4. Sợi và vảy đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 4).

[Ví dụ so sánh 3]

Công thức nguyên liệu thô được điều chế theo cách tương tự như trong ví dụ 10, ngoại trừ FA1: 35 phần theo khối lượng, FA2: 5 phần theo khối lượng, CS:

13 phần theo khối lượng và BA: 8 phần theo khối lượng được sử dụng làm thành phần tạo thủy tinh thay vì FA5: 60 phần theo khối lượng.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 40% khối lượng, SiO_2 : 31% khối lượng, Al_2O_3 : 8% khối lượng, CaO : 4% khối lượng, Fe_2O_3 : 14% khối lượng, và các chất khác: 3% khối lượng. Theo tùy chọn, tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,23.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Các kết quả được thể hiện trong bảng 4. Do nguyên liệu nóng chảy của công thức nguyên liệu thô này có độ nhớt nóng chảy thấp, nên không thể tạo thành sợi trong thí nghiệm kéo sợi nóng chảy. Tương tự như vậy, cũng trong thí nghiệm gia công vảy, độ nhớt nóng chảy của vật liệu nóng chảy quá thấp và không thể hình thành quả bóng. Theo tùy chọn, từ phân tích XRD, đã tìm thấy rằng vật liệu nóng chảy bao gồm thành phần tinh thể.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 4).

[Ví dụ 12]

Cân 55 phần khối lượng FA5 làm thành phần tạo thủy tinh và 45 phần khối lượng gadolini oxit làm thành phần chắn neutron, và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 40% khối lượng, SiO_2 : 33% khối lượng, Al_2O_3 : 10% khối lượng, CaO : 2% khối lượng, Fe_2O_3 : 6% khối lượng, và các chất khác: 5% khối lượng. Theo tùy chọn, tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,11.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 4. Sợi và vảy

đạt yêu cầu được hình thành từ công thức nguyên liệu thô. Hơn nữa, cả sợi và vảy đều vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 4).

[Ví dụ so sánh 4]

Cân 40 phần khối lượng FA5 làm thành phần tạo thủy tinh và 60 phần khối lượng gadolini oxit làm thành phần chắn neutron, và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 60% khối lượng, SiO_2 : 24% khối lượng, Al_2O_3 : 7% khối lượng, CaO : 1% khối lượng, Fe_2O_3 : 4% khối lượng, và các chất khác: 3% khối lượng. Theo tùy chọn, tỷ lệ (tỷ lệ khối lượng) chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,11.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy và thí nghiệm gia công vảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Các kết quả được thể hiện trong bảng 4. Do nguyên liệu nóng chảy của công thức nguyên liệu thô này có độ nhớt nóng chảy thấp, nên không thể tạo thành sợi trong thí nghiệm kéo sợi nóng chảy. Tương tự như vậy, cũng trong thí nghiệm gia công vảy, độ nhớt nóng chảy của vật liệu nóng chảy quá thấp và không thể hình thành quả bóng. Theo tùy chọn, từ phân tích XRD, đã phát hiện rằng vật liệu nóng chảy bao gồm một thành phần tinh thể.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 4).

[Bảng 4]

Chế phẩm	Tên viết tắt	Ví dụ 10	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ 11	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ 12	Ví dụ so sánh 4
Tỷ lệ trộn nguyên liệu	Thành phần tạo thủy tinh [phần theo khối lượng]		30		35		
	FA2				5		
	FA4		10				
	FA5	60		60		55	40
	CS				13		
	BA		20		8		
Các thành phần của chế phẩm cuối cùng	Thành phần chấn bức xạ neutron [phần theo khối lượng]	40	40				
	Gd ₂ O ₃			40	40	45	60
	Tổng [phần theo khối lượng]	100	100	100	100	100	100
	SiO ₂ [S]	36	33	36	31	33	24
	Al ₂ O ₃ [A]	11	9	11	8	10	7
	CaO [C]	2	5	2	4	2	1
	Fe ₂ O ₃ [F]	6	9	6	14	6	4
	Các chất khác	5	4	5	3	5	3
	Tổng con [WG]	60	60	60	60	55	40

Chế phẩm	Tên viết tắt	Ví dụ 10	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ 11	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ 12	Ví dụ so sánh 4
	Thành phần chấn bức xạ neutron [% khối lượng]	40	40	0	0	0	0
	Đơn chất Gd			40	40	45	60
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh	0,77	0,69	0,77	0,65	0,77	0,77
	Tỷ lệ khối lượng của [S] so với [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh	0,77	0,78	0,77	0,80	0,77	0,77
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [F] trong thành phần tạo thủy tinh	0,11	0,15	0,11	0,23	0,11	0,11
Chỉ số	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong chế phẩm cuối cùng	0,46	0,42	0,46	0,39	0,43	0,31
	Khả năng kéo sợi	A	C	A	C	A	C
	Khả năng gia công vảy	a	c	a	c	a	c
	Tính vô định hình	O	×	O	×	O	×
	Tỷ lệ chấn bức xạ neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb})	2221	2214	2239	2321	2672	4359

Dựa trên việc so sánh ví dụ 10 với ví dụ so sánh 2 và so sánh ví dụ 11 với ví dụ so sánh 3, trong trường hợp hàm lượng của thành phần chắn neutron lớn hơn 35% khối lượng, thì không thu được sợi hay vảy từ chế phẩm vô cơ khi tỉ lệ khối lượng của Fe_2O_3 chiếm trong thành phần tạo thủy tinh từ 0,15 trở lên. Ngoài ra, trong trường hợp hàm lượng chiếm bởi thành phần chắn neutron trong chế phẩm lớn hơn 50% khối lượng, thì rõ ràng là không thể thu được sợi hoặc vảy ngay cả khi tỷ lệ khối lượng chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh nhỏ hơn 0,15.

[Ví dụ 13-17 và ví dụ so sánh 5]

Các thí nghiệm tương tự được thực hiện bằng cách sử dụng đơn chất samari và samari oxit (Sm_2O_3) làm thành phần chắn neutron. Các kết quả được thể hiện cùng với chế phẩm trộn của nguyên liệu thô và thành phần chế phẩm của chế phẩm cuối cùng (bảng 5).

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (hàng dưới cùng trong bảng 5). Theo cách tương tự như trong trường hợp sử dụng đơn chất gadolini và gadolini oxit, sợi và vảy đạt yêu cầu thu được ngay cả khi sử dụng đơn chất samari và samari oxit (ví dụ 13 đến 17). Tuy nhiên, tương tự như trường hợp được thấy trong ví dụ so sánh 4, cả sợi và vảy đều không thu được từ chế phẩm của ví dụ so sánh 5 trong đó hàm lượng chiếm bởi thành phần chắn neutron (samari oxit) trong chế phẩm này lớn hơn 50% khối lượng.

