



(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)



1-0027334

(51)⁷ C04B 35/101; F27D 3/12; C03B 17/06 (13) B

(21) 1-2014-00380

(22) 13/04/2012

(86) PCT/US2012/033409 13/04/2012

(87) WO2012/142348 18/10/2012

(30) 61/475,151 13/04/2011 US

(45) 25/02/2021 395

(43) 25/06/2014 315A

(73) SAINT-GOBAIN CERAMICS & PLASTICS, INC. (US)

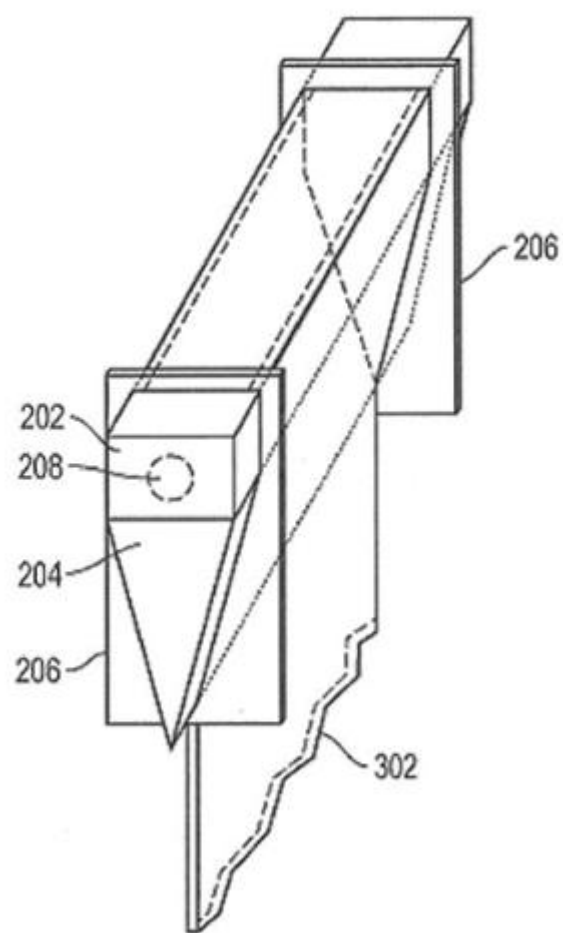
One New Bond Street, US, Worcester, Massachusetts 01615-0138, United States of America

(72) CITTI Olivier (FR).

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

(54) VẬT PHẨM CHỊU NHIỆT VÀ QUY TRÌNH TẠO VẬT PHẨM CHỊU NHIỆT NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến vật phẩm chịu nhiệt có thể bao gồm β nhôm oxit. Theo một phương án, vật phẩm chịu nhiệt có khả năng được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh. Theo phương án khác, vật phẩm chịu nhiệt có thể có tổng hàm lượng Al_2O_3 bằng ít nhất 10% khối lượng. Ngoài ra, Mg-Al oxit có thể không tạo thành dọc theo bề mặt của vật phẩm chịu nhiệt khi bề mặt này tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy bao gồm Al-Si-Mg oxit. Theo một phương án cụ thể, vật phẩm chịu nhiệt có thể ở dạng khối tạo hình chảy tràn thủy tinh được sử dụng để tạo vật phẩm thủy tinh bao gồm Al-Si-Mg oxit. Khi tạo vật phẩm thủy tinh, nguyên liệu thủy tinh tiếp xúc với β nhôm oxit, và trong quá trình chảy của nguyên liệu thủy tinh, Mg-Al oxit không tạo thành dọc theo lớp β nhôm oxit ở bề mặt.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập chung đến vật phẩm chịu nhiệt bao gồm β nhôm oxit và quy trình chế tạo và sử dụng vật phẩm này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thủy tinh kiềm nhôm silicat chứa magie oxit được sử dụng trong các ứng dụng trong đó đặc tính cơ học là quan trọng. Thủy tinh này có thể được tạo bằng cách sử dụng quy trình kéo nóng chảy, trong đó thủy tinh lỏng chảy qua các mép của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh được làm từ vật liệu zircon và hợp nhất ở đáy của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh để tạo thành tấm thủy tinh. Khi tiếp xúc với thủy tinh kiềm nhôm silicat, zircon (ZrSiO_4) phân ly thành ZrO_2 và SiO_2 ở nhiệt độ gần với nhiệt độ tạo hình thủy tinh. Hàm lượng SiO_2 cao có thể dẫn đến sự tạo thành bọt khí khi nó hòa tan vào trong thủy tinh. ZrO_2 có thể tạo ra các hạt ZrO_2 rắn ở mặt phân cách, các hạt này sau đó có thể được giải phóng vào trong thủy tinh để tạo thành khuyết tật. Vì vậy, khối tạo hình chảy tràn thủy tinh có tuổi thọ giảm khi vật liệu zircon bị ăn mòn khỏi thân của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh trong khi đó thủy tinh được sản xuất bị nhiễm bẩn bởi thành phần không mong muốn ảnh hưởng bất lợi đến tính chất của thủy tinh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến vật phẩm chịu nhiệt bao gồm Al_2O_3 với tổng hàm lượng ít nhất là 93% khối lượng, trong đó ít nhất khoảng 50% Al_2O_3 nêu trên là β nhôm oxit, và vật phẩm chịu nhiệt này có độ xốp ít nhất là nằm trong khoảng từ 0,1% thể tích đến $\leq 20\%$ thể tích, và vật phẩm chịu nhiệt này có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.

Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến quy trình tạo vật phẩm chịu nhiệt bao gồm các bước:

- chuẩn bị nền chứa Al_2O_3 với tổng hàm lượng ít nhất là 93% khối lượng, trong đó ít nhất khoảng 50% Al_2O_3 này là β nhôm oxit, và

- thiêu kết nền này để tạo ra vật phẩm chịu nhiệt, trong đó vật phẩm chịu nhiệt này có độ xốp nằm trong khoảng từ 0,1% thể tích đến $\leq 20\%$ thể tích, và vật phẩm này có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.

Theo một phương án khác của sáng chế, quy trình tạo vật phẩm chịu nhiệt còn bao gồm các bước:

nấu chảy bột để tạo ra hỗn hợp nóng chảy, trong đó bột này bao gồm:

$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ hoặc chất chuyển hóa β ,

β nhôm oxit, hoặc

hỗn hợp bất kỳ của chúng,

đổ hỗn hợp nóng chảy này vào khuôn, trong đó khuôn này có mẫu tương ứng với vật phẩm chịu nhiệt này, và

làm lạnh vật phẩm chịu nhiệt này, trong đó vật phẩm chịu nhiệt này chứa nhôm oxit với tổng hàm lượng ít nhất là 93% khối lượng, và vật phẩm này có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh, và trong đó ít nhất khoảng 50% tổng hàm lượng Al_2O_3 trong vật phẩm chịu nhiệt này là β nhôm oxit, và có độ xốp ít nhất là 0,1 % thể tích và $\leq 20\%$ thể tích.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế có thể được hiểu rõ hơn, và nhiều đặc tính và ưu điểm của sáng chế được làm sáng tỏ đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

FIG.1 là sơ đồ minh họa một phương án cụ thể về vật phẩm chịu nhiệt.

FIG.2 là sơ đồ minh họa một phương án cụ thể về khối tạo hình chảy tràn thủy tinh.

FIG.3 là sơ đồ minh họa một bộ hình chiếu phối cảnh mặt cắt ngang khác nhau cụ thể của các khối tạo hình chảy tràn thủy tinh.

FIG.4 là minh họa của vật phẩm chịu nhiệt bao gồm thân.

FIG.5 là minh họa của vật phẩm chịu nhiệt bao gồm lớp phủ trên thân.

FIG.6 là minh họa của vật phẩm chịu nhiệt bao gồm lớp phủ trên thân, trong đó lớp phủ này bao gồm các lớp riêng biệt.

FIG.7 là sơ đồ minh họa sự tạo thành của một tấm thủy tinh cụ thể từ khối tạo hình chảy tràn thủy tinh.

FIG.8 là sơ đồ minh họa kết cấu mặt cắt ngang của máng chảy tràn thủy tinh khi sản xuất thủy tinh.

FIG.9 đến FIG.11 là các ảnh của SEM của phần mặt cắt ngang của các nguyên liệu chịu nhiệt chứa β nhôm oxit khác nhau sau khi tiếp xúc với thủy tinh kiềm Al-Mg-Si nóng chảy.

FIG.12 là bảng bao gồm dữ liệu về thành phần, tính chất vật lý và tính chất ăn mòn của các vật phẩm chịu nhiệt được tạo bằng cách sử dụng các điều kiện nghiền và thiêu kết khác nhau.

FIG.13 là ảnh nhiễu xạ tia X minh họa hình chiếu mặt cắt ngang của mặt phân cách giữa phần mẫu của nguyên liệu chịu nhiệt chứa β nhôm oxit và thủy tinh kiềm Al-Mg-Si.

FIG.14 là ảnh nhiễu xạ tia X minh họa hình chiếu mặt cắt ngang của phần thân của mẫu trên FIG.13 bị tách khỏi mặt phân cách.

Việc sử dụng các ký hiệu chỉ dẫn giống nhau trên các hình vẽ khác nhau chỉ các mục tương tự hoặc giống hệt nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả dưới đây kết hợp với các hình vẽ được thực hiện để hỗ trợ cho việc hiểu rõ các nội dung được bộc lộ trong bản mô tả này. Phần thảo luận dưới đây sẽ tập

trung vào việc thực hiện và các phương án cụ thể về các nội dung. Sự tập trung này được thực hiện để hỗ trợ cho việc mô tả các nội dung và không nên hiểu là sự giới hạn về phạm vi và khả năng ứng dụng của các nội dung này.

Khi được sử dụng trong bản mô tả này, các thuật ngữ “bao gồm”, “gồm có”, “có” hoặc mọi biến thái khác của nó nhằm chỉ sự bao gồm không loại trừ. Ví dụ, quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị bao gồm một danh mục các đặc tính không nhất thiết bị giới hạn chỉ trong các đặc tính này mà có thể bao gồm các đặc tính khác không được liệt kê rõ ràng hoặc vốn có đối với quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị như vậy. Hơn nữa, trừ phi được đề cập rõ ràng ngược lại, “hoặc” chỉ sự bao gồm-hoặc và không chỉ sự loại trừ-hoặc. Ví dụ, điều kiện A hoặc B được thỏa mãn bởi một trong số các mệnh đề sau: A đúng (hoặc có) và B không đúng (hoặc không có), A không đúng (hoặc không có) và B đúng (hoặc có), và cả hai A và B đều đúng (hoặc có).

Việc sử dụng các danh từ số ít là nhằm mô tả các phân tử và các hợp phần được mô tả trong bản mô tả này. Điều này chỉ đơn thuần là để thuận tiện và cho khái niệm chung về phạm vi của sáng chế. Diễn tả này cần được hiểu là bao gồm một hoặc ít nhất là một và số ít cũng bao gồm số nhiều, hoặc ngược lại, trừ phi rõ ràng là điều đó mang nghĩa khác. Ví dụ, khi một thiết bị đơn lẻ được mô tả trong bản mô tả này, nhiều hơn một thiết bị có thể được sử dụng thay cho một thiết bị đơn lẻ. Tương tự, nếu nhiều hơn một thiết bị được mô tả trong bản mô tả này, một thiết bị đơn lẻ có thể được thay thế cho một thiết bị như vậy.

Thuật ngữ “nhôm oxit” nhằm chỉ Al_2O_3 , hợp chất có thể được hiểu là có Al_2O_3 là nhóm thành phần trong công thức phân tử của hợp chất này, hoặc hỗn hợp bất kỳ của nó. Ví dụ về nhôm oxit bao gồm anpha- Al_2O_3 , β nhôm oxit, mulit, natri aluminat, hợp chất gốc Al_2O_3 thích hợp khác, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng.

Trừ phi được quy định cụ thể, thuật ngữ “ β nhôm oxit” chỉ hợp chất β nhôm oxit riêng lẻ bất kỳ, tất cả hoặc tập con bất kỳ của các hợp chất β nhôm oxit riêng lẻ, hoặc sự kết hợp bất kỳ của các hợp chất β nhôm oxit (ví dụ, hỗn hợp của các hợp chất β nhôm

oxit). Các hợp chất β nhôm oxit được lấy làm ví dụ được mô tả dưới đây trong bản mô tả này.

Thuật ngữ “trung bình”, khi chỉ trị số, nhằm chỉ số trung bình, trị số trung bình hình học, hoặc trị số trung bình.

Các số chỉ nhóm tương ứng với các cột trong Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học sử dụng qui ước "New Notation" được thể hiện trong *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 81st Edition (2000-2001).

Trừ phi được quy định cụ thể, tất cả các thuật ngữ kỹ thuật và khoa học được sử dụng trong bản mô tả này có nghĩa giống như thường được hiểu bởi một người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Các nguyên liệu, các phương pháp, và các ví dụ chỉ có tính chất minh họa và không nhằm giới hạn. Đối với phần mở rộng không được mô tả trong bản mô tả này, nhiều chi tiết liên quan đến các nguyên liệu và các bước xử lý cụ thể là thông thường và có thể tìm thấy trong các sách giáo khoa và các nguồn khác trong lĩnh vực vật liệu gốm được sử dụng làm vật liệu chịu nhiệt.

Theo các phương án được mô tả trong bản mô tả này, vật phẩm chịu nhiệt có thể bao gồm β nhôm oxit và có một hoặc nhiều tính chất được điều chỉnh tốt hơn cho thủy tinh định hình bao gồm nhôm, silic, và magie (“thủy tinh Al-Si-Mg”). Theo một phương án, β nhôm oxit ít có khả năng tạo lớp Mg-Al oxit khi β nhôm oxit tiếp xúc với thủy tinh kiềm Al-Si-Mg nóng chảy, và vì vậy, β nhôm oxit gần như ngăn ngừa các hạt Mg-Al bị cuốn vào trong thủy tinh được tạo. Sau khi nghiên cứu bản mô tả này, những người có hiểu biết trung bình sẽ hiểu rõ là không phải tất cả các tính chất đều cần có trong tất cả các phương án, và vì vậy, sự mô tả các tính chất chỉ nhằm minh họa, và không giới hạn, các khái niệm như được mô tả trong bản mô tả này.

