



(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)



1-0038598

(51)^{2020.01} C03C 10/00; C03C 4/02; C03C 3/097; (13) B
C03B 32/02; C03C 21/00

(21) 1-2020-06490

(22) 08/10/2015

(62) 1-2017-01665

(86) PCT/US2015/054615 08/10/2015

(87) WO2016/057748 14/04/2016

(30) 62/061,385 08/10/2014 US; 62/205,120 14/08/2015 US

(45) 26/02/2024 431

(43) 25/02/2021 395

(73) CORNING INCORPORATED (US)

1 Riverfront Plaza, Corning, New York 14831, United States of America

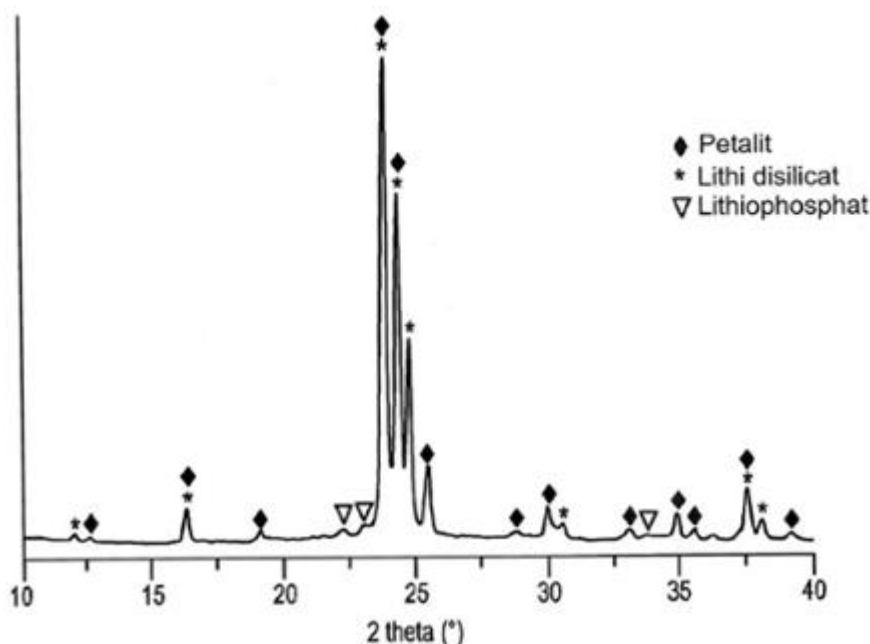
(72) BEALL, George Halsey (US); FU, Qiang (CN); SMITH, Charlene Marie (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) VẬT PHẨM GỒM THỦY TINH ĐƯỢC TRAO ĐỔI ION BAO GỒM Li_2O , SiO_2 VÀ Al_2O_3

(57) Sáng chế đề cập đến vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm Li_2O , SiO_2 , và Al_2O_3 . Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion này bao gồm: pha tinh thể petalit; pha tinh thể lithi silicat. Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion có ứng suất nén bề mặt nằm trong khoảng từ khoảng 100 MPa đến khoảng 500 MPa.

Phổ nhiễu xạ tia X của các pha tinh thể được tạo ra trong Chế phẩm 18



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các chế phẩm thủy tinh và gốm thủy tinh và cụ thể là, đến các chế phẩm gốm thủy tinh độ bền cao có kết hợp của pha petalit và pha lithi silicat. Sáng chế cũng đề cập đến vật phẩm gốm thủy tinh chứa các chế phẩm thủy tinh và gốm thủy tinh và phương pháp tạo ra vật phẩm gốm thủy tinh này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các gốm thủy tinh lithi disilicat trong hệ $\text{SiO}_2\text{-Li}_2\text{O-K}_2\text{O-ZnO-P}_2\text{O}_5\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ đã được phát triển và được bán để sử dụng làm mào răng, cầu răng và chụp răng. Các vi cấu trúc dạng tinh thể dạng phiến liên khóa của chúng tạo ra độ bền cơ học và độ bền chống nứt vỡ cao và độ bền hóa học tuyệt vời. Các chế phẩm trong lĩnh vực này được sáng chế tại Corning, Inc. và đã được cấp bằng sáng chế cho Beall *et al.* trong patent Mỹ số 5,219,799 (“patent ‘799”).

Ngoài ra, các vật liệu trên cơ sở thủy tinh đã biết thường thể hiện bản chất dễ vỡ hoặc khả năng chống sự lan truyền vết nứt kém. Ví dụ, độ bền chống nứt vỡ vốn thấp (ví dụ, $0,5\text{-}1,0 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ đối với các loại gốm thủy tinh và thủy tinh oxit) khiến cho thủy tinh oxit nhạy với sự có mặt các khuyết tật và các vết rạn nhỏ. Để so sánh, các vật nền tinh thể đơn có trên thị trường thể hiện trị số độ bền chống nứt vỡ nằm trong khoảng từ khoảng $2,4$ đến khoảng $4,5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. Việc tăng bền hóa học bằng, ví dụ, các quy trình trao đổi ion có thể cung cấp khả năng chống nhất định đối với sự xuyên thấu vết nứt ở bề mặt của thủy tinh hoặc gốm thủy tinh bằng cách đặt lớp ứng suất nén trong thủy tinh hoặc gốm thủy tinh đến độ sâu (ví dụ, 50 đến $100 \mu\text{m}$) tính từ bề mặt; tuy nhiên, khả năng kháng xuyên thấu vết