[Bảng 5]

Chế phẩm	Tên viết tắt	Ví dụ 13	Ví dụ 14	Ví dụ 15	Ví dụ 16	Ví dụ 17	Ví dụ so sánh 5
Tỷ lệ trộn nguyên liệu	Thành phần tạo thủy tinh [phần theo khối lượng]	FA1	40				
		FA2	10				
		FA4	10				
		FA5		70	60	50	40
		CS	20				
		BA	30	30			
	Thành phần chấn bức xạ nơtron [phần theo khối lượng]	Đơn chất Sm	10	20			
Các thành phần của chế phẩm cuối cùng	Tổng [phần theo khối lượng]	Sm ₂ O ₃		30	40	50	60
			100	100	100	100	100
	Thành phần tạo thủy tinh [% khối lượng]	SiO ₂ [S]	44	42	36	30	24
		Al ₂ O ₃ [A]	11	11	11	9	7
		CaO [C]	8	9	2	2	1
		Fe ₂ O ₃ [F]	22	12	8	6	4
		Các chất khác	5	6	5	4	3
	Tổng con [WG]		90	80	70	60	40

Chế phẩm	Tên viết tắt	Ví dụ 13	Ví dụ 14	Ví dụ 15	Ví dụ 16	Ví dụ 17	Ví dụ so sánh 5
Thành phần chất bức xạ neutron [% khối lượng]	Đơn chất Sm	10	20				
	Sm ₂ O ₃			30	40	50	60
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh	0,62			0,67		0,77
	Tỷ lệ khối lượng của [S] so với [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh	0,80			0,79		0,77
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [F] trong thành phần tạo thủy tinh	0,24			0,15		0,11
Chỉ số	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong chế phẩm cuối cùng	0,55	0,53	0,54	0,46	0,39	0,31
	Khả năng kéo sợi	A	A	A	A	A	C
	Khả năng gia công vảy	a	a	a	a	a	c
	Tính vô định hình	○	○	○	○	○	×
	Tỷ lệ chất bức xạ neutron tương đối so với chì (N/N _{Pb})	62	121	184	272	383	525

Trong ví dụ 18 và ví dụ thí nghiệm 19 và ví dụ so sánh 6-9 được trình bày bên dưới, khả năng chống xuống cấp do bức xạ cũng được đánh giá cho từng chế phẩm bên cạnh việc đánh giá khả năng kéo sợi của chế phẩm. Việc đánh giá khả năng chống xuống cấp do bức xạ được thực hiện bằng quang phổ tuổi thọ triệt tiêu positron (Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy, PALS).

[Ví dụ thí nghiệm 19]

40 phần khối lượng FA1, 10 phần khối lượng FA2, 15 phần khối lượng BA và 20 phần khối lượng CaCO_3 (chất phản ứng) là thành phần tạo thủy tinh và 15 phần khối lượng gadolini oxit là thành phần chắn neutron được cân, và công thức nguyên liệu thô được điều chế.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 15% khối lượng, SiO_2 : 35% khối lượng, Al_2O_3 : 9% khối lượng, CaO : 18% khối lượng, Fe_2O_3 : 9% khối lượng, và các chất khác: 14% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 6. Sợi đạt yêu cầu thu được từ công thức nguyên liệu thô này. Hơn nữa, sợi là vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (bảng 6).

Tiếp theo, vật liệu đã nóng chảy và hóa cứng của công thức nguyên liệu thô được nghiền thành bột mịn, và sản phẩm nghiền mịn được chia thành mẫu để chiếu xạ và mẫu không chiếu xạ.

Mẫu để chiếu xạ được chiếu xạ khoảng 1,45 gigagray (GGy) sử dụng chùm tia điện tử làm nguồn bức xạ để thu được mẫu được chiếu xạ.

Phép đo tuổi thọ positron được thực hiện cho từng mẫu được chiếu xạ và mẫu không được chiếu xạ thu được theo cách này, bằng cách sử dụng thiết bị như

trong Fig.4. Natri clorua trong đó một phần natri được thế bằng một đồng vị natri, ^{22}Na , được sử dụng làm nguồn chùm positron. Trong Fig.4, nguồn chùm positron (31) có dạng tấm phẳng có kích thước 10 mm ở mỗi cạnh trong số bốn cạnh và được bọc bằng một lá titan (không được minh họa trên sơ đồ). Vật liệu nhấp nháy thứ nhất (32a) để đo tia gamma được cung cấp bên dưới nguồn chùm positron (31) và đèn nhân quang thứ nhất (33a) được nối với vật liệu nhấp nháy thứ nhất (32a). Bộ phân biệt biên độ xung thứ nhất (34a) được kết nối với đèn nhân quang thứ nhất (33a). Tín hiệu được bắt bởi vật liệu nhấp nháy thứ nhất (32a) đi qua đèn nhân quang thứ nhất (33a) và bộ phân biệt biên độ xung thứ nhất (34a) được đưa vào bộ xử lý dữ liệu (35) thông qua kênh thứ nhất (36a). Bộ xử lý dữ liệu (35) bao gồm một dao động ký kỹ thuật số (37). Ở đây, bộ phân biệt biên độ xung thứ nhất (34a) truyền tín hiệu đến bộ xử lý dữ liệu (35) khi bộ phân biệt biên độ xung thứ nhất (34a) phát hiện một tia γ 1,28 MeV, được phát ra khi ^{22}Na trải qua quá trình phân rã β^+ . Bằng cách cài đặt dao động ký kỹ thuật số (37), khi tín hiệu được nhập vào từ kênh thứ nhất (36a), bộ xử lý dữ liệu (35) ghi lại thời gian (t_0) và đồng thời bắt đầu đo thời gian.

Một mẫu (S) được đưa vào để đo tuổi thọ positron được chứa trong hộp chứa hỗ trợ mẫu (không được minh họa trên sơ đồ) chứa một lượng mẫu bột được xác định trước. Một vật liệu nhấp nháy thứ hai (32b) được lắp phía trên nguồn chùm positron (31) mà mẫu (S) được đặt trên đó. Đèn nhân quang thứ hai (33b) được kết nối với vật liệu nhấp nháy thứ hai (32b). Bộ phân biệt biên độ xung thứ hai (34b) được kết nối với đèn nhân quang thứ hai (33b). Tín hiệu được bắt bởi vật liệu nhấp nháy thứ hai (32b) đi qua đèn nhân quang thứ hai (33b) và bộ phân biệt biên độ xung thứ hai (34b) và được đặt thành bộ xử lý dữ liệu (35) thông qua kênh thứ hai (36b). Ở đây, bộ phân biệt biên độ xung thứ hai (34b) gửi tín hiệu đến bộ xử lý dữ liệu (35) khi bộ phân biệt biên độ xung thứ hai (34b) phát hiện một tia γ 0,511 MeV, được phát ra khi hủy cặp electron. Bộ xử lý dữ liệu (35) ghi lại thời gian đầu vào từ kênh thứ hai (36b).

Phép đo được mô tả ở trên được tiếp tục trong khoảng 24 giờ, số lần đếm tia γ 0,511 MeV được tích lũy theo thời gian và thu được phổ tuổi thọ positron (phổ PALS) (Fig.5). Do thời gian triệt tiêu này lan rộng do chênh lệch về khoảng cách di chuyển của positron, nên phổ thời gian có đỉnh cực đại tại thời điểm bắt đầu phép đo (t_0) và số lần đếm giảm dần theo thời gian. Ở đây, thời điểm mà tại đó số lần đếm trở thành 10^{-3} so với số lần đếm của vật liệu nháp nhảy ở thời điểm đỉnh cực đại (t_0) (giá trị chuẩn hóa: 1), được chỉ định là giá trị đại diện (t_1) của thời gian triệt tiêu của mẫu (sau đây, biểu thức “giá trị đại diện của thời gian triệt tiêu” được gọi ngắn gọn là “thời gian triệt tiêu”).