Vật phẩm chịu nhiệt có thể có thân hoặc lớp phủ nằm trên thân, trong đó thân hoặc lớp phủ bao gồm vật liệu gốm có chứa β nhôm oxit. Vật liệu gốm này có thể chứa ít nhất 10% khối lượng tổng hàm lượng Al_2O_3 , hoặc ở dạng anpha- Al_2O_3 , β nhôm oxit, hợp chất nhôm oxit khác, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Nguyên liệu gốm được thiêu kết có

thể có ít nhất khoảng 50% khối lượng, khoảng 60% khối lượng, khoảng 70% khối lượng, khoảng 80% khối lượng, khoảng 85% khối lượng, khoảng 90% khối lượng, khoảng 93% khối lượng, khoảng 95% khối lượng, hoặc khoảng 97% khối lượng tổng hàm lượng Al_2O_3 , hoặc ở dạng anpha- Al_2O_3 , β nhôm oxit, hợp chất nhôm oxit khác, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Trong vật liệu gốm, ít nhất khoảng 40%, ít nhất khoảng 50%, ít nhất khoảng 75%, ít nhất khoảng 90%, hoặc ít nhất 95% tổng hàm lượng Al_2O_3 là của β nhôm oxit.

β nhôm oxit có thể chứa nguyên tố nhóm 1, nguyên tố Nhóm 2, nguyên tố đất hiếm, Pb, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Đối với mục đích của bản mô tả này, các nguyên tố đất hiếm bao gồm Sc và các nguyên tố dãy lantanit. Theo một phương án, chất phụ gia có thể bao gồm Na_2O , K_2O , Li_2O , Cs_2O , MgO , BaO , SrO , PbO , Sc_2O_3 , La_2O_3 , Pr_2O_3 , Nd_2O_3 , ZnO , hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Chất phụ gia có thể được bổ sung vào anpha- Al_2O_3 và giúp chuyển hóa anpha- Al_2O_3 thành β nhôm oxit, và vì vậy, chất phụ gia có thể được gọi là chất chuyển hóa β . Theo phương án khác, chất phụ gia có thể được bổ sung vào β nhôm oxit để làm thay đổi tính chất của β nhôm oxit, như độ bền cơ học, độ khuếch tán, hoặc tính chất tương tự.

Theo một phương án, β nhôm oxit bao gồm β' nhôm oxit có công thức phân tử là $11 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{X A}_2\text{O}$ trong đó A là nguyên tố Nhóm 1, và X nằm trong khoảng từ 1 đến 1,6. Theo phương án khác, β nhôm oxit bao gồm β'' nhôm oxit có công thức phân tử là $5 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 1 \text{ Z}$, trong đó Z là A_2O và A là nguyên tố có hóa trị một, hoặc Z là MO và M là nguyên tố có hóa trị hai. Theo phương án khác, β nhôm oxit bao gồm β''' nhôm oxit có công thức phân tử là $15 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{ MgO} \cdot 1 \text{ A}_2\text{O}$, trong đó A là nguyên tố Nhóm 1. β' nhôm oxit có tổng hàm lượng Al_2O_3 nằm trong khoảng từ khoảng 87% mol đến khoảng 92% mol, β'' nhôm oxit có tổng hàm lượng Al_2O_3 bằng khoảng 83% mol, và β''' nhôm oxit có tổng hàm lượng Al_2O_3 bằng khoảng 75% mol.

Vật liệu gốm có thể bao gồm chất phụ gia khác, như chất thiêu kết. Trong một ví dụ cụ thể, chất thiêu kết có thể giúp giảm độ xốp, điều này có thể giúp cải thiện độ bền

ăn mòn nếu vật phẩm chịu nhiệt sau đó tiếp xúc với môi trường ăn mòn. Chất thiêu kết được lấy làm ví dụ có thể bao gồm Ta_2O_5 , Nb_2O_3 , Nb_2O_5 , TiO_2 , Fe_2O_3 , MnO , CuO , chất thiêu kết thích hợp khác, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo một phương án cụ thể, chất thiêu kết riêng rẽ không được sử dụng khi chất phụ gia cụ thể như được mô tả trước đây cũng có thể là chất thiêu kết, như Ta_2O_5 , Nb_2O_3 , hoặc Nb_2O_5 .

Vật liệu gốm có thể bao gồm chất phụ gia khác nữa có thể giúp giữ kích thước hạt trong vật liệu gốm không trở nên quá lớn. Chất phụ gia như vậy có thể bao gồm oxit của nguyên tố đất hiếm, Ta_2O_5 , Nb_2O_3 , Nb_2O_5 , ZnO , MgO , ZrO_2 , HfO_2 , hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo một phương án cụ thể, oxit đất hiếm có thể bao gồm Y_2O_3 , Sc_2O_3 , Yb_2O_3 , Pr_2O_3 , Sm_2O_3 , Gd_2O_3 , La_2O_3 , Ce_2O_3 , Dy_2O_3 , hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng.

Theo một phương án, lượng chất chuyển hóa β hoặc chất phụ gia tương ứng của nó hoặc hỗn hợp các chất phụ gia, khi được biểu diễn dưới dạng oxit kim loại (ví dụ, Na_2O , BaO) trong vật liệu gốm của thân hoặc lớp phủ có thể bằng ít nhất khoảng 2,1% mol, ít nhất khoảng 2,5% mol, hoặc ít nhất khoảng 4,5% mol. Theo phương án khác, lượng này có thể không lớn hơn khoảng 26% mol, không lớn hơn khoảng 17% mol, hoặc không lớn hơn khoảng 13% mol. Theo phương án khác, hàm lượng oxit kim loại có thể được biểu diễn dưới dạng % mol khi so với anpha- Al_2O_3 . Cụ thể là, khi một hoặc nhiều bất kỳ trong số Na_2O , K_2O , La_2O_3 , và Sc_2O_3 được sử dụng, β nhôm oxit có thể bao gồm ít nhất khoảng 2,1% mol các oxit kim loại này.

Đối với các chất phụ gia khác, lượng chất phụ gia bất kỳ này, khi được biểu diễn dưới dạng oxit kim loại, trong vật liệu gốm của thân hoặc lớp phủ có thể bằng ít nhất khoảng 0,02% khối lượng, ít nhất khoảng 0,11% khối lượng, ít nhất khoảng 0,2% khối lượng, hoặc ít nhất khoảng 0,5% khối lượng. Theo phương án khác, lượng này có thể không lớn hơn khoảng 5% khối lượng, không lớn hơn khoảng 4% khối lượng, không lớn hơn khoảng 3% khối lượng, không lớn hơn khoảng 2% khối lượng, hoặc không lớn hơn khoảng 1,5% khối lượng.

Theo một phương án cụ thể, một số tạp chất có thể không có hoặc được giữ với lượng tương đối thấp, do các tạp chất này có thể làm cho kích thước hạt của các gốm thiêu kết trở nên lớn không chấp nhận được. TiO_2 , CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 , Na_2O , hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng có thể có với hàm lượng không lớn hơn khoảng 2% khối lượng, không lớn hơn khoảng 1,5% khối lượng, không lớn hơn khoảng 0,9% khối lượng, hoặc không lớn hơn khoảng 0,5% khối lượng.

Các nguyên liệu ban đầu của chất phụ gia có thể có trạng thái oxy hóa bất kỳ, ví dụ, M^{2+} , M^{3+} , M^{4+} , M^{5+} , hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng, trong đó M là nguyên tố kim loại trong chất phụ gia. Chất phụ gia có thể được đưa vào dưới dạng oxit của kim loại bất kỳ trong số các kim loại nêu trên. Ví dụ, chất phụ gia có thể là Na_2O , K_2O , Li_2O , MgO , BaO , SrO , La_2O_3 , Sc_2O_3 , v.v.. Theo cách khác, nguyên tố bất kỳ trong số các nguyên tố nêu trên có thể được bổ sung dưới dạng borua, cacbua, cacbonat, nitrat, halogenua, phosphat, sulfat, hoặc chất tương tự, chứ không phải oxit kim loại. Ngoài ra, một hoặc nhiều chất phụ gia có thể được bổ sung dưới dạng oxit kết hợp với borua, cacbua, cacbonat, nitrat, halogenua, phosphat, sulfat, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án khác nữa, chất phụ gia có thể ở dạng aluminat kim loại, như natri aluminat, kali aluminat, hoặc chất tương tự. Theo một phương án, nguyên liệu ban đầu của chất phụ gia có thể là bột ở dạng các hạt có kích thước hạt trung bình không lớn hơn khoảng 30 μm , theo phương án khác, kích thước hạt trung bình không lớn hơn khoảng 20 μm , và theo phương án khác, kích thước hạt trung bình không lớn hơn khoảng 15 μm . Theo một phương án, kích thước hạt trung bình bằng ít nhất khoảng 0,1 μm , theo phương án khác, kích thước hạt trung bình bằng ít nhất khoảng 0,5 μm , và theo phương án khác, kích thước hạt trung bình bằng ít nhất khoảng 1 μm .

Vật liệu gốm có thể được tạo từ anpha- Al_2O_3 , β nhôm oxit, natri aluminat, hợp chất nhôm oxit khác, chất chuyển hóa β , hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Khi nguyên liệu ban đầu bao gồm anpha- Al_2O_3 , chất chuyển hóa β (ví dụ, Na_2O) có thể được bổ sung với lượng đủ để chuyển hóa anpha- Al_2O_3 thành β nhôm oxit. Khi nguyên liệu ban đầu bao gồm β nhôm oxit, chất chuyển hóa β có thể không được sử dụng.

Quy trình và các nguyên liệu ban đầu có thể tùy thuộc vào hoặc vật liệu gốm được sử dụng cho thân hoặc lớp phủ của vật phẩm chịu nhiệt và hoặc kỹ thuật thiêu kết, kỹ thuật đúc, hoặc sự kết hợp của chúng được sử dụng.

Theo một phương án, thân của vật phẩm chịu nhiệt có thể bao gồm vật liệu gốm được tạo bằng cách sử dụng kỹ thuật thiêu kết. Theo một phương án cụ thể, phôi có thể được tạo và sau đó được thiêu kết để tạo vật phẩm chịu nhiệt. Các nguyên liệu ban đầu có thể bao gồm các bột oxit kim loại. Bột nhôm oxit có thể ở dạng hạt có kích thước hạt trung bình không lớn hơn khoảng 50 μm . Theo một phương án, kích thước hạt trung bình không lớn hơn khoảng 20 μm , theo phương án khác, kích thước hạt trung bình không lớn hơn khoảng 12 μm , và theo phương án khác, kích thước hạt trung bình không lớn hơn khoảng 9 μm hoặc không lớn hơn khoảng 3 μm . Theo một phương án, kích thước hạt trung bình bằng ít nhất khoảng 0,1 μm , theo phương án khác, kích thước hạt trung bình bằng ít nhất khoảng 0,5 μm , và theo phương án khác, kích thước hạt trung bình bằng ít nhất khoảng 0,9 μm .

Theo một phương án, bột có thể được nghiền khô hoặc được nghiền ướt để đạt được kích thước hạt cần thiết. Máy nghiền hành tinh hoặc các trục cán có thể được sử dụng. Quá trình nghiền khô Al_2O_3 (“ Al_2O_3 khô””) có thể bao gồm bước nghiền các mảnh nguyên liệu chịu nhiệt trong máy nghiền hành tinh với thùng chứa anpha- Al_2O_3 và môi trường nghiền anpha- Al_2O_3 . Quá trình nghiền khô ZrO_2 (“ ZrO_2 khô””) giống như quá trình nghiền khô Al_2O_3 ngoại trừ điểm thùng chứa anpha- Al_2O_3 và môi trường nghiền anpha- Al_2O_3 được thay thế bằng thùng chứa ZrO_2 và môi trường nghiền ZrO_2 . Quá trình nghiền ướt Al_2O_3 (“ Al_2O_3 ướt””) có thể bao gồm bước nghiền các mảnh nguyên liệu chịu nhiệt bằng cách sử dụng thùng chứa anpha- Al_2O_3 trên các trục cán và môi trường nghiền anpha- Al_2O_3 hoặc môi trường nghiền ZrO_2 và nước. Quy trình nghiền bi để nghiền các hạt thô hơn, và bước nghiền tinh phụ bằng cách sử dụng máy nghiền mài mòn hoặc máy nghiền bi với môi trường tinh hơn có thể cũng được sử dụng để giảm kích thước hạt của bột đến kích thước cần thiết. Theo phương án khác, một hoặc nhiều bột có thể được nghiền phun. Sự kết hợp bất kỳ của các kỹ thuật nghiền có thể cũng được sử dụng. Sau

khi nghiên cứu bản mô tả này, những người có hiểu biết trung bình sẽ hiểu rõ là các nguyên liệu khác có thể được sử dụng mà không trệch khỏi các khái niệm được mô tả trong bản mô tả này.

Sau khi nghiền, số liệu phân bố hạt có thể thu được đối với bột nghiền. Phân bố hạt có thể bao gồm các kích thước hạt phân vị bậc 10, phân vị bậc 50, và phân vị bậc 90. Khi được sử dụng trong bản mô tả này, trị số D10 là phân vị bậc 10, trị số D50 là phân vị bậc 50, và trị số D90 là phân vị bậc 90. Vì vậy, D50 tương ứng với trị số trung bình. Theo một phương án, trị số D10 của kích thước hạt của bột nghiền không lớn hơn khoảng 9 micrômet, không lớn hơn khoảng 3 micrômet, không lớn hơn khoảng 2 micrômet, hoặc không lớn hơn khoảng 0,9 micrômet. Theo phương án khác, trị số D50 của kích thước hạt của bột nghiền không lớn hơn khoảng 20 micrômet, không lớn hơn khoảng 12 micrômet, không lớn hơn khoảng 9 micrômet, không lớn hơn khoảng 3 micrômet, không lớn hơn khoảng 2 micrômet, hoặc không lớn hơn khoảng 0,9 micrômet. Theo phương án khác, trị số D90 của kích thước hạt của bột nghiền không lớn hơn khoảng 90 micrômet, không lớn hơn khoảng 40 micrômet, không lớn hơn khoảng 30 micrômet, không lớn hơn khoảng 9 micrômet, hoặc không lớn hơn khoảng 2 micrômet. Bột có thể có diện tích bề mặt riêng bằng ít nhất khoảng 0,5 m²/g, ít nhất khoảng 0,9 m²/g, ít nhất khoảng 1,1 m²/g, hoặc ít nhất khoảng 1,5 m²/g.