Phép đo tương tự cũng được thực hiện đối với mẫu được chiếu xạ và thu được phổ PALS. Phổ PALS đã chuẩn hóa gần như trùng lặp với phổ PALS của mẫu không được chiếu xạ. Do đó, tỷ lệ (t_1'/t_1) của thời gian triệt tiêu (t_1') của mẫu được chiếu xạ và thời gian triệt tiêu (t_1) của mẫu không được chiếu xạ là 1,0.

Kết quả thí nghiệm trong đó phổ PALS gần như trùng lặp ngay cả khi mẫu được chiếu xạ và giá trị t_1'/t_1 là 1,0 cho thấy vi cấu trúc của chế phẩm vô cơ này hầu như không thay đổi trước và sau khi chiếu xạ, tức là, chế phẩm vô cơ này có khả năng chống xuống cấp do bức xạ tốt.

[Ví dụ 18]

Cân 75 phần khối lượng FA5 và 15 phần khối lượng CaCO_3 (chất phản ứng) làm thành phần tạo thủy tinh, và 10 phần khối lượng gadolini oxit làm thành phần chặn neutron và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 10% khối lượng, SiO_2 : 44% khối lượng, Al_2O_3 : 14% khối lượng, CaO : 11% khối lượng, Fe_2O_3 : 8% khối lượng, và các chất khác: 7% khối lượng.

Thí nghiệm kéo sợi nóng chảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này. Kết quả được thể hiện trong bảng 6. Sợi đạt yêu cầu thu được từ công thức nguyên liệu thô này. Hơn nữa, sợi là vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) đã được tính toán (bảng 6) theo cách tương tự như trong ví dụ 1.

Đối với vật liệu đã nóng chảy và hóa cứng, phổ PALS của mẫu không chiếu xạ và mẫu chiếu xạ được xác định bằng phương pháp PALS theo cách tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 19. Kết quả là, phổ PALS của mẫu không được chiếu xạ (mẫu trước khi được chiếu xạ) và mẫu được chiếu xạ (mẫu sau khi được chiếu xạ) gần như trùng lặp nhau. Do đó, tỷ lệ (t_1'/t_1) của thời gian triệt tiêu (t_1') của mẫu được chiếu xạ và thời gian triệt tiêu (t_1) của mẫu không được chiếu xạ là 1,0.

[Ví dụ so sánh 6]

16 phần khối lượng SiO_2 (chất phản ứng), 4 phần khối lượng Al_2O_3 (chất phản ứng), 2 phần khối lượng Fe_2O_3 (chất phản ứng), 8 phần khối lượng CaO (chất phản ứng), 1 phần khối lượng của MgO (chất phản ứng), 1 phần khối lượng TiO_2 (chất phản ứng) và 1 phần khối lượng K_2CO_3 (chất phản ứng) được cân và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là SiO_2 : 50% khối lượng, Al_2O_3 : 12% khối lượng, CaO : 26% khối lượng, Fe_2O_3 : 5% khối lượng và các chất khác: 6% khối lượng.

Kéo sợi nóng chảy đã được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này, và kết quả là đã thu được sợi (bảng 6). Theo tùy chọn, vật liệu nóng chảy là vô định hình.

Đối với vật liệu đã nóng chảy và hóa cứng, phổ PALS của mẫu không chiếu xạ và mẫu chiếu xạ được xác định theo cách tương tự như trong ví dụ 18. Kết quả

là, những thay đổi trong phổ PALS của mẫu không chiếu xạ và mẫu chiếu xạ đã được phát hiện (Fig.6). Tức là thời gian triệt tiêu (t_1') của mẫu được chiếu xạ ngắn hơn thời gian triệt tiêu (t_1) của mẫu không được chiếu xạ. Cụ thể, giá trị của t_1'/t_1 là 0,6.

Từ thực tế là những thay đổi xảy ra trong phổ PALS của mẫu không chiếu xạ và mẫu chiếu xạ, có thể suy đoán rằng những thay đổi nhất định đã xảy ra trong vi cấu trúc của mẫu khi được chiếu xạ.

[Ví dụ so sánh 7]

Cân 75 phần khối lượng FA5 và 18 phần khối lượng CaCO_3 (chất phản ứng) làm thành phần tạo thủy tinh, và 7 phần khối lượng gadolini oxit làm thành phần chắn neutron, và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Các thành phần có trong công thức nguyên liệu thô này là gadolini oxit: 7% khối lượng, SiO_2 : 44% khối lượng, Al_2O_3 : 14% khối lượng, CaO : 13% khối lượng, Fe_2O_3 : 8% khối lượng, và các chất khác: 14% khối lượng.

Kéo sợi nóng chảy đã được áp dụng cho công thức nguyên liệu thô này, và kết quả là đã thu được sợi đạt yêu cầu. Sợi thu được là vô định hình.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (bảng 6).

Đối với vật liệu đã nóng chảy và hóa cứng, phổ PALS của mẫu không chiếu xạ và mẫu chiếu xạ được xác định theo cách tương tự như trong ví dụ 18. Kết quả là, phát hiện những thay đổi trong phổ PALS của mẫu không được chiếu xạ và mẫu được chiếu xạ, theo cách tương tự như trong ví dụ so sánh 6. Tuy nhiên, mức độ thay đổi của chúng nhỏ hơn mức độ thay đổi được thể hiện trong ví dụ so sánh 6. Giá trị của t_1'/t_1 là 0,7.

[Ví dụ so sánh 8]

Các thí nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như trong ví dụ so sánh 7, ngoại trừ lượng CaCO_3 (chất phản ứng) được thay đổi thành 17 phần theo khối lượng và lượng gadolini oxit được thay đổi thành 8 phần theo khối lượng. Các kết quả được thể hiện trong bảng 6.

Đối với vật liệu đã nóng chảy và hóa cứng, phổ PALS của mẫu không chiếu xạ và mẫu chiếu xạ được xác định theo cách tương tự như trong ví dụ 18. Kết quả là, phát hiện những thay đổi trong phổ PALS của mẫu không được chiếu xạ và mẫu được chiếu xạ, theo cách tương tự như trong ví dụ so sánh 6. Tuy nhiên, mức độ thay đổi của chúng nhỏ hơn nhiều so với mức độ thay đổi được thể hiện trong ví dụ so sánh 7. Giá trị của t_1'/t_1 là 0,8.

[Ví dụ so sánh 9]

Cân 35 phần khối lượng FA5 và 5 phần khối lượng H_3BO_3 (chất phản ứng) làm thành phần tạo thủy tinh, và 60 phần khối lượng gadolini oxit làm thành phần chắn neutron, và điều chế được công thức nguyên liệu thô.

Kéo sợi nóng chảy được thực hiện cho công thức nguyên liệu thô này; tuy nhiên, vật liệu nóng chảy chỉ chảy xuống và không thu được sợi nào (bảng 6).

Theo tùy chọn, từ phân tích XRD, phát hiện được rằng vật liệu nóng chảy bao gồm thành phần tinh thể.

Giá trị của tỷ lệ chắn neutron tương đối so với chì (N/N_{Pb}) được tính theo cách tương tự như trong ví dụ 1 (bảng 6).

Không có thay đổi nào được ghi nhận trong phổ PALS của chế phẩm bị chiếu xạ bằng bức xạ. Giá trị của t_1'/t_1 là 1,0.

[Bảng 6]

Chế phẩm	Tên viết tắt, Tên	Ví dụ so sánh 6	Ví dụ so sánh 7	Ví dụ so sánh 8	Ví dụ 18	Ví dụ thí nghiệm 19	Ví dụ so sánh 9
Tỷ lệ trộn nguyên liệu thô	FA1					40	
	FA2					10	
	FA5		75	75	75		35
	BA					15	
	CaCO3 [Chất phản ứng]		18	17	15	20	
	SiO ₂ [Chất phản ứng]	16					
	Al ₂ O ₃ [Chất phản ứng]	4					
	Fe ₂ O ₃ [Chất phản ứng]	2					
	CaO [Chất phản ứng]	8					
	MgO [Chất phản ứng]	1					
	TiO ₂ [Chất phản ứng]	1					
	K ₂ CO ₃ [Chất phản ứng]	1					
	H ₃ BO ₃ [Chất phản ứng]						5
	Thành phần chấn nơtron [phần theo khối lượng]		0	7	8	10	15

Chế phẩm	Tên viết tắt, Tên	Ví dụ so sánh 6	Ví dụ so sánh 7	Ví dụ so sánh 8	Ví dụ 18	Ví dụ thí nghiệm 19	Ví dụ so sánh 9
	Tổng [phần theo khối lượng]	32	100	100	100	100	100
Các thành phần của chế phẩm cuối cùng	SiO ₂ [S]	50	44	44	44	35	21
	Al ₂ O ₃ [A]	12	14	14	14	9	6
	Thành phần tạo thủy tinh [% khối lượng]	26	13	12	11	18	1
	Fe ₂ O ₃ [F]	5	8	8	8	9	4
	Các chất khác	6	14	14	13	14	8
	Tổng con [WG]	100	93	92	90	85	40
	Thành phần chần nơtron [% khối lượng]	0	7	8	10	15	60
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong thành phần tạo thủy tinh	0,62	0,62	0,63	0,64	0,52	0,68
	Tỷ lệ khối lượng của [S] so với [S] + [A]	0,80	0,77	0,77	0,77	0,79	0,77
	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [F] trong thành phần tạo thủy tinh	0,05	0,09	0,09	0,09	0,11	0,09
Chỉ số	Tỷ lệ khối lượng chiếm bởi [S] + [A] trong chế phẩm cuối cùng	0,58	0,58	0,58	0,58	0,45	0,27
	Khả năng kéo sợi	A	A	A	A	A	C
	Tính vô định hình	○	○	○	○	○	×
	Tỷ lệ chần bức xạ nơtron tương đối so với chì (N/N _{Pb})	2	299	344	400	686	4815

Chế phẩm		Tên viết tắt, Tên	Ví dụ so sánh 6	Ví dụ so sánh 7	Ví dụ so sánh 8	Ví dụ 18	Ví dụ thí nghiệm 19	Ví dụ so sánh 9
	Khả năng chống xuống cấp do bức xạ (t1'/t1)		0,6	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0

Fig.7 là biểu đồ minh họa mối quan hệ giữa hàm lượng gadolini oxit trong chế phẩm và giá trị của $t1'/t1$ (không có đơn vị), có thể được gọi là chỉ số về khả năng chống xuống cấp do bức xạ, dựa trên kết quả của bảng 6. Trong các thí nghiệm được thực hiện trong các ví dụ so sánh 6, 7 và 8 như mô tả ở trên, đã quan sát thấy các dấu hiệu cải thiện khả năng chống xuống cấp do bức xạ tăng do hàm lượng gadolini oxit được thêm vào để tạo các đặc tính chắn neutron cho chế phẩm; tuy nhiên, phát hiện được một hiệu ứng mới là khi hàm lượng đạt tới 10% khối lượng trở lên, chế phẩm này có khả năng chống bức xạ cực kỳ tốt và toàn diện.

Sợi vô cơ được sản xuất (mẫu I) từ chế phẩm vô cơ của ví dụ 18 (hàm lượng gadolini oxit: 10% khối lượng) bằng cách sử dụng cơ sở sản xuất hàng loạt. Tương tự, sợi vô cơ được tạo (mẫu II) từ chế phẩm vô cơ của ví dụ so sánh 6 (hàm lượng gadolini oxit: 0% khối lượng). Ngoài ra, sợi bazan bán sẵn (mẫu III) và sợi thủy tinh (mẫu IV) cũng được dùng để so sánh.

Các mẫu sợi từ I đến IV được mô tả ở trên được sắp xếp cạnh nhau theo thứ tự trên bàn thí nghiệm và chụp ảnh bức xạ neutron. Trong Fig.8, mẫu I (hàm lượng gadolini oxit: 10% khối lượng), mẫu II (hàm lượng gadolini oxit: 0% khối lượng), mẫu III (sợi bazan) và mẫu IV (sợi thủy tinh) được minh họa theo thứ tự từ bên trái ở hàng trên. Hàng dưới của Fig.8 minh họa các hình chụp X quang neutron thu được bằng cách chiếu xạ đồng thời các mẫu này bằng neutron mà không làm thay đổi vị trí của các mẫu. Trong sơ đồ, từ bên trái, (I), (II), (III) và (IV) tương ứng với các mẫu sợi từ I đến IV. Từ đó, chứng tỏ rằng sợi của mẫu I (hàm lượng gadolini oxit: 10% khối lượng) chắn neutron, trong khi tất cả sợi khác truyền neutron.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Chế phẩm vô cơ theo sáng chế có đặc tính chắn neutron và do đó hữu ích làm vật liệu cho các bộ phận tiếp xúc với neutron. Ngoài ra, chế phẩm vô cơ theo sáng chế có thể dễ dàng được gia công thành sợi hoặc vảy. Do đó, khi chế phẩm vô cơ được tổng hợp với nhựa, cao su, xi măng và các vật liệu khác, thì chế phẩm vô cơ không chỉ có thể cung cấp các đặc tính chắn neutron cho chúng mà còn có chức năng như một vật liệu gia cố cho các vật liệu được mô tả ở trên nhờ hình dạng hoặc vảy. Sợi được xử lý thành sợi nhỏ, sợi thô và tấm sợi theo các phương pháp thông thường.

Như đã đề cập ở trên, khi các vảy hình thành từ chế phẩm vô cơ theo sáng chế được thêm vào nhựa nhiệt dẻo, các vảy này được định hướng thành các lớp trong sản phẩm đúc nhựa do lực cắt được tạo trong quy trình đúc phun nhựa nhiệt dẻo, và kết quả là, hiệu ứng chắn neutron được thể hiện một cách hiệu quả. Tương tự, khi các vảy hình thành từ chế phẩm vô cơ theo sáng chế được thêm vào vật liệu phủ (vật liệu lót), do lực cắt tác dụng lên vật liệu phủ (vật liệu lót) trong quy trình phủ bằng chổi, con lăn hoặc tương tự, các vảy trong màng phủ có xu hướng được định hướng thành từng lớp dọc theo bề mặt màng phủ. Kết quả là, hiệu ứng chắn neutron trên một đơn vị khối lượng là cao so với các chất phụ gia dạng bột hoặc dạng hạt.