Nếu cần hoặc mong muốn, nguyên liệu phụ có thể được sử dụng và bao gồm chất liên kết, dung môi, chất phân tán, chất làm đặc, chất chống keo tụ, thành phần thích hợp khác, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo một phương án, nguyên liệu phụ có thể bao gồm các hợp chất phi kim. Theo phương án khác, nguyên liệu phụ có thể bao gồm hợp chất hữu cơ, nước, hoặc chất tương tự.

Bột và nguyên liệu phụ được kết hợp và được tạo hình để tạo phôi thành hình dạng cần thiết. Theo một phương án, bột và nguyên liệu phụ có thể được kết hợp với nước để tạo vữa. Việc tạo hình có thể được thực hiện bằng cách sử dụng kỹ thuật, như đúc trượt, nén một trục, nén đẳng hướng, đúc gel, đúc rung, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Hình dạng có thể phẳng, hình trụ, hình cầu, elipxoit hoặc hình dạng gần như bất

kỳ khác. Theo một phương án cụ thể, thân có thể có hình dạng khối phẳng được gọi là phôi tiếp theo có thể được gia công để tạo thành khối tạo hình chảy tràn thủy tinh. Theo phương án khác, phôi có thể được thiết kế theo cách để khớp hơn với vật phẩm chịu nhiệt cuối cùng để giảm sự kéo dài việc gia công tiếp bằng máy bất kỳ. Ví dụ, khi vật phẩm chịu nhiệt bao gồm khối tạo hình chảy tràn thủy tinh, hình dạng của phôi có thể giống hơn với khối tạo hình chảy tràn thủy tinh để giảm lượng gia công tiếp theo và vật liệu gốm có thể bị bỏ đi. Cụ thể hơn, phôi có thể có phần phẳng liền kề với phần côn. Phần phẳng tương ứng với miền trong đó máng chảy tràn thủy tinh sẽ được tạo. Theo phương án khác, phôi có thể được tạo hình để có máng chảy tràn thủy tinh liền kề với phần côn.

Sau khi phôi được tạo ra, phôi được gia nhiệt trong lò, thiết bị gia nhiệt, lò nung, hoặc thiết bị tương tự để tạo vật phẩm chịu nhiệt bao gồm nguyên liệu gốm được thiêu kết. Quá trình gia nhiệt có thể bao gồm quá trình gia nhiệt ban đầu trong đó ẩm, dung môi, hoặc thành phần dễ bay hơi khác bị bay hơi, chất hữu cơ bị bay hơi, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Quá trình gia nhiệt ban đầu có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong dải từ khoảng 100 °C đến khoảng 300 °C trong khoảng thời gian nằm trong dải từ khoảng 2 giờ đến khoảng 400 giờ. Tiếp theo quá trình gia nhiệt ban đầu, quá trình thiêu kết có thể được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong dải từ khoảng 1400 °C đến khoảng 1700 °C trong khoảng thời gian nằm trong dải từ khoảng 10 giờ đến khoảng 100 giờ để tạo thành thân của vật phẩm chịu nhiệt. Theo một phương án cụ thể, quá trình thiêu kết có thể được thực hiện ở nhiệt độ không lớn hơn khoảng 1650 °C hoặc không lớn hơn khoảng 1600 °C. Trong khi thiêu kết, sự co nhỏ có thể xảy ra, và thân có thể nhỏ hơn phôi.

Quá trình thiêu kết có thể được thực hiện trong thiết bị chứa hở, như lò nung hở, hoặc thiết bị chứa kín, như lò nung kín. Thiết bị chứa kín có thể giúp giữ β nhôm oxit không chuyển hóa thành anpha- Al_2O_3 . Một số chất phụ gia được sử dụng trong β nhôm oxit, như Na_2O có thể bị bay hơi khi nhiệt độ thiêu kết tương đối cao. Khi chất phụ gia bị mất, β nhôm oxit có thể chuyển hóa thành anpha- Al_2O_3 . Khi thiết bị chứa kín được sử dụng, môi trường có thể bao gồm nguồn biệt với vật phẩm chịu nhiệt để cung cấp lượng bổ sung của nguyên tố kim loại có thể giúp giảm lượng β nhôm oxit chuyển hóa thành

α - Al_2O_3 trong khi thiêu kết vật phẩm chịu nhiệt. Ví dụ, khi β nhôm oxit bao gồm Na, thiết bị chứa kín có thể bao gồm nguồn để cung cấp lượng bổ sung của Na để giúp giảm tổn thất do bay hơi của Na_2O khi β nhôm oxit bị thiêu kết. Lượng bổ sung của Na có thể được cung cấp ở dạng khí bão hòa của NaOH, muối Na, natri aluminat, β nhôm oxit (được định vị bên ngoài thân), hoặc chất tương tự.

Nếu thân của vật phẩm chịu nhiệt được thiêu kết, phần bề mặt của thân có thể có một số β nhôm oxit bị chuyển hóa thành α - Al_2O_3 , hoặc có thể có hàm lượng β nhôm oxit thấp hơn khi so với hàm lượng β nhôm oxit ở giữa của thân. Phần bề mặt này có thể dày ít nhất khoảng 2 μm , dày ít nhất khoảng 20 μm , dày ít nhất khoảng 50 μm , hoặc dày ít nhất khoảng 110 μm , hoặc thậm chí dày hơn, như dày đến 4 mm. Phần bề mặt này có thể bị loại bỏ, để cho bề mặt bị lộ ra của thân có lượng β nhôm oxit tương đối cao hơn so với nếu phần bề mặt không bị loại bỏ.

Thân của vật phẩm chịu nhiệt có thể được tạo bằng cách sử dụng kỹ thuật đúc, như đúc nóng chảy. α - Al_2O_3 , β nhôm oxit, natri aluminat, hợp chất nhôm oxit khác, nguồn chất chuyển hóa β khác (ví dụ, Na_2O) hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng, có thể được sử dụng. Nguyên liệu ban đầu được kết hợp và được gia nhiệt để tạo hợp phần nóng chảy. Theo một phương án, quá trình gia nhiệt có thể được thực hiện dưới dạng gia nhiệt bằng hồ quang điện. Hợp phần nóng chảy sau đó được đúc vào khuôn và hợp phần nóng chảy này được phép làm lạnh để tạo thành thân. Thân này sau đó được lấy khỏi khuôn và có thể được gia công thêm để tạo thành ống đồng nhất.

Theo một phương án như được minh họa trên FIG.1, thân của vật phẩm chịu nhiệt 100 có thể là khối chịu nhiệt 102 có hình dạng phẳng có chiều dài (l), chiều rộng (w), và chiều cao (h). Theo một phương án, kích thước bất kỳ trong số các kích thước l, w, hoặc h có thể bằng ít nhất khoảng 0,02 m, ít nhất khoảng 0,05 m, ít nhất khoảng 0,11 m, ít nhất khoảng 0,5 m, ít nhất khoảng 1,1 m, ít nhất khoảng 2,0 m, ít nhất khoảng 4,0 m, ít nhất khoảng 5,0 m, ít nhất khoảng 6,0 m, hoặc lớn hơn. Theo phương án như được minh

họa trên FIG.1, khối chịu nhiệt 102 có thể là phôi mà từ đó khối tạo hình chảy tràn thủy tinh có thể được tạo.

Khối chịu nhiệt 102 có thể được gia công để tạo ra hình dạng khác, bề mặt nhẵn hơn, hoặc cả hai. Khối chịu nhiệt 102 có thể được gia công để tạo ra khối tạo hình chảy tràn thủy tinh 200, như được minh họa trên FIG. 2. Khối tạo hình chảy tràn thủy tinh 200 này cũng là vật phẩm chịu nhiệt, bao gồm phần máng chảy tràn thủy tinh 202 và phần côn 204. Phần máng chảy tràn thủy tinh 202 này bao gồm máng có chiều sâu giảm theo chiều dài của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh 200. FIG.3 là hình chiếu mặt cắt ngang của các hình dạng được lấy làm ví dụ của phần côn 204. Cụ thể hơn, phần côn có thể bao gồm hình nôm 2042, hình lõm 2044, hoặc hình lồi 2046. Các hình dạng khác có thể được sử dụng để đáp ứng nhu cầu và đòi hỏi của ứng dụng cụ thể.

Theo một phương án, vật phẩm chịu nhiệt 400 bao gồm thân 420 không có lớp phủ bất kỳ nào, được minh họa trên FIG.4. Theo phương án khác nữa, vật phẩm chịu nhiệt có thể bao gồm lớp phủ bao gồm β nhôm oxit bọc kín thân có thành phần khác. FIG.5 là sự minh họa của vật phẩm chịu nhiệt 500 bao gồm thân 520 và lớp phủ 540. Thân 520 có thể gần như không bao gồm hoặc bao gồm hàm lượng β nhôm oxit thấp hơn so với lớp phủ. Thành phần của thân 520 có thể được lựa chọn trên cơ sở tốc độ rã thấp hơn, độ đồng nhất cơ học tốt hơn ở nhiệt độ được sử dụng cho thủy tinh nóng chảy, hệ số nở nhiệt (“coefficient of thermal expansion: CTE”) gần hơn với β nhôm oxit khi so với các thành phần có thể được sử dụng, đặc tính thích hợp khác, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Thân 520 có thể bao gồm anpha- Al_2O_3 , hỗn hợp của anpha- Al_2O_3 và β nhôm oxit, zircon, mulit, SiC, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo một phương án cụ thể, thân 520 có thể bao gồm ít nhất khoảng 50% khối lượng, ít nhất khoảng 75% khối lượng, ít nhất khoảng 85% khối lượng, ít nhất khoảng 90% khối lượng, hoặc ít nhất khoảng 95% khối lượng anpha- Al_2O_3 . Nguyên liệu bất kỳ trong số các nguyên liệu nêu trên dùng cho thân 520 có thể bao gồm một hoặc nhiều chất phụ gia cho chất thiêu kết, kiểm soát kích thước hạt, đặc tính cần thiết khác, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng.

Lớp phủ 540 có thể được tạo bằng cách kết tủa nhờ bay hơi (hóa học hoặc vật lý), phun plasma, phun lửa β bột nhôm oxit, được tạo từ sự kết tủa của vữa, kỹ thuật phủ thích hợp khác, hoặc cách tương tự. Lớp phủ 540 có thể được ủ nếu cần hoặc mong muốn. Theo một phương án, lớp phủ 540 có thể có chiều dày bằng ít nhất khoảng 100 μm , ít nhất khoảng 250 μm , hoặc ít nhất khoảng 500 μm . Theo phương án khác, lớp phủ 540 có thể có chiều dày không lớn hơn khoảng 5000 μm , không lớn hơn khoảng 1500 μm , hoặc không lớn hơn khoảng 900 μm .

Theo một phương án, lớp phủ có thể là một lớp có thành phần gần như đồng nhất, như lớp phủ 540 trên FIG.5. Theo phương án khác, lớp phủ có thể bao gồm nhiều lớp có các thành phần khác nhau. FIG.6 là sự minh họa của phần vật phẩm chịu nhiệt 600 bao gồm thân 520 và lớp phủ 640. Lớp phủ 640 này bao gồm các lớp 642, 644, và 646. Số lớp trong các lớp có thể bao gồm 2, 3, 4, 5, 9, 11, hoặc thậm chí lớn hơn. Các lớp có thể giúp làm thích ứng lỗi không bằng nhau của CTE giữa thành phần của thân 520 và β nhôm oxit. Cụ thể hơn, lớp 642 có thể có CTE gần với CTE của thân 520 hơn so với CTE của lớp 646, và lớp 644 có thể có CTE gần với CTE của lớp 646 hơn so với CTE của thân 520.

Theo phương án khác, khi thân 520 bao gồm anpha- Al_2O_3 , các bề mặt đối diện của lớp phủ 640 có thể có tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit cao hơn gần bề mặt gần hơn với thân 520 và tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit thấp hơn gần bề mặt đối diện. Theo phương án như được minh họa trên FIG.6, các lớp 642, 644, và 646 có thể có các tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit khác nhau, sao cho tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit của lớp 644 nhỏ hơn tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit của lớp 642 và lớn hơn tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit của lớp 646.

Theo một phương án cụ thể, thân có thể bao gồm ít nhất 80% khối lượng anpha- Al_2O_3 , và lớp 646 ở bề mặt bị lộ ra của vật phẩm chịu nhiệt 600, có thể bao gồm ít nhất 80% khối lượng β nhôm oxit. Theo một phương án cụ thể, lớp 646 gần như có ít nhất khoảng 95% khối lượng β nhôm oxit và gần như không bao gồm anpha- Al_2O_3 . Lớp 644

có thể có hàm lượng β nhôm oxit thấp hơn khi so với lớp 646, và lớp 642 có thể có hàm lượng β nhôm oxit thấp hơn và hàm lượng anpha- Al_2O_3 cao hơn khi so với lớp 644. Theo phương án khác, lớp có thể có thành phần thay đổi liên tục như là hàm của chiều dày, sao cho hàm lượng β nhôm oxit tăng cùng với việc tăng chiều dày. Khi thân 520 là vật liệu gần như không phải nhôm oxit, lớp phủ có thể bao gồm β nhôm oxit và vật liệu của thân hoặc nguyên liệu khác nữa tương thích (nghĩa là, không tương tác ngược) với β nhôm oxit và thân 520

Trong vật phẩm chịu nhiệt đã hoàn thiện, bề mặt bị lộ ra, hoặc thân (không có lớp phủ) hoặc lớp phủ, có thể bao gồm nhôm oxit, trong đó β nhôm oxit tạo thành ít nhất khoảng 50%, ít nhất khoảng 75%, ít nhất khoảng 85%, ít nhất khoảng 90%, ít nhất khoảng 95% tổng hàm lượng Al_2O_3 trong vật phẩm chịu nhiệt.