Vì chế phẩm vô cơ theo sáng chế cũng rất tốt về khả năng chống xuống cấp do bức xạ, ngay cả khi bộ phận tiếp xúc với neutron tiếp xúc với neutron trong một thời gian dài, sợi hoặc vảy bao gồm trong bộ phận được tiếp xúc với neutron không bị xuống cấp, và do đó, ưu điểm là có chức năng như một vật liệu gia cố của bộ phận tiếp xúc với neutron trong một khoảng thời gian dài.

Vật liệu mà trong đó chứa chế phẩm vô cơ theo sáng chế, hoặc sợi và vảy làm từ chế phẩm này có đặc tính chắn neutron cao. Do đó, vật liệu này phù hợp làm vật liệu cấu thành bộ phận bị chiếu xạ bằng chùm neutron. Các ví dụ điển hình về các bộ phận bị chiếu xạ bằng chùm neutron bao gồm các cơ sở, thiết bị và bộ phận trong lĩnh vực năng lượng hạt nhân, hàng không vũ trụ và y học.

Ví dụ về các cơ sở, thiết bị và bộ phận trong lĩnh vực điện hạt nhân bao gồm:

- cơ sở, thiết bị và các bộ phận để phát điện hạt nhân,
- cơ sở, thiết bị và các bộ phận ngăn chặn các phản ứng hạt nhân trong các hoạt động liên quan đến khai thác và lưu trữ các cặn vụn (nhiên liệu hạt nhân nóng chảy),
- cơ sở, thiết bị, phụ kiện khai thác, xử lý quặng urani,
- cơ sở, thiết bị và bộ phận để xử lý thứ cấp nhiên liệu hạt nhân (chuyển đổi, cô đặc, chuyển đổi lại, xử lý đúc và sản xuất MOX nhiên liệu hạt nhân),
- cơ sở, thiết bị và các bộ phận để lưu trữ, xử lý và thu hồi nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng,

- cơ sở, thiết bị và các bộ phận lưu giữ, xử lý và tiêu hủy chất thải tiếp xúc với bức xạ neutron,

- thiết bị và bộ phận vận chuyển quặng urani, các sản phẩm đã qua xử lý lần thứ hai của nhiên liệu hạt nhân, nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng hoặc chất thải tiếp xúc với bức xạ neutron, và

- cơ sở, thiết bị và bộ phận khác liên quan đến hạt nhân.

Các ví dụ cụ thể về các cơ sở, thiết bị và thành phần được mô tả ở trên để phát điện hạt nhân bao gồm các công trình lò phản ứng hạt nhân (bao gồm lò phản ứng nghiên cứu và lò phản ứng thí nghiệm), lồng chứa lò phản ứng, đường ống trong cơ sở lò phản ứng hạt nhân và rô-bốt để xử lý tháo dỡ lò phản ứng.

Ví dụ về cơ sở, thiết bị và bộ phận trong lĩnh vực hàng không vũ trụ bao gồm:

- các tòa nhà căn cứ không gian, trạm vũ trụ, vệ tinh nhân tạo, vệ tinh thám hiểm hành tinh và bộ đồ vũ trụ.

Ví dụ về cơ sở, trang thiết bị và các bộ phận trong lĩnh vực y tế bao gồm:

- thiết bị y tế sử dụng chùm hạt.

Các ví dụ sử dụng được mô tả ở trên chỉ được đưa ra với mục đích chứng minh tính hữu ích của chế phẩm vô cơ của sáng chế và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế.

Giải thích chữ hoặc số

11 Lò điện

12 Ống tammann

13 Thanh treo

14 Phần lõi

15 Sợi

- D Đường kính ngoài của lò điện
- H Chiều cao lò điện
- d Đường kính phần lỗ của lò điện
- 21 Chén nung
- 22 Ống Tammann
- 221 Phần lỗ
- 222 Phần miệng
- 23 Lò điện
- D1 Đường kính của chén nung
- H1 Chiều cao của chén nung
- D2 Đường kính ống Tammann
- H2 Chiều cao của ống Tammann
- Φ Đường kính của phần lỗ
- fp Công thức nguyên liệu thô, công thức oxit vô cơ
- fm Vật liệu đã nóng chảy, vật liệu oxit vô cơ đã nóng chảy
- fb Quả bóng
- P Áp suất tải
- 31 Nguồn chùm positron
- 32a Vật liệu nhấp nháy
- 32b Vật liệu nhấp nháy
- 33a Đèn nhân quan

- 33b Đền nhân quan
- 34a Bộ phân biệt biên độ xung
- 34b Bộ phân biệt biên độ xung
- 35 Đơn vị xử lý dữ liệu
- 36a Kênh thứ nhất
- 36b Kênh thứ hai
- 37 Dao động ký kỹ thuật số
- S Mẫu

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Sợi hoặc vảy, trong đó sợi hoặc vảy này bao gồm chế phẩm vô cơ ở trạng thái vô định hình,

chế phẩm vô cơ này bao gồm:

i) 50% đến 90% khối lượng là thành phần tạo thủy tinh có chứa SiO_2 và Al_2O_3 là thành phần chính; và

ii) 10% đến 50% khối lượng là thành phần chứa nơtron bao gồm đơn chất gadolini, gadolini oxit (Gd_2O_3), đơn chất samari, samari oxit (Sm_2O_3), đơn chất cadimi, cadimi oxit (CdO), hoặc hỗn hợp của chúng,

trong đó iii) tỷ lệ khối lượng chiếm bởi tổng lượng SiO_2 và Al_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,60 trở lên.

2. Sợi hoặc vảy theo điểm 1, trong đó tỷ lệ chiếm bởi thành phần chứa nơtron trong chế phẩm vô cơ là 20% khối lượng trở lên và tỷ lệ khối lượng chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh là 0,25 trở xuống.

3. Sợi hoặc vảy theo điểm 1, trong đó tỷ lệ chiếm bởi thành phần chứa nơtron trong chế phẩm vô cơ lớn hơn 35% khối lượng và tỷ lệ khối lượng chiếm bởi Fe_2O_3 trong thành phần tạo thủy tinh nhỏ hơn 0,15.

4. Sợi hoặc vảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thành phần tạo thủy tinh có chứa tro bay, tro clinke hoặc bazan.

5. Sợi hoặc vảy theo điểm 4, trong đó thành phần tạo thủy tinh là tro bay.

6. Vật liệu được độn bởi sợi hoặc vảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

7. Vật liệu theo điểm 6, trong đó vật liệu là nhựa được gia cố bằng sợi.

8. Vật liệu theo điểm 6, trong đó vật liệu là xi măng được gia cố bằng sợi.

9. Vật liệu phủ, trong đó vật liệu phủ này bao gồm nhiều vảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5 được sử dụng làm phụ gia.

10. Bộ phận chắn neutron được tạo từ vật liệu theo điểm 6.

11. Bộ phận chắn neutron được phủ bằng vật liệu phủ theo điểm 9.

12. Bó sợi vô cơ thu được bằng cách gắn chất hồ vào sợi được làm từ chế phẩm vô cơ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5,

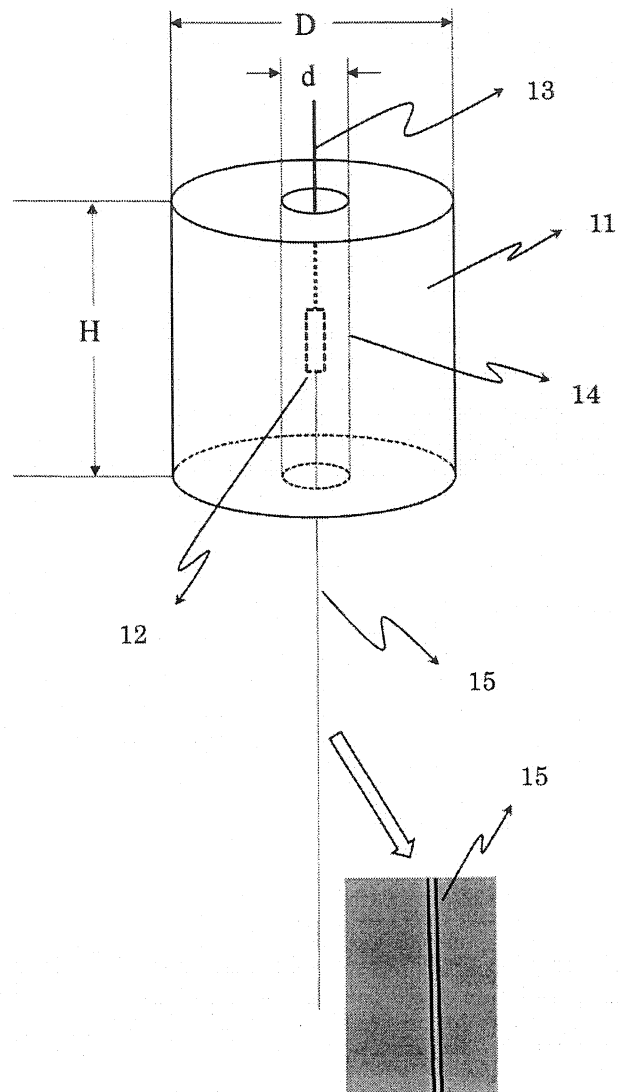
trong đó chất hồ là một trong các chất sau:

i) sáp parafin,

ii) sáp vi tinh thể,

iii) polyetylen hoặc copolyme etylen chủ yếu trên cơ sở etylen, và

iv) polypropylen.