Vật phẩm chịu nhiệt có thể có một hoặc nhiều tính chất đặc biệt đáng chú ý. Tính chất như vậy có thể bao gồm sự tạo thành ít hoặc không đáng kể của lớp Mg-Al oxit giữa thân hoặc lớp phủ của vật phẩm chịu nhiệt và thủy tinh Al-Si-Mg. Các tính chất khác, như tỷ trọng và độ xốp, cũng được đề cập đến

Khi thủy tinh kiềm Al-Si-Mg nóng chảy chảy khi tiếp xúc với β nhôm oxit, lượng không đáng kể của lớp Mg-Al oxit tạo thành. Vì vậy, β nhôm oxit có thể so với anpha- Al_2O_3 trong đó lớp Mg-Al oxit có thể tạo thành khi thủy tinh kiềm Al-Si-Mg nóng chảy tiếp xúc với anpha- Al_2O_3 . Sự tạo thành của lớp Mg-Al oxit sau đó có thể dẫn đến một phần của lớp Mg-Al oxit đi vào trong thủy tinh nóng chảy và gây ra khuyết tật trong tấm thủy tinh được tạo. Vì vậy, β nhôm oxit và thủy tinh có thể tạo ra mặt phân cách tương đối sạch không có lớp trung gian tạo thành giữa hai lớp này.

Tỷ trọng và độ xốp của vật phẩm chịu nhiệt có thể được xác định bằng cách sử dụng phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn ASTM C20-00 (được phê chuẩn lại năm 2005). Tỷ trọng của β nhôm oxit tùy thuộc một phần vào chất phụ gia trong β nhôm oxit. Ví dụ, β nhôm oxit bao gồm Na có thể có tỷ trọng thấp hơn β nhôm oxit bao gồm nguyên tố đất hiếm, như Sc, La hoặc chất tương tự. Theo một phương án, tỷ trọng có thể bằng ít

nhất khoảng $2,50 \text{ g/cm}^3$, ít nhất khoảng $2,60 \text{ g/cm}^3$, ít nhất khoảng $2,80 \text{ g/cm}^3$, hoặc ít nhất khoảng $3,00 \text{ g/cm}^3$. Theo phương án khác, tỷ trọng có thể không lớn hơn khoảng $3,90 \text{ g/cm}^3$, không lớn hơn khoảng $3,70 \text{ g/cm}^3$, hoặc không lớn hơn khoảng $3,50 \text{ g/cm}^3$. Theo một phương án, độ xốp được biểu diễn dưới dạng phần trăm thể tích (“% thể tích”). Theo một phương án, độ xốp của vật phẩm chịu nhiệt bằng ít nhất khoảng 0,1% thể tích, ít nhất khoảng 1% thể tích, hoặc ít nhất khoảng 5% thể tích. Theo phương án khác, độ xốp không lớn hơn khoảng 20% thể tích, không lớn hơn khoảng 10% thể tích, không lớn hơn khoảng 7% thể tích, không lớn hơn khoảng 2% thể tích.

Vật phẩm chịu nhiệt, khi ở dạng khối tạo hình chảy tràn thủy tinh, có thể sử dụng để tạo tấm thủy tinh bằng quy trình nóng chảy. FIG.7 và FIG.8 lần lượt là hình chiếu phối cảnh và hình chiếu mặt cắt ngang của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh trong quá trình tạo tấm thủy tinh 302. Khối tạo hình chảy tràn thủy tinh được gia nhiệt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ khoảng 1050°C đến khoảng 1300°C . Khối tạo hình chảy tràn thủy tinh bao gồm phần máng chảy tràn thủy tinh 202 và phần côn 204, như được mô tả trước đây. Theo phương án như được minh họa, khối tạo hình chảy tràn thủy tinh cũng bao gồm các tấm chắn đầu 206 thường tạo thành chiều rộng của tấm thủy tinh 302 cần tạo. Khối tạo hình chảy tràn thủy tinh còn bao gồm lỗ vào 208 để nhận hợp phần thủy tinh nóng chảy. Máng trong phần máng chảy tràn thủy tinh 202 nhận hợp phần thủy tinh nóng chảy cho đến khi máng đầy tràn. Sau đó, hợp phần thủy tinh nóng chảy chảy tràn qua các mép đối diện của phần máng chảy tràn thủy tinh 202. Hợp phần thủy tinh nóng chảy sau đó chảy dọc theo các mặt ngoài đối diện của phần máng chảy tràn thủy tinh 202 và phần côn 204. Ở đầu phần côn 204 đối diện với phần máng chảy tràn thủy tinh 202, hợp phần thủy tinh nóng chảy dọc theo các mặt ngoài đối diện hợp nhất với nhau để tạo thành tấm thủy tinh 302. Theo phương án khác, loại vật phẩm thủy tinh khác có thể được tạo.

Theo một phương án, tấm thủy tinh 302 có thể có chiều dày bằng ít nhất khoảng $20 \mu\text{m}$, ít nhất khoảng $30 \mu\text{m}$, hoặc ít nhất khoảng $50 \mu\text{m}$. Theo phương án khác, tấm thủy tinh 302 có thể có chiều dày không lớn hơn khoảng 5 mm , không lớn hơn khoảng 3 mm , hoặc không lớn hơn khoảng $1,1 \text{ mm}$. Đối với chiều rộng, quy trình cho phép các tấm chắn đầu 206 được thiết đặt để cho phép chiều rộng cần thiết bất kỳ của tấm thủy

ting 302. Ví dụ, tấm thủy tinh 302 có thể có chiều rộng bằng ít nhất khoảng 0,5 m, ít nhất khoảng 1,1 m, ít nhất khoảng 2,0 m, ít nhất khoảng 4,0 m, hoặc lớn hơn.

Theo một phương án cụ thể, hợp phần thủy tinh nóng chảy bao gồm thủy tinh Al-Mg-Si. Theo phương án cụ thể hơn, hợp phần thủy tinh nóng chảy gần giống như đã được mô tả. Xem trên FIG.8, Mg-Al oxit không tạo thành cùng với bề mặt của vật phẩm chịu nhiệt khi bề mặt này tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy bao gồm Al-Si-Mg oxit.

Nhiều khía cạnh và phương án khác nhau có thể có. Một số khía cạnh và phương án này được mô tả trong bản mô tả này. Sau khi nghiên cứu bản mô tả này, những người có hiểu biết trung bình sẽ hiểu rõ là các khía cạnh và các phương án này chỉ có tính chất minh họa và không giới hạn phạm vi của sáng chế.

Theo khía cạnh thứ nhất, vật phẩm chịu nhiệt có thể bao gồm Al_2O_3 , và ít nhất khoảng 50% Al_2O_3 bao gồm β nhôm oxit, trong đó vật phẩm chịu nhiệt này có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.

Theo khía cạnh thứ hai, vật phẩm chịu nhiệt có thể có tổng hàm lượng Al_2O_3 bằng ít nhất 10% khối lượng. Mg-Al oxit không tạo thành cùng với bề mặt của vật phẩm chịu nhiệt khi bề mặt này tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy bao gồm Al-Si-Mg oxit. Vật phẩm chịu nhiệt có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.

Theo khía cạnh thứ ba, quy trình tạo vật phẩm chịu nhiệt có thể bao gồm bước chuẩn bị khối bao gồm Al_2O_3 và ít nhất khoảng 50% Al_2O_3 bao gồm β nhôm oxit. Quy trình này cũng có thể bao gồm bước thiêu kết khối để tạo vật phẩm chịu nhiệt. Vật phẩm chịu nhiệt có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.

Theo một phương án của khía cạnh thứ ba, bước thiêu kết được thực hiện ở nhiệt độ không lớn hơn khoảng 1700 °C, không lớn hơn khoảng 1650°C, hoặc không lớn hơn khoảng 1600 °C. Theo một phương án cụ thể, bước thiêu kết được thực hiện trong thiết bị chứa hở hoặc thiết bị chứa kín. Theo phương án cụ thể hơn, bước thiêu kết được thực hiện trong môi trường bao gồm hơi chứa nguyên tố nhóm 1, nguyên tố Nhóm 2, nguyên

tổ đất hiếm, Pb, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng được cung cấp bởi nguồn biệt với vật phẩm chịu nhiệt.

Theo phương án khác nữa của khía cạnh thứ ba, quy trình còn bao gồm bước nghiền một số loại bột được cung cấp để tạo vật phẩm chịu nhiệt. Bước nghiền một số loại bột có thể tạo ra bột nghiền bao gồm từng loại bột. Theo một phương án cụ thể, bước nghiền được thực hiện dưới dạng nghiền khô, nghiền ướt, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể khác, trị số D10 của kích thước hạt của bột nghiền không lớn hơn khoảng 9 micrômet, không lớn hơn khoảng 3 micrômet, không lớn hơn khoảng 2 micrômet, hoặc không lớn hơn khoảng 0,9 micrômet. Ngoài ra, trị số D50 của kích thước hạt của bột nghiền không lớn hơn khoảng 20 micrômet, không lớn hơn khoảng 12 micrômet, không lớn hơn khoảng 9 micrômet, không lớn hơn khoảng 3 micrômet không lớn hơn khoảng 2 micrômet, hoặc không lớn hơn khoảng 0,9 micrômet. Hơn nữa, trị số D90 của kích thước hạt của bột nghiền không lớn hơn khoảng 90 micrômet, không lớn hơn khoảng 40 micrômet, không lớn hơn khoảng 30 micrômet, không lớn hơn khoảng 9 micrômet, hoặc không lớn hơn khoảng 2 micrômet. Theo phương án cụ thể nữa, bột nghiền bao gồm anpha-Al₂O₃, β nhôm oxit, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể khác nữa, sau khi nghiền, bột nghiền có diện tích bề mặt riêng bằng ít nhất khoảng 0,5 m²/g, ít nhất khoảng 0,9 m²/g, ít nhất khoảng 1,1 m²/g, hoặc ít nhất khoảng 1,5 m²/g.

Theo khía cạnh thứ tư, quy trình tạo vật phẩm chịu nhiệt có thể bao gồm bước nấu chảy bột để tạo hợp phần nóng chảy, trong đó bột này bao gồm anpha-Al₂O₃ và chất chuyển hóa β ; β nhôm oxit; hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Quy trình cũng có thể bao gồm bước đổ khuôn bằng hợp phần nóng chảy, trong đó khuôn này có mẫu tương ứng với vật phẩm chịu nhiệt, và bước làm lạnh vật phẩm chịu nhiệt, trong đó vật phẩm chịu nhiệt này bao gồm β nhôm oxit và có khả năng được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.

Theo một phương án của các khía cạnh và các phương án nêu trên, chất chuyển hóa β chứa nguyên tố nhóm 1, nguyên tố Nhóm 2, nguyên tố đất hiếm, Pb, hoặc hỗn hợp

bất kỳ của chúng. Theo phương án khác, quy trình còn bao gồm bước thiêu kết vật phẩm chịu nhiệt.

Theo phương án khác của khía cạnh và phương án bất kỳ trong số các khía cạnh và các phương án nêu trên, quy trình còn bao gồm bước tạo hình vật phẩm chịu nhiệt thành khối tạo hình chảy tràn thủy tinh.

Theo khía cạnh thứ năm, quy trình tạo vật phẩm chịu nhiệt được sử dụng để tạo vật phẩm thủy tinh có thể bao gồm bước tạo thân bao gồm nguyên liệu chịu nhiệt và bước tạo lớp phủ trên thân. Lớp phủ có thể bao gồm β nhôm oxit, và lớp phủ và nguyên liệu chịu nhiệt có các thành phần khác nhau.

Theo khía cạnh thứ sáu, quy trình tạo vật phẩm thủy tinh có thể bao gồm bước tạo ra vật phẩm chịu nhiệt bao gồm khối tạo hình chảy tràn thủy tinh bao gồm β nhôm oxit ở bề mặt của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh, và bước cho nguyên liệu thủy tinh bao gồm Al-Si-Mg oxit chảy vào trong khối tạo hình chảy tràn thủy tinh và qua mép của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh. Nguyên liệu thủy tinh có thể tiếp xúc với β nhôm oxit. Trong quá trình chảy của nguyên liệu thủy tinh, Mg-Al oxit có thể không tạo thành cùng với β nhôm oxit ở bề mặt của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh.

Theo một phương án của khía cạnh thứ sáu, vật phẩm thủy tinh ở dạng tấm thủy tinh. Theo một phương án cụ thể, tấm thủy tinh có chiều dày bằng ít nhất khoảng 20 μm , ít nhất khoảng 30 μm , hoặc ít nhất khoảng 50 μm . Theo phương án cụ thể khác, tấm thủy tinh có chiều dày không lớn hơn khoảng 5 mm, không lớn hơn khoảng 3 mm, hoặc không lớn hơn khoảng 1,1 mm. Theo phương án cụ thể khác nữa, tấm thủy tinh có chiều rộng bằng ít nhất khoảng 0,2 m, ít nhất khoảng 0,5 m, ít nhất khoảng 0,7 m, ít nhất khoảng 1,1 m, ít nhất khoảng 2,0 m, ít nhất khoảng 2,4 m, hoặc ít nhất khoảng 2,8 m. Theo phương án khác, vật phẩm thủy tinh bao gồm thủy tinh kiềm.

Theo một phương án cụ thể của phương án hoặc khía cạnh bất kỳ trong số các phương án và khía cạnh được mô tả trong bản mô tả này, Mg-Al oxit không tạo thành cùng với bề mặt của vật phẩm chịu nhiệt khi bề mặt này tiếp xúc với thủy tinh nóng chảy

bao gồm Al-Si-Mg oxit. Theo phương án khác, vật phẩm chịu nhiệt bao gồm khối tạo hình chảy tràn thủy tinh. Theo phương án khác nữa, khối tạo hình chảy tràn thủy tinh có mặt cắt ngang với hình dạng côn từ đáy của khối tạo hình chảy tràn thủy tinh. Theo một phương án cụ thể, khối tạo hình chảy tràn thủy tinh có mặt cắt ngang với hình dạng nêm. Theo phương án khác nữa, vật phẩm chịu nhiệt có thể có tổng hàm lượng Al_2O_3 bằng ít nhất khoảng 80%, ít nhất khoảng 90%, hoặc ít nhất khoảng 95%. Theo phương án khác, β nhôm oxit tạo thành ít nhất khoảng 50%, ít nhất khoảng 70%, ít nhất khoảng 90%, ít nhất khoảng 95% tổng hàm lượng nhôm oxit trong vật phẩm chịu nhiệt.

Theo một phương án cụ thể của phương án hoặc khía cạnh bất kỳ trong số các phương án và khía cạnh được mô tả trong bản mô tả này, vật phẩm chịu nhiệt bao gồm thân và lớp phủ dọc theo ít nhất một phần thân, trong đó lớp phủ này bao gồm β nhôm oxit. Theo phương án cụ thể hơn, lớp phủ có chiều dày không lớn hơn khoảng 5000 μm , không lớn hơn khoảng 1500 μm , hoặc không lớn hơn khoảng 900 μm . Theo phương án cụ thể hơn khác, lớp phủ có chiều dày bằng ít nhất khoảng 100 μm , ít nhất khoảng 250 μm , hoặc ít nhất khoảng 500 μm .

Theo một phương án cụ thể của phương án hoặc khía cạnh bất kỳ trong số các phương án và khía cạnh được mô tả trong bản mô tả này, lớp phủ bao gồm một lớp hoặc nhiều lớp. Theo phương án cụ thể hơn, lớp phủ có thành phần gần như đồng nhất. Theo phương án cụ thể hơn khác, các lớp bao gồm lớp trong và lớp ngoài, trong đó lớp trong được bố trí giữa thân và lớp ngoài, và hệ số nở nhiệt của lớp trong nằm giữa các hệ số nở nhiệt của thân và lớp ngoài. Theo phương án còn cụ thể hơn nữa, lớp phủ có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai đối diện với bề mặt thứ nhất, trong đó bề mặt thứ nhất gần với thân hơn so với bề mặt thứ hai. Lớp phủ có thể có tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit thứ nhất gần bề mặt thứ nhất và tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit thứ hai gần bề mặt thứ hai. Theo một phương án, tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit thứ nhất lớn hơn tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit thứ hai. Theo phương án thậm chí cụ thể hơn, lớp phủ có miền trung gian phân cách bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, trong đó miền trung gian có tỷ lệ anpha-

Al_2O_3 : β nhôm oxit trung gian nhỏ hơn tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit thứ nhất và lớn hơn tỷ lệ anpha- Al_2O_3 : β nhôm oxit thứ hai.

Theo một phương án cụ thể của phương án hoặc khía cạnh bất kỳ trong số các phương án và khía cạnh được mô tả trong bản mô tả này, thân bao gồm zircon, mulit, SiC, anpha- Al_2O_3 , β nhôm oxit, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể hơn, thân bao gồm ít nhất khoảng 40% khối lượng, ít nhất khoảng 50% khối lượng, ít nhất khoảng 70% khối lượng, ít nhất khoảng 90% khối lượng, hoặc ít nhất 95% khối lượng anpha- Al_2O_3 . Theo phương án cụ thể khác, vật phẩm chịu nhiệt bao gồm chất phụ gia thứ nhất chứa nguyên tố nhóm 1, nguyên tố Nhóm 2, nguyên tố đất hiếm, Pb, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể hơn, chất phụ gia thứ nhất bao gồm Na, K, Li, Cs, Mg, Ba, Sr, Pb, Sc, La, Pr, Nd, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể hơn khác, vật phẩm chịu nhiệt bao gồm không lớn hơn khoảng 26% mol, không lớn hơn khoảng 17% mol, hoặc không lớn hơn khoảng 13% mol chất phụ gia thứ nhất. Theo phương án còn cụ thể hơn nữa vật phẩm chịu nhiệt bao gồm ít nhất khoảng 2,1% mol, ít nhất khoảng 2,5% mol, hoặc ít nhất khoảng 4,5% mol chất phụ gia thứ nhất.

Theo một phương án cụ thể của phương án hoặc khía cạnh bất kỳ trong số các phương án và khía cạnh được mô tả trong bản mô tả này, vật phẩm chịu nhiệt bao gồm chất thiêu kết. Theo phương án cụ thể hơn, chất thiêu kết bao gồm Ta, Nb, Ti, Fe, Mn, Cu, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể khác, vật phẩm chịu nhiệt bao gồm chất phụ gia thứ hai bao gồm nguyên tố đất hiếm, Ta, Nb, Mg, Zr, Hf, Zn, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể hơn, nguyên tố đất hiếm bao gồm Y, Sc, Yb, Pr, Sm, Gd, La, Ce, Dy, hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng. Theo phương án cụ thể nữa, chất thiêu kết khác với chất phụ gia thứ hai.

Theo một phương án cụ thể của phương án hoặc khía cạnh bất kỳ trong số các phương án và khía cạnh được mô tả trong bản mô tả này, vật phẩm chịu nhiệt có tỷ trọng bằng ít nhất khoảng 2,50 g/cm³, ít nhất khoảng 2,60 g/cm³, ít nhất khoảng 2,80 g/cm³, hoặc ít nhất khoảng 3,00 g/cm³. Theo phương án cụ thể khác, vật phẩm chịu nhiệt có tỷ

trọng không lớn hơn khoảng $3,90 \text{ g/cm}^3$, không lớn hơn khoảng $3,70 \text{ g/cm}^3$, hoặc không lớn hơn khoảng $3,50 \text{ g/cm}^3$. Theo phương án cụ thể khác nữa, vật phẩm chịu nhiệt có độ xốp bằng ít nhất khoảng 0,1% thể tích, ít nhất khoảng 1% thể tích, hoặc ít nhất khoảng 5% thể tích. Theo phương án cụ thể khác nữa, vật phẩm chịu nhiệt có độ xốp không lớn hơn khoảng 20% thể tích, không lớn hơn khoảng 10% thể tích, không lớn hơn khoảng 7% thể tích, không lớn hơn khoảng 2% thể tích.

Theo một phương án cụ thể của phương án hoặc khía cạnh bất kỳ trong số các phương án và khía cạnh được mô tả trong bản mô tả này, vật phẩm chịu nhiệt bao gồm TiO_2 , CaO , SiO_2 , Fe_2O_3 , Na_2O , hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng, với hàm lượng không lớn hơn khoảng 2% khối lượng, không lớn hơn khoảng 1,5% khối lượng, không lớn hơn khoảng 0,9% khối lượng, hoặc không lớn hơn khoảng 0,5% khối lượng. Theo phương án cụ thể khác, vật phẩm chịu nhiệt không có lớp phủ. Theo phương án cụ thể nữa, vật phẩm chịu nhiệt có chiều dài bằng ít nhất khoảng 0,5 m, ít nhất khoảng 1,1 m, ít nhất khoảng 2,0 m, ít nhất khoảng 4,0 m, ít nhất khoảng 5,0 m, hoặc ít nhất khoảng 6 m.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các khái niệm được mô tả trong bản mô tả này sẽ còn được mô tả trong các ví dụ dưới đây, điều này không giới hạn phạm vi của các đặc tính được mô tả trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Các trị số số trong phần các ví dụ này có thể được lấy gần đúng hoặc làm tròn cho thuận tiện.

Vật phẩm chịu nhiệt bao gồm nhiều nguyên liệu gồm được thiêu kết khác nhau được chuẩn bị bằng cách sử dụng quy trình dưới đây và các nguyên liệu dưới đây. Bảng 1 bao gồm các hợp phần của mẫu, tất cả chúng về cơ bản đều chứa nhôm oxit. Các mức vết của các tạp chất có thể có nhưng không được thông báo, do các tạp chất này thường không ảnh hưởng đáng kể đến đặc tính của các mẫu này.

Các mẫu nguyên liệu vật liệu chịu nhiệt β nhôm oxit khác nhau có các thành phần và tính chất như được đưa ra trong Bảng 1.

Bảng 1

Hàm lượng/tính chất	Vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal M TM	Vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal H TM	β'''' nhôm oxit
Al ₂ O ₃ (% khối lượng)	95	92	87,5
Na ₂ O (% khối lượng)	4	7	4,5
SiO ₂ (% khối lượng)	0,5	<1	0,5
MgO (% khối lượng)	-	-	7,5
Na ₂ O (% mol)	6,7	11,4	6,7
MgO (% mol)	-	-	16,8
Pha tinh thể chính	β nhôm oxit 53% / Anpha-Al ₂ O ₃ 45%	β' nhôm oxit	15 Al ₂ O ₃ - 4 MgO - Na ₂ O
Pha phụ		anpha-Al ₂ O ₃ < 2%	anpha-Al ₂ O ₃ < 2%
Tỷ trọng khối (g/cm ³)	từ 3,3 đến 3,4	từ 2,6 đến 2,85	2,9

Các mẫu được để tiếp xúc với hợp phần thủy tinh nóng chảy ở nhiệt độ 1150 °C trong 120 giờ mà không có sự chuyển động tương đối đáng kể bất kỳ nào giữa các mẫu và hợp phần thủy tinh nóng chảy (thử nghiệm tĩnh). Hợp phần thủy tinh nóng chảy bao gồm 61,9% khối lượng SiO₂, 17,5% khối lượng Al₂O₃, 12,6% khối lượng Na₂O, 3,5% khối lượng K₂O, và 3,5% khối lượng MgO.

FIG.9 là ảnh hiển vi điện tử quét ("scanning electron microscope: SEM") của vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-MTM và thủy tinh sau thử nghiệm tĩnh. Ở nơi thủy tinh 92 tiếp xúc với β nhôm oxit 94, không có lớp giữa thủy tinh 92 và β nhôm oxit 94. Ở các vị trí trong đó β nhôm oxit 94 không nằm giữa các phần của anpha-Al₂O₃ 96, lớp spinen 98 (trong hình ovan như được minh họa trên FIG.9) được tạo giữa anpha-Al₂O₃ 96 và thủy tinh 92.

FIG.10 là ảnh SEM của vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal H™ 101 và thủy tinh 103 sau thử nghiệm tĩnh. Như được minh họa trên FIG.10, thủy tinh 103 tiếp xúc với β nhôm oxit 101 và không có lớp nào giữa thủy tinh 103 và β nhôm oxit 101. Cả pha anpha- Al_2O_3 riêng rẽ lẫn lớp spinen đều không có trên ảnh SEM.

FIG.11 là ảnh SEM của β nhôm oxit với vật liệu chịu nhiệt MgO 111 và thủy tinh 113 sau thử nghiệm tĩnh. Như được minh họa trên FIG.11, thủy tinh 113 tiếp xúc với vật liệu chịu nhiệt 111 và không có lớp nào giữa thủy tinh 113 và vật liệu chịu nhiệt 111. Cả pha anpha- Al_2O_3 riêng rẽ lẫn lớp spinen đều không có trên ảnh của SEM.

Không giống anpha- Al_2O_3 , lớp spinen không tạo thành giữa β nhôm oxit và hợp phần thủy tinh nóng chảy trong các thử nghiệm tĩnh. Vì vậy, thủy tinh được tạo bằng cách sử dụng vật liệu chịu nhiệt β nhôm oxit sẽ không có khuyết tật của lớp spinen bởi vì lớp spinen không được tạo.

Các mẫu khác được tạo bằng cách sử dụng điều kiện chuẩn bị và thiêu kết khác nhau. Ba điều kiện nghiền khác nhau được sử dụng. Quá trình nghiền khô Al_2O_3 (“ Al_2O_3 khô”)
bao gồm quá trình nghiền các mảnh nguyên liệu chịu nhiệt trong 30 phút trong máy nghiền hành tinh với thùng chứa anpha- Al_2O_3 và môi trường nghiền anpha- Al_2O_3 . Quá trình nghiền khô ZrO_2 (“ ZrO_2 khô”) giống như quá trình nghiền khô Al_2O_3 ngoại trừ điểm thùng chứa anpha- Al_2O_3 và môi trường nghiền anpha- Al_2O_3 được thay thế bằng thùng chứa ZrO_2 và môi trường nghiền ZrO_2 . Quá trình nghiền khô cả Al_2O_3 lẫn ZrO_2 đều được thực hiện không có chất lỏng, như nước. Quá trình nghiền ướt Al_2O_3 (“ Al_2O_3 ướt”) bao gồm quá trình nghiền các mảnh nguyên liệu chịu nhiệt bằng cách sử dụng thùng chứa anpha- Al_2O_3 trên các trục cán và môi trường nghiền anpha- Al_2O_3 và nước. Bảng 2 bao gồm số liệu phân bố hạt của các bột sau khi nghiền.

Bảng 2

Điều kiện nghiền	D10 (micrômet)	D50 (micrômet)	D90 (micrômet)	Diện tích bề mặt riêng SSA (m ² /g)
Al ₂ O ₃ khô	2	11,3	34,9	0,74
Al ₂ O ₃ khô + ZrO ₂ khô	1,65	8,8	25,2	1,05
Al ₂ O ₃ khô + ZrO ₂ khô + Al ₂ O ₃ ướt	0,53	0,84	1,39	-

Quá trình nghiền ướt tạo ra các hạt nhỏ hơn và kích thước hạt được phân bố hẹp hơn, vì 90% tất cả các hạt có kích thước hạt bằng 1,39 micrômet hoặc nhỏ hơn. Sau khi nghiền, trong nhôm oxit trong bột nghiền, 41% là anpha-Al₂O₃ và 59% là β nhôm oxit.

Các mẫu được thực hiện bằng cách sử dụng bột có điều kiện nghiền khác nhau và bằng cách sử dụng điều kiện thiêu kết khác nhau. Một số mẫu được đưa phân tích nhiễu xạ tia X và hóa học để thu được thông tin xác định bao nhiêu Al₂O₃ trong nguyên liệu đã thiêu kết là anpha-Al₂O₃ và β nhôm oxit.