**Fig.1**

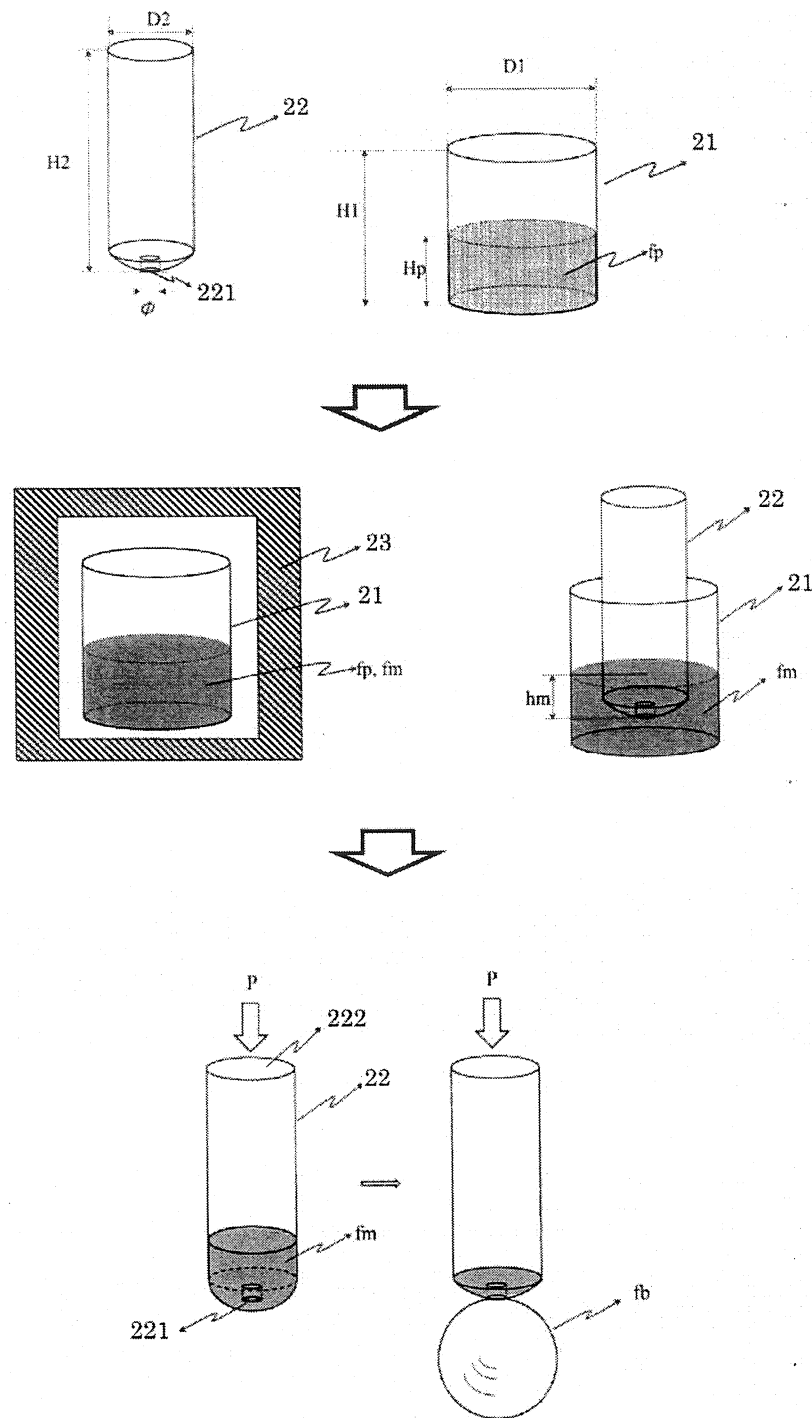


Fig.2

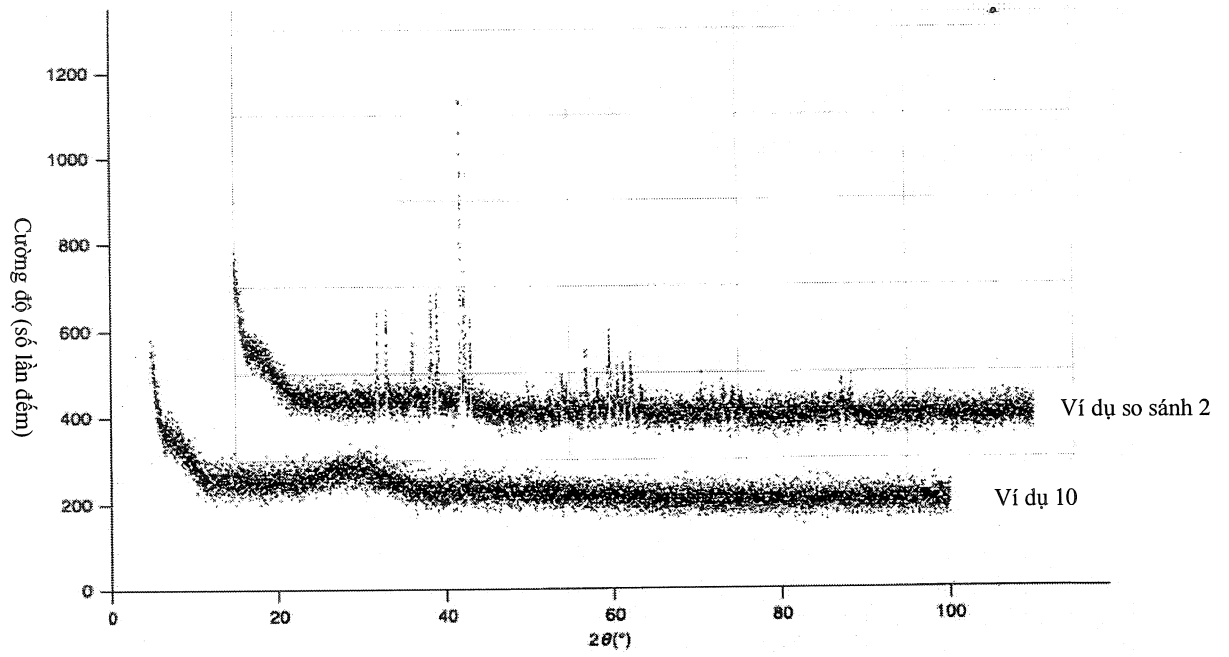


Fig.3

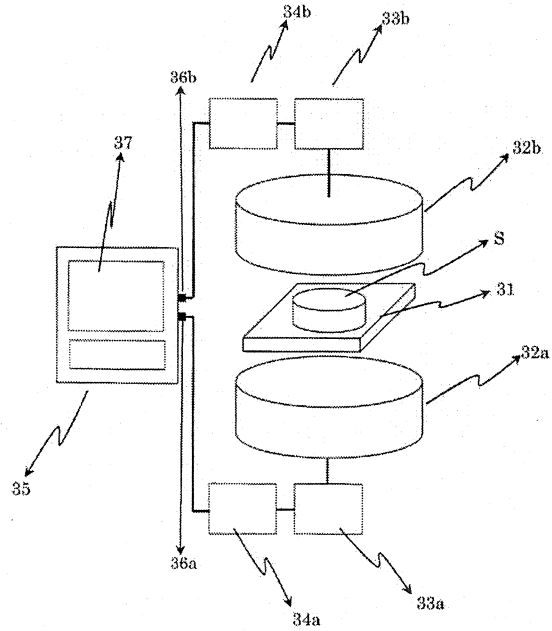


Fig.4