Sau khi nghiền, các bột được nén đẳng áp để tạo viên có khối lượng trung bình bằng khoảng 25 g. Các viên này được thiêu kết bằng cách sử dụng một trong số bốn điều kiện thiêu kết khác nhau như được liệt kê dưới đây:

1600 °C trong 10 giờ trong thiết bị chứa hở, trong đó môi trường là không khí;

1600 °C trong 10 giờ trong thiết bị chứa kín, trong đó môi trường là không khí và được nạp bằng các mảnh vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™ để làm bão hòa không khí bằng NaOH;

1700 °C trong 10 giờ trong thiết bị chứa hở, trong đó môi trường là không khí;

1700 °C trong 10 giờ trong thiết bị chứa kín, trong đó môi trường là không khí và được nạp bằng các mảnh vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal- MTM (“JM”) để làm bão hòa không khí bằng NaOH.

FIG.12 là bảng của bộ mẫu được tạo từ các mảnh vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal- MTM hoặc Jargal-HTM. Các mẫu từ 1 đến 20 được tạo từ các mảnh đúc nóng chảy của vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-MTM được nghiền thành bột, và các mẫu từ 21 đến 23 được tạo từ các mảnh đúc nóng chảy của vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-HTM được nghiền thành bột. Đối với các mẫu vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-MTM, một số mẫu chỉ là Al₂O₃ được nghiền khô (các mẫu 1 và 2), các mẫu khác là Al₂O₃ được nghiền khô và ZrO₂ được nghiền khô (các mẫu từ 3 đến 8), và các mẫu khác là Al₂O₃ được nghiền khô, ZrO₂ được nghiền khô, và Al₂O₃ nghiền ướt (các mẫu từ 9 đến 20). Một số mẫu bao gồm khoảng 1% khối lượng ZnO (các mẫu 7, 8, và từ 17 đến 20) hoặc khoảng 1% khối lượng MgO (các mẫu 5, 6, và từ 13 đến 16). Các mẫu 13 và 14 được thử nghiệm lại về độ xốp và tỷ trọng. Các mẫu từ 21 đến 23 (vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-HTM) được nghiền ướt. Mẫu 21 không bao gồm ZnO hoặc MgO bổ sung bất kỳ nào, mẫu 22 bao gồm khoảng 1% khối lượng MgO, và mẫu 23 bao gồm khoảng 1% khối lượng ZnO.

Một số nhận xét được thực hiện về số liệu trong bảng trên FIG.12. Các nhận xét đối với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-MTM được trình bày trước các nhận xét về vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-HTM (“JH”).

Đối với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-MTM, bất ngờ là, các mẫu nghiền ướt giữ lại nhiều hơn đáng kể β nhôm oxit khi so với các mẫu nghiền khô. Bột không nghiền có khoảng 59% β nhôm oxit. Mẫu nghiền ướt chứa MgO có tổn thất β nhôm oxit thấp nhất trong đó β nhôm oxit bằng khoảng 57%. Các mẫu nghiền ướt chứa ZnO có tổn thất β nhôm oxit thấp hơn khi so với các mẫu nghiền ướt không có Mg hoặc Zn bất kỳ. Mẫu nghiền khô mất hơn hai lần Al₂O₃ khi so với các mẫu nghiền ướt.

Đối với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™, độ xốp cao hơn và tỷ trọng thấp hơn của các mẫu chỉ được nghiền khô, khi so với các mẫu được nghiền ướt. Các mẫu được nghiền ướt có kích thước hạt nhỏ hơn khi so với các mẫu được nghiền khô, do điều kiện nghiền khác nhau. Khi so sánh các mẫu nghiền khô giữa chúng với nhau, các mẫu chỉ là Al_2O_3 được nghiền khô có xấp xỉ cùng một độ xốp và tỷ trọng khi so với các mẫu là Al_2O_3 được nghiền khô và ZrO_2 được nghiền khô.

Đối với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™, sự bổ sung MgO giúp giảm độ xốp của các mẫu được nghiền ướt. Độ xốp của các mẫu nghiền ướt chứa MgO không lớn hơn khoảng 0,04% thể tích khi được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1600 °C và không lớn hơn khoảng 1,75% thể tích khi được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1700 °C. So sánh các mẫu nghiền ướt chứa MgO với các mẫu nghiền ướt khác, trong đó độ xốp bằng ít nhất khoảng 0,36% thể tích khi được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1600 °C và ít nhất khoảng 4,95% thể tích khi được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1700 °C. Số liệu này đủ để nhận xét về tỷ trọng giữa các mẫu nghiền ướt khác nhau. Sự bổ sung MgO hoặc ZnO hình như không có tác dụng đáng kể lên độ xốp và tỷ trọng của các mẫu nghiền khô.

Đối với các mẫu nghiền ướt sử dụng vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™, các mẫu này được thiêu kết ở nhiệt độ thiêu kết thấp hơn (khoảng 1600 °C) có độ xốp thấp hơn và tỷ trọng cao hơn khi so với các mẫu được thiêu kết ở nhiệt độ thiêu kết cao hơn (khoảng 1700 °C). Độ xốp của các mẫu ướt được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1700 °C có độ xốp ít nhất 5 lần cao hơn các mẫu ướt được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1600 °C. Cụ thể là, mẫu 12 có độ xốp thấp khoảng 7,8 lần cao hơn độ xốp của mẫu 10, cả hai mẫu này không bao gồm ZnO hoặc MgO bổ sung bất kỳ nào và được thiêu kết trong thiết bị chứa kín cùng với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™. Đối với các mẫu nghiền ướt chứa MgO, mẫu 15 có độ xốp khoảng 39 lần cao hơn độ xốp của mẫu 13 (thử nghiệm lại tỷ trọng và độ xốp). Đối với các mẫu nghiền ướt chứa ZnO, mẫu 19 có độ xốp khoảng 12 lần cao hơn độ xốp của mẫu 17. Lưu ý là, các mẫu khác trong mỗi nhóm trong số ba nhóm khác nhau thậm chí có độ chênh lệch lớn hơn về độ xốp ở các nhiệt độ thiêu kết khác nhau, khi tất cả các thông số khác được giữ không đổi. Đối với tỷ trọng, độ chênh lệch giữa quá trình thiêu

kết ở nhiệt độ khoảng 1600 °C và khoảng 1700 °C được thấy bằng số liệu; tuy nhiên, độ chênh lệch này không lớn bằng độ chênh lệch của độ xốp.

Đối với các mẫu nghiền khô sử dụng vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™, nhiệt độ thiêu kết hình như không có tác dụng đáng kể lên độ xốp hoặc tỷ trọng.

Sự bổ sung vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™ vào môi trường thiêu kết kín hình như có tác dụng nhỏ lên độ xốp. Đối với các mẫu nghiền ướt, sự bổ sung vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™ hình như có độ xốp thấp hơn khi so với các mẫu có cùng một thành phần và điều kiện thiêu kết. Ví dụ, mẫu 9 có độ xốp bằng khoảng 0,36% thể tích, và mẫu 10 có độ xốp bằng khoảng 0,72% thể tích, và mẫu 15 có độ xốp bằng khoảng 1,54% thể tích, và mẫu 16 có độ xốp bằng khoảng 1,75% thể tích. Số liệu của các mẫu nghiền khô hình như không có sự tương quan bất kỳ nào giữa sự bổ sung vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™ và độ xốp.

Sự bổ sung vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™ hình như không có sự tương quan với tỷ trọng của cả hai mẫu nghiền khô và nghiền ướt.

Đối với các mẫu nghiền ướt sử dụng vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™, các mẫu được thiêu kết ở nhiệt độ thiêu kết thấp hơn (khoảng 1600 °C) có độ xốp thấp hơn và tỷ trọng cao hơn khi so với các mẫu được thiêu kết ở nhiệt độ thiêu kết cao hơn (khoảng 1700 °C). Độ xốp của các mẫu ướt được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1700 °C có độ xốp ít nhất 5 lần cao hơn các mẫu ướt được thiêu kết ở nhiệt độ khoảng 1600 °C. Cụ thể là, mẫu 11 có độ xốp khoảng 6,9 lần cao hơn độ xốp của mẫu 10, cả hai mẫu này không chứa ZnO hoặc MgO bổ sung bất kỳ nào. Đối với các mẫu nghiền ướt chứa MgO, mẫu 15 có độ xốp khoảng 39 lần cao hơn độ xốp của mẫu 13 (thử nghiệm lại). Đối với các mẫu nghiền ướt chứa ZnO, mẫu 19 có độ xốp khoảng 39 lần cao hơn độ xốp của mẫu 18. Lưu ý là, các mẫu khác trong mỗi nhóm trong số ba nhóm khác nhau thậm chí có độ chênh lệch lớn hơn về độ xốp ở các nhiệt độ thiêu kết khác nhau. Các mẫu nghiền khô không được thiêu kết ở các nhiệt độ khác nhau, và vì vậy, tác dụng của nhiệt độ thiêu kết lên độ xốp và tỷ trọng không được biết.

Các nhận xét đối với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-H™ khá khác nhau khi so với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™. Độ co trong khi thiêu kết bằng khoảng 16%. Trong khi đó sự bổ sung MgO vào vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™ có độ xốp thấp hơn và tỷ trọng cao hơn, đối với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-H™, tác dụng ngược lại được thấy. Cụ thể là, mẫu 22 (khoảng 1% khối lượng MgO) có độ xốp bằng khoảng 4,00% thể tích và tỷ trọng bằng 3,05 g/cm³. Mẫu 21 (được pha tạp) có độ xốp bằng khoảng 0,39% thể tích và tỷ trọng bằng 3,23 g/cm³. Đối với độ xốp và tỷ trọng, mẫu 23 (khoảng 2% khối lượng ZnO) nằm giữa nhưng gần hơn nhiều với mẫu 21 khi so với mẫu 22. Mẫu 23 có độ xốp bằng khoảng 0,67% thể tích và tỷ trọng bằng 3,19 g/cm³. Nhiều mẫu với vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-H™ có thể được thử nghiệm để xác định tác dụng của nhiệt độ thiêu kết (ví dụ, 1700°C) và môi trường thiêu kết (ví dụ, kín với các mảnh vật liệu chịu nhiệt nhãn Jargal-M™ hoặc nhãn Jargal-H™) lên độ xốp và tỷ trọng.

Các mẫu bổ sung từ 24 đến 27 được tạo theo các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này. Cụ thể là, các mẫu này được chuẩn bị bằng cách kết hợp các bột có thành phần nêu trong Bảng 3. Các mẫu được tạo bằng cách trộn bột β nhôm oxit và bột của chất phụ gia bất kỳ, như Ta₂O₅, Y₂O₃, hoặc ZnO, với nước để tạo vữa. Bột β nhôm oxit được nghiền phun trước, sao cho các hạt có D50 trong khoảng từ khoảng 2,9 micrômet đến khoảng 3,8 micrômet. Trong trường hợp mẫu 31, bột β nhôm oxit cũng được nghiền ướt. Vữa sau đó được sấy phun cùng với chất liên kết và chất phụ gia khác và được sử dụng để tạo phôi bằng cách nén đẳng tĩnh có kích thước 2x2x5 in. Phôi này sau đó được đốt trong không khí trong khoảng 15 ngày theo chu trình thích hợp và sau đó được thiêu kết ở nhiệt độ trong khoảng từ 1560°C đến 1640°C trong khoảng thời gian trong khoảng từ 29 giờ đến 31 giờ. Các mẫu bao gồm bột β nhôm oxit từ 24 đến 27 bao gồm Al₂O₃ trong khoảng từ khoảng 93,2% khối lượng đến khoảng 94,4% khối lượng, Na₂O trong khoảng từ khoảng 5,3% khối lượng đến khoảng 6,5% khối lượng, SiO₂ trong khoảng từ khoảng 0,07% khối lượng đến khoảng 0,13% khối lượng. Ngoài ra, β nhôm oxit của các mẫu từ 24 đến 27 bao gồm hàm lượng kết hợp của CaO, MgO, và Fe₂O₃ trong khoảng từ khoảng 1,6% khối lượng đến 2,4% khối lượng.

Bảng 3

Mẫu	β nhôm oxit (% khối lượng)	Y_2O_3 (% khối lượng)	ZnO (%) (% khối lượng)	Ta_2O_5 (%) (% khối lượng)
24	99,01	-	-	0,99
25	99,01	-	0,99	-
26	99,01	0,99	-	-
27	100	-	-	-

Bảng 4 là số liệu tỷ trọng và độ xốp của các mẫu từ 24 đến 27 và bảng 5 là hợp phần của các pha tinh thể của các phần mẫu 24 và 27. Số liệu pha tinh thể thu được bằng cách sử dụng kỹ thuật nhiễu xạ tia X. Bảng 4 cho biết mẫu 24 được chuẩn bị bằng Ta_2O_5 , chặt hơn và ít xốp hơn so với các mẫu 25, 26, và 27. Ngoài ra, số liệu trong Bảng 5 cho biết lớp phản ứng tạo thành trên các phần mẫu tương ứng trong đó phần β -nhôm oxit chuyển hóa thành corundum trong khi chuẩn bị các mẫu tương ứng. Lớp phản ứng có chiều sâu nhỏ hơn khoảng 4 mm ở các phần của mẫu 24 và 27 được đo. Dưới lớp phản ứng, Al_2O_3 của các mẫu vẫn còn lại trong pha β -nhôm oxit.

FIG.13 là ảnh nhiễu xạ tia X minh họa hình chiếu mặt cắt ngang của mặt phân cách giữa phần mẫu có thành phần của mẫu 24 và phần thủy tinh kiềm Al-Mg-Si 131. Ta_2O_5 được minh họa trên FIG.13 dưới dạng các đốm màu trắng, như đốm màu trắng được lấy làm ví dụ 133. Về mẫu được thể hiện trên FIG.13, pha β nhôm oxit 135 không chuyển hóa thành corundum khi tiếp xúc với thủy tinh kiềm Al-Mg-Si nóng chảy. Hơn nữa, lớp Mg-Al oxit không có trên phần mẫu được minh họa trên FIG.13. Ngoài ra, FIG.13 minh họa các lỗ, như lỗ được lấy làm ví dụ 137.

FIG.14 là ảnh nhiễu xạ tia X minh họa hình chiếu mặt cắt ngang của phần thân mẫu trên FIG.13. Hình chiếu trên FIG.14 minh họa phần mẫu được thiết đặt cách khỏi mặt phân cách với thủy tinh Al-Mg-Si. Phần mẫu được minh họa trên FIG.14 bao gồm các đoạn Ta₂O₅, như đoạn được lấy làm vd 141, và pha β-nhôm oxit 143. Ngoài ra, phần mẫu được minh họa trên FIG.14 bao gồm các lỗ, như lỗ được lấy làm ví dụ 145.

Bảng 4

Mẫu	Tỷ trọng (g/cm ³)	Độ xốp (% thể tích)
24	3,16	0,36
25	2,91	8,15
26	2,94	6,13
27	2,93	7,22

Bảng 5

Mẫu	Trung tâm mẫu	Lớp phản ứng (từ 0 đến 4 mm)	Dưới lớp phản ứng
24 (% thể tích corundum)	0	42,3	0
24 (% thể tích β nhôm oxit)	100	57,7	100
27 (% thể tích corundum)	0	29,3	0
27 (% thể tích β nhôm oxit)	100	70,7	100

Lưu ý rằng, không phải tất cả các công việc được mô tả ở trên trong phần mô tả chung hoặc các ví dụ là cần thiết, rằng một phần công việc cụ thể có thể là không cần thiết, và rằng một hoặc nhiều công việc khác có thể được thực hiện ngoài các công việc đã được mô tả. Còn nữa, thứ tự trong đó các công việc được liệt kê không nhất thiết là thứ tự trong đó các công việc này được thực hiện.

Các lợi ích, các ưu điểm khác, và các giải pháp đối với các vấn đề đã được mô tả ở trên về các phương án cụ thể. Tuy nhiên, các lợi ích, các ưu điểm, các giải pháp đối với các vấn đề, và (các) đặc tính bất kỳ có thể làm cho lợi ích, ưu điểm, hoặc giải pháp bất kỳ xuất hiện hoặc trở nên rõ ràng hơn sẽ không được hiểu là đặc tính tới hạn, bắt buộc hoặc thiết yếu của mỗi một hoặc tất cả các điểm yêu cầu bảo hộ.

Sự mô tả và các minh họa của các phương án được mô tả trong bản mô tả này nhằm tạo ra sự hiểu biết chung về kết cấu của các phương án khác nhau. Sự mô tả và các

minh họa không nhằm mô tả thấu đáo và bao quát tất cả các phần tử và các đặc trưng của các thiết bị và các hệ thống sử dụng các kết cấu hoặc các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Các phương án riêng rẽ cũng có thể được đề xuất kết hợp vào một phương án đơn lẻ, và ngược lại, các đặc tính khác nhau, để ngắn gọn, được mô tả trong ngữ cảnh của một phương án đơn lẻ, cũng có thể được đề xuất riêng rẽ hoặc một kết hợp phụ bất kỳ. Hơn nữa, sự tham chiếu các trị số được nêu trong các khoảng bao gồm mỗi và mọi trị số trong khoảng đó. Nhiều phương án khác có thể rõ ràng đối với những người có hiểu biết trung bình chỉ sau khi nghiên cứu bản mô tả này. Các phương án khác có thể được sử dụng và có nguồn gốc từ bản mô tả của sáng chế, sao cho sự thay thế kết cấu, sự thay thế logic, hoặc sự thay đổi khác có thể được thực hiện mà không trệch khỏi phạm vi của sáng chế. Vì vậy, phần mô tả được dùng để minh họa sáng chế chứ không phải là giới hạn phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm chịu nhiệt bao gồm Al_2O_3 với tổng hàm lượng ít nhất là 93% khối lượng, trong đó ít nhất khoảng 50% Al_2O_3 nêu trên là β nhôm oxit, và vật phẩm chịu nhiệt này có độ xốp ít nhất là nằm trong khoảng từ 0,1% thể tích đến $\leq 20\%$ thể tích, và vật phẩm chịu nhiệt này có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.
2. Quy trình tạo vật phẩm chịu nhiệt bao gồm các bước:
 - chuẩn bị nền chứa Al_2O_3 với tổng hàm lượng ít nhất là 93% khối lượng, trong đó ít nhất khoảng 50% Al_2O_3 này là β nhôm oxit, và
 - thiêu kết nền này để tạo ra vật phẩm chịu nhiệt,
 trong đó vật phẩm chịu nhiệt này có độ xốp nằm trong khoảng từ 0,1% thể tích đến $\leq 20\%$ thể tích, và vật phẩm này có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh.
3. Quy trình theo điểm 2, trong đó bước thiêu kết được thực hiện ở nhiệt độ $\leq 1.700^\circ\text{C}$.
4. Quy trình theo điểm 3, trong đó bước thiêu kết được thực hiện trong môi trường, mà môi trường này chứa nguyên tố nhóm 1, nguyên tố nhóm 2, nguyên tố đất hiếm, Pb, hoặc hỗn hợp tùy ý bất kỳ của chúng, mà được cung cấp bởi nguồn tách biệt với vật phẩm chịu nhiệt.
5. Quy trình theo điểm 4, trong đó quy trình này còn bao gồm bước nghiền một số loại bột để thu được bột nghiền, và bước nghiền này được thực hiện dưới dạng nghiền khô, nghiền ướt hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.
6. Quy trình theo điểm 5, trong đó:
 - trị số D10 của kích thước hạt của bột nghiền này là ≤ 9 micro,
 - trị số D50 của kích thước hạt của bột nghiền này là ≤ 20 micro,
 - trị số D90 của kích thước hạt của bột nghiền này là ≤ 90 micro, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.
7. Quy trình theo điểm 5 hoặc 6, trong đó bột nghiền này bao gồm $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, β nhôm oxit hoặc hỗn hợp bất kỳ của chúng.

8. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 5, 6 hoặc 7, trong đó bột nghiền này có diện tích bề mặt riêng ít nhất là $0,5 \text{ m}^2/\text{g}$.

9. Quy trình tạo vật phẩm chịu nhiệt, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

nấu chảy bột để tạo ra hỗn hợp nóng chảy, trong đó bột này bao gồm:

$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ hoặc chất chuyển hóa β ,

β nhôm oxit, hoặc

hỗn hợp bất kỳ của chúng,

đổ hỗn hợp nóng chảy này vào khuôn, trong đó khuôn này có mẫu tương ứng với vật phẩm chịu nhiệt này, và

làm lạnh vật phẩm chịu nhiệt này, trong đó vật phẩm chịu nhiệt này chứa nhôm oxit với tổng hàm lượng ít nhất là 93% khối lượng, và vật phẩm này có thể được sử dụng trong quy trình nấu chảy thủy tinh, và trong đó ít nhất khoảng 50% tổng hàm lượng Al_2O_3 trong vật phẩm chịu nhiệt này là β nhôm oxit, và có độ xốp ít nhất là 0,1 % thể tích và ≤ 20 % thể tích.

10. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 9, trong đó quy trình này còn bao gồm bước tạo hình vật phẩm chịu nhiệt này thành khối tạo hình thủy tinh chảy tràn.

11. Vật phẩm chịu nhiệt theo điểm 1, trong đó lượng β nhôm oxit chiếm ít nhất là 70%.

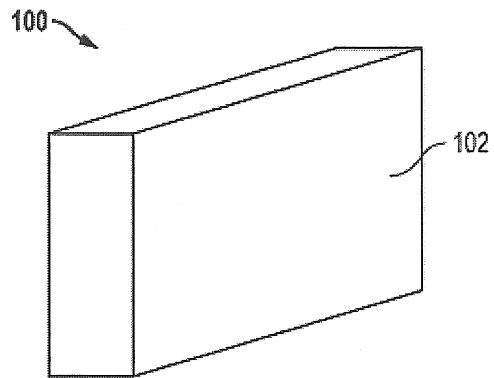
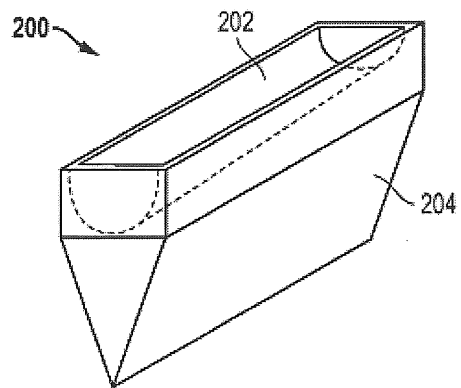
12. Vật phẩm chịu nhiệt theo điểm 1, trong đó vật phẩm chịu nhiệt này bao gồm thân chính và lớp phủ trên ít nhất một phần của thân chính này, và lớp phủ này chứa β nhôm oxit.

13. Vật phẩm chịu nhiệt theo điểm 12, trong đó lớp phủ này có độ dày $\leq 5.000\mu\text{m}$.

14. Vật phẩm chịu nhiệt theo điểm 12, trong đó lớp phủ này có độ dày ít nhất là $100\mu\text{m}$.

15. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 9, trong đó β nhôm oxit này chiếm ít nhất là 70%.

16. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 9, trong đó vật phẩm chịu nhiệt này bao gồm thân chính và lớp phủ mà bao phủ ít nhất là một phần của thân chính này, và lớp phủ này chứa β nhôm oxit nêu trên.
17. Quy trình theo điểm 16, trong đó lớp phủ này có độ dày $\leq 5.000\mu\text{m}$.
18. Quy trình theo điểm 16, trong đó lớp phủ này có độ dày ít nhất là $100\mu\text{m}$.

*FIG. 1**FIG. 2*

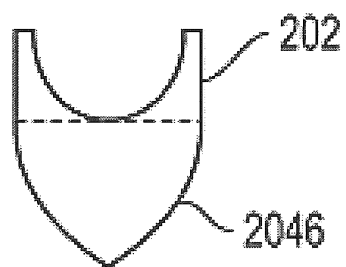
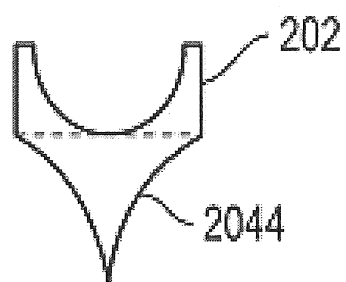
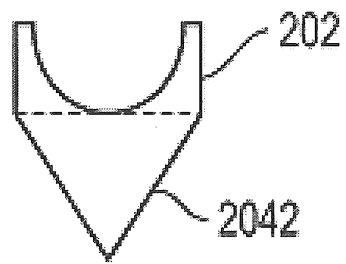


FIG. 3

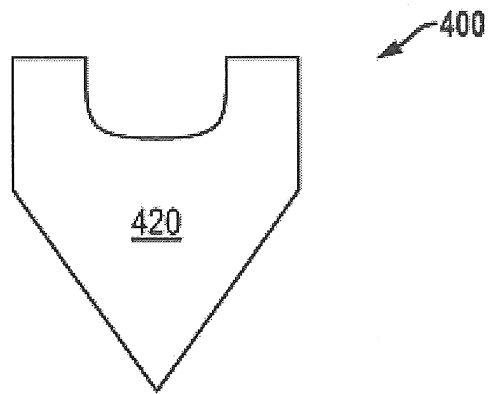


FIG. 4

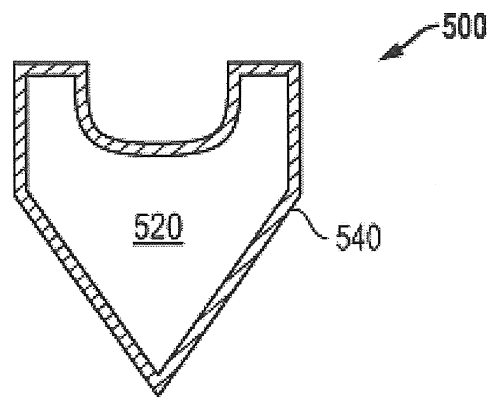


FIG. 5

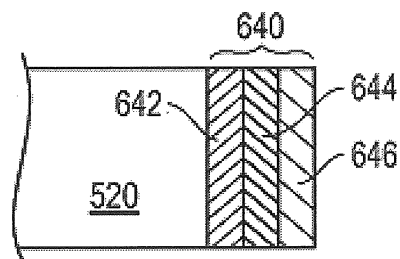
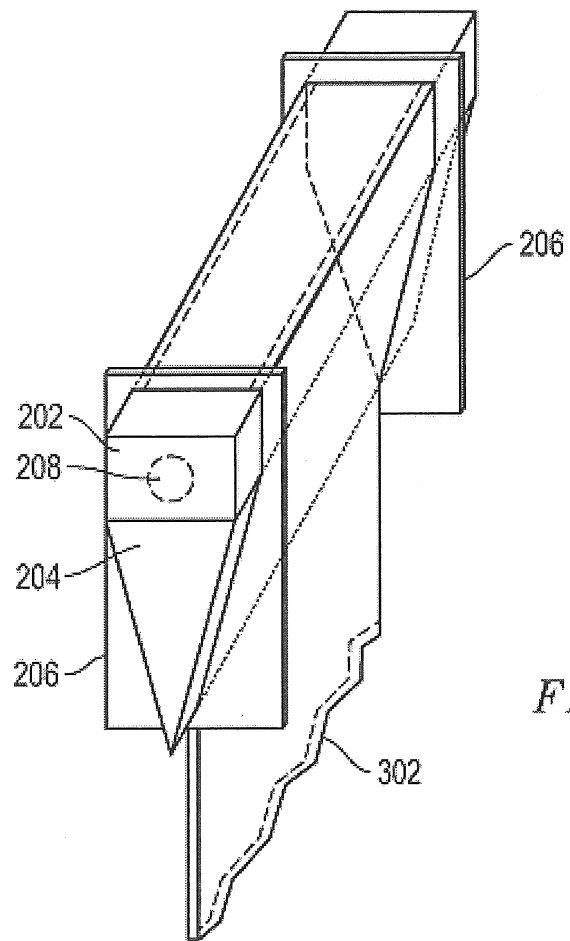
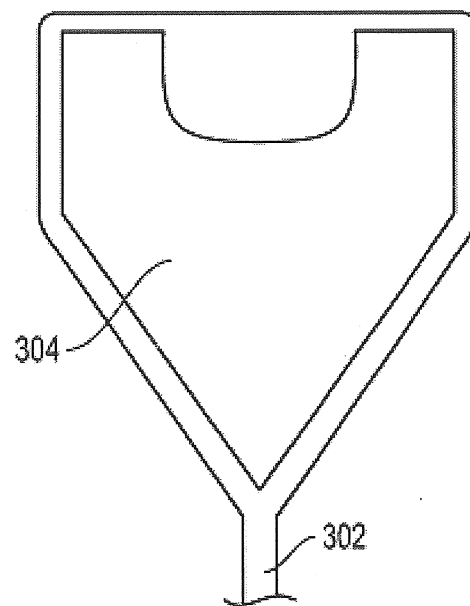