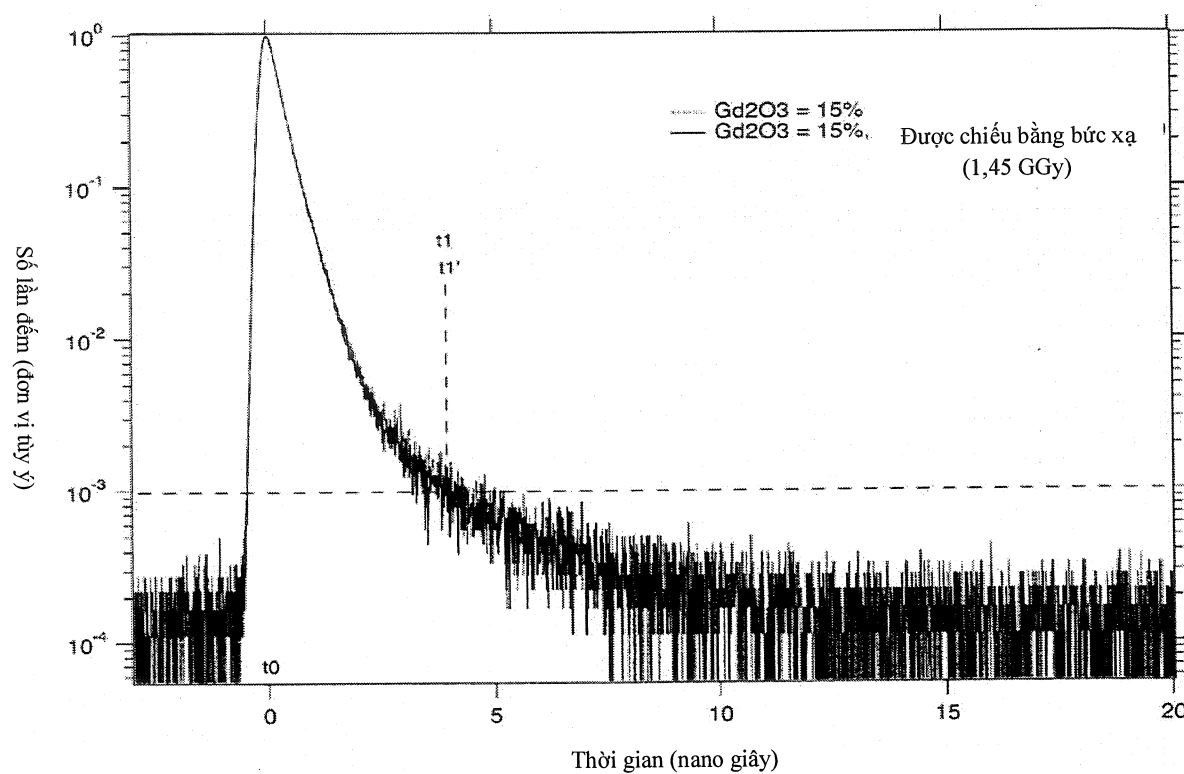


Fig.5

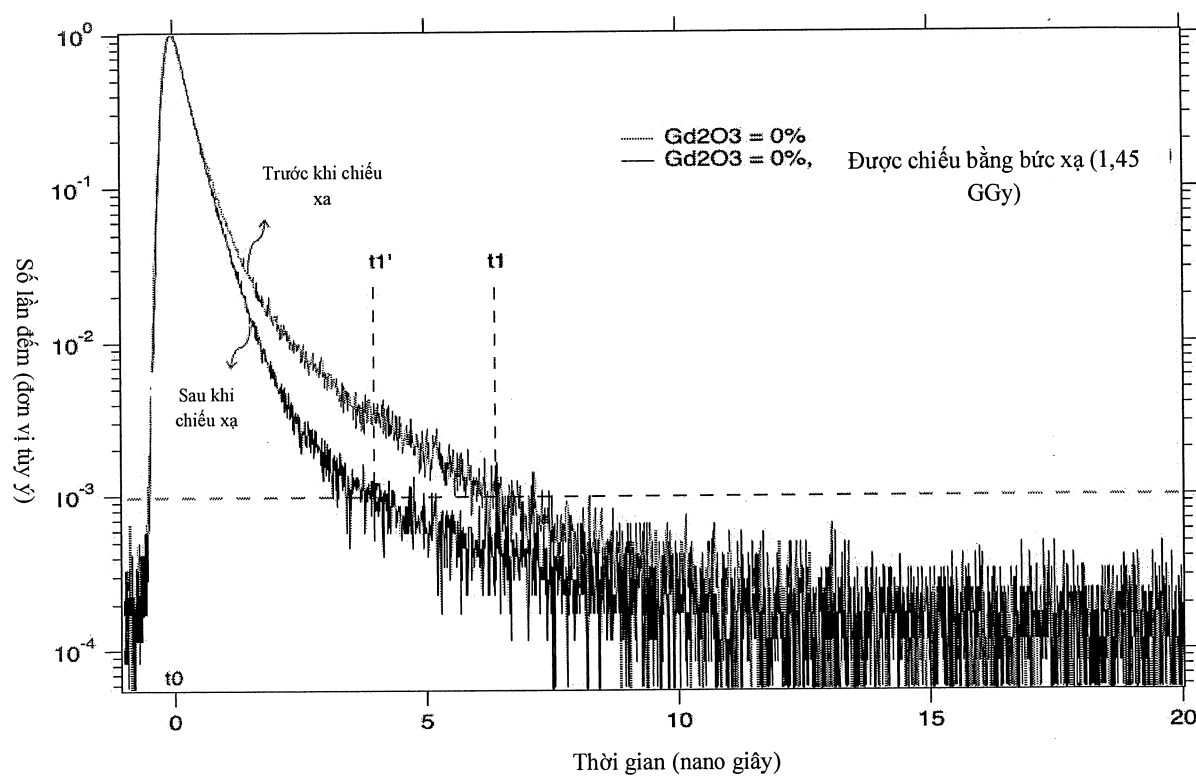


Fig.6

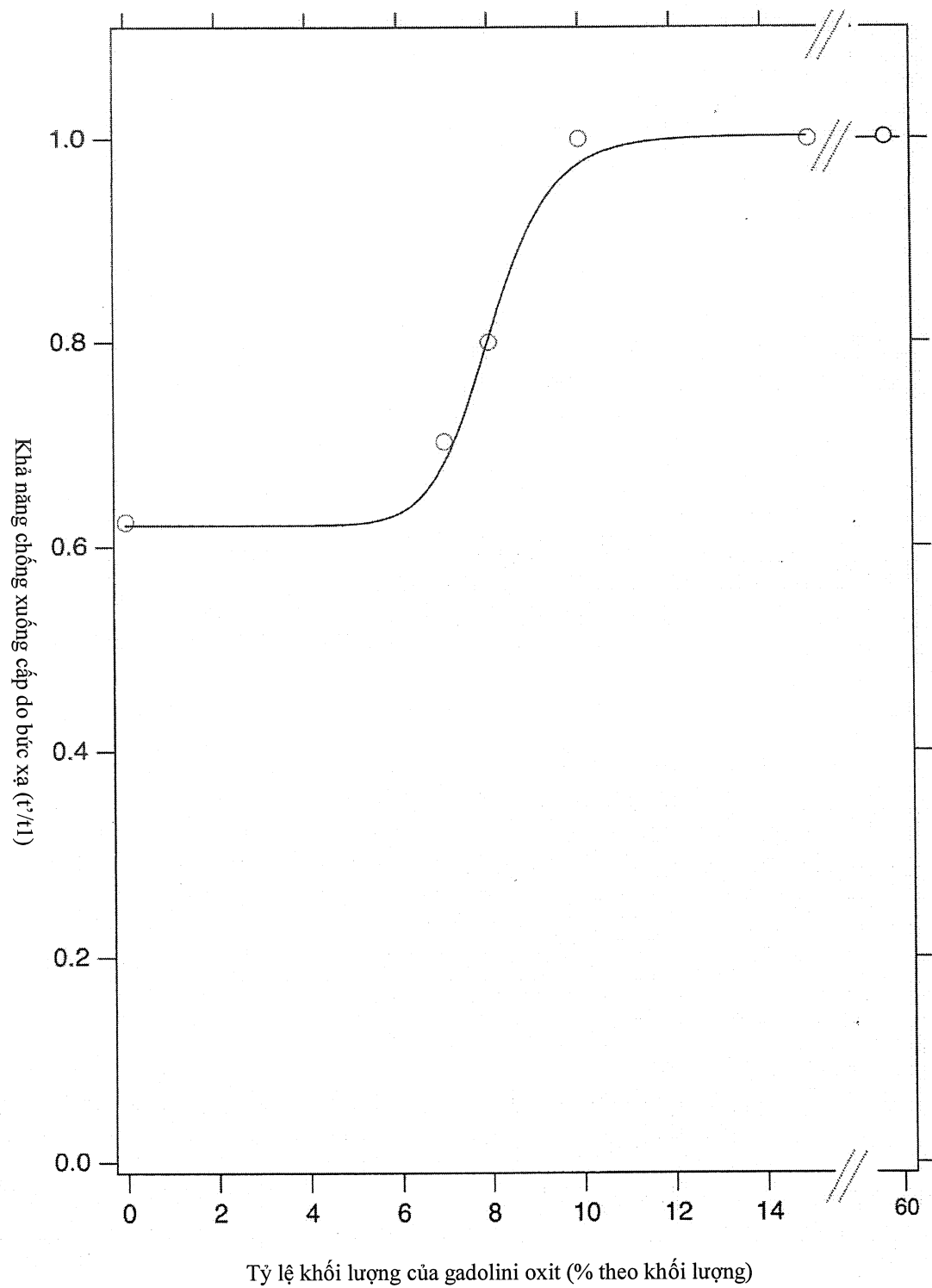
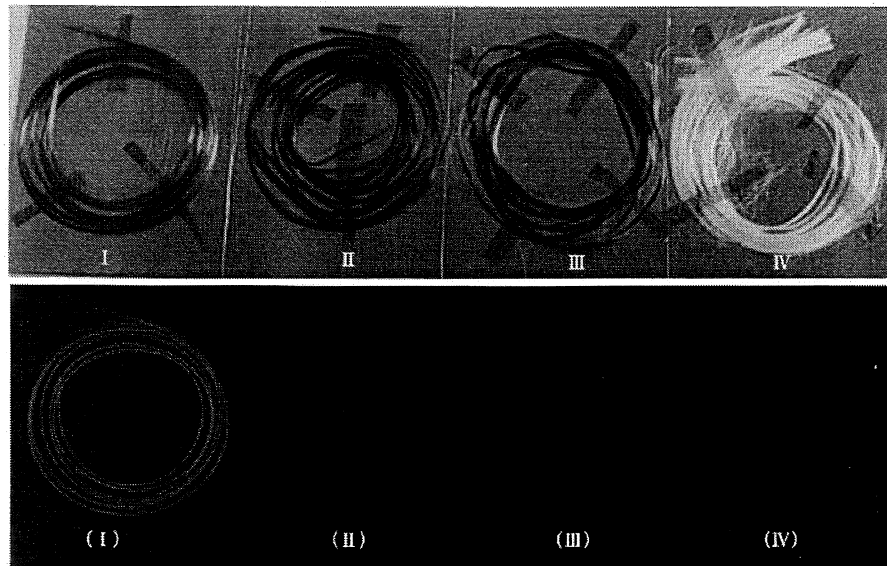


Fig.7

**Fig.8**