FIG. 6

*FIG. 7**FIG. 8*

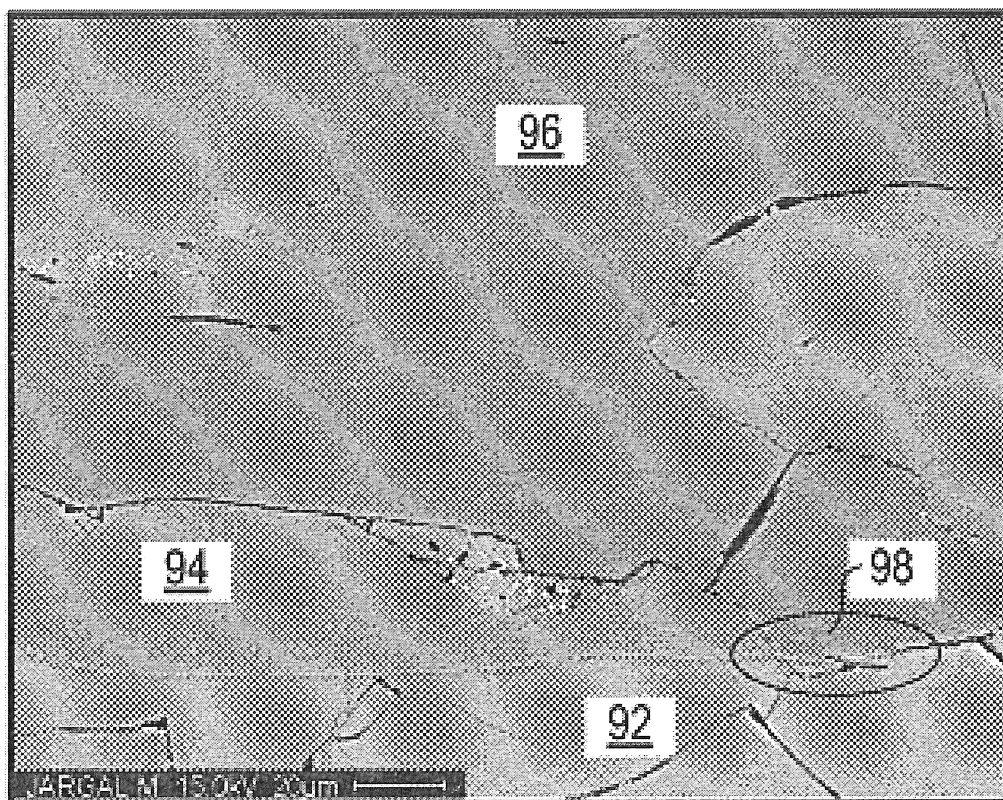
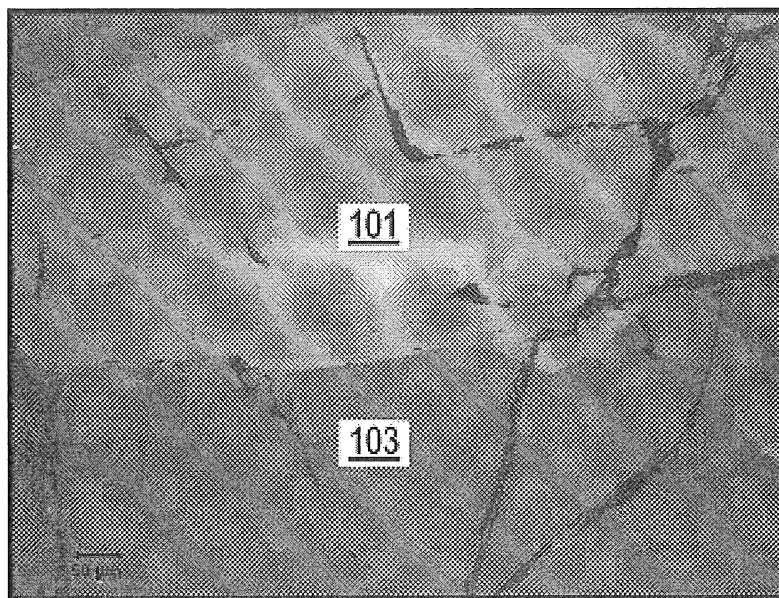
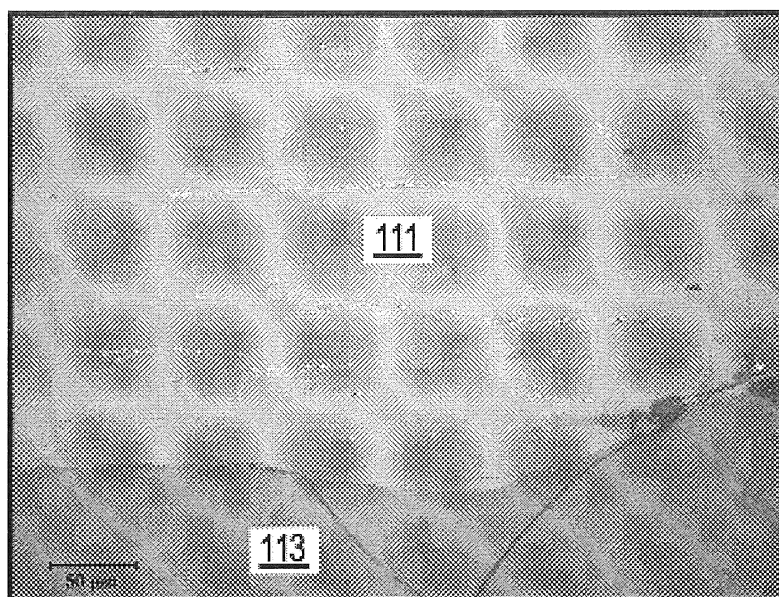


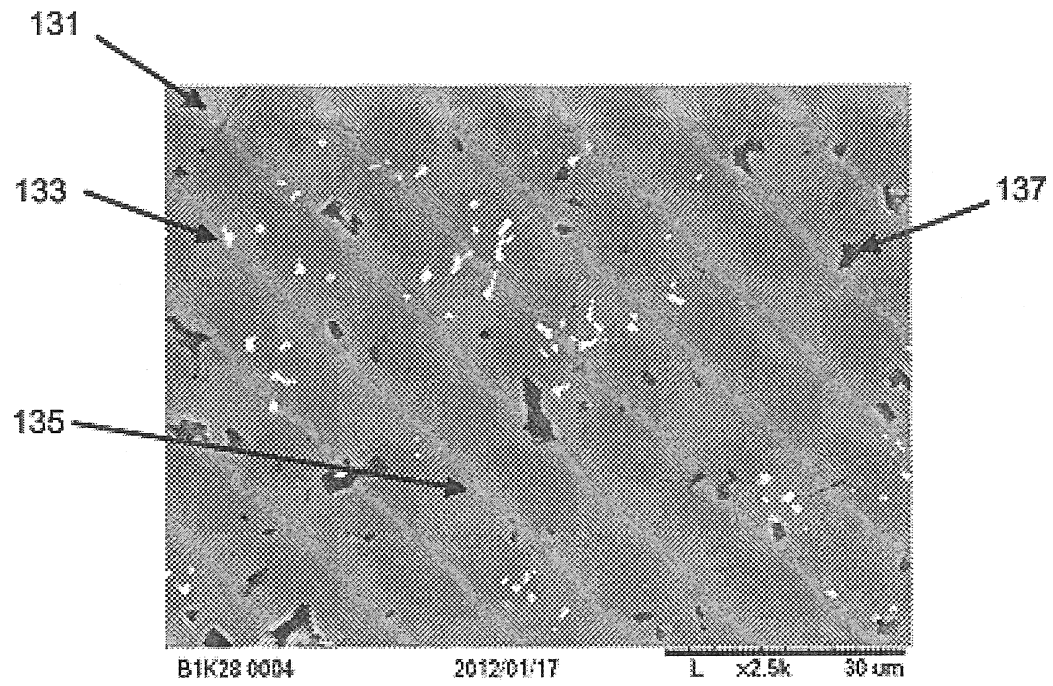
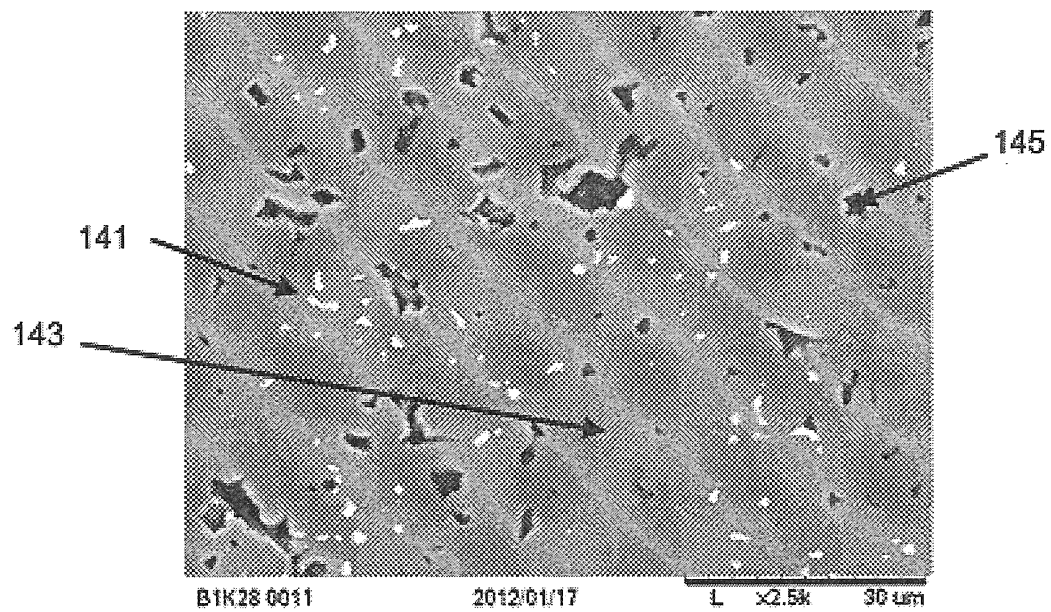
FIG. 9

*FIG. 10**FIG. 11*

Mẫu	Nguồn Beta-Al ₂ O ₃	Điều kiện nghiền	Nhiệt độ thiêu kết (°C)	Môi trường thiêu kết	ZnO (% khối lượng)	MgO (% khối lượng)	Độ xốp xấp xỉ (%)	Mật độ (g/cc)	Alpha-Al ₂ O ₃ (% khối lượng)	Beta-Al ₂ O ₃ (% khối lượng)
1.	JM	A	1600	Kèm theo JM	-	-	24,37	2,72		
2.	JM	A	1600	Ngoài trời	-	-	22,96	2,68		
3.	JM	A + B	1600	Kèm theo JM	-	-	22,22	2,72		
4.	JM	A + B	1600	Ngoài trời	-	-	24,28	2,75	57	43
5.	JM	A + B	1600	Kèm theo JM	-	1	23,91	2,64		
6.	JM	A + B	1600	Ngoài trời	-	1				
7.	JM	A + B	1600	Kèm theo JM	1	-	23,09	2,71		
8.	JM	A + B	1600	Ngoài trời	1	-	22,68	2,68		
9.	JM	A + B + C	1600	Kèm theo JM	-	-	0,36	3,48	48	52
10.	JM	A + B + C	1600	Ngoài trời	-	-	0,72	3,47	46	54
11.	JM	A + B + C	1700	Kèm theo JM	-	-	4,35	3,39		
12.	JM	A + B + C	1700	Ngoài trời	-	-	5,65	3,39		
13.	JM	A + B + C	1600	Kèm theo JM	-	1	0,00	3,47		
13. (kiểm tra lại mật độ và độ xốp)	JM	A + B + C	1600	Kèm theo JM	-	1	0,04	3,46		
14.	JM	A + B + C	1600	Ngoài trời	-	1	0,00	3,46		
14. (kiểm tra lại mật độ và độ xốp)	JM	A + B + C	1600	Ngoài trời	-	1	0,00	3,47	43	57
15.	JM	A + B + C	1700	Kèm theo JM	-	1	1,54	3,37		
16.	JM	A + B + C	1700	Ngoài trời	-	1	1,75	3,37		
17.	JM	A + B + C	1600	Kèm theo JM	1	-	0,38	3,50	46	54
18.	JM	A + B + C	1600	Ngoài trời	1	-	0,44	3,43	45	55
19.	JM	A + B + C	1700	Kèm theo JM	1	-	5,14	3,38		
20.	JM	A + B + C	1700	Ngoài trời	1	-	5,16	3,38		
21.	JH	A + B + C	1600	Ngoài trời	-	-	0,39	3,23		
22.	JH	A + B + C	1600	Ngoài trời	-	1	4,00	3,05		
23.	JH	A + B + C	1600	Ngoài trời	1	-	0,07	3,19		

Điều kiện nghiền: A – Al₂O₃ khô; B – ZrO₂ khô; C – Al₂O₃ ướt

FIG. 12

**FIG. 13****FIG. 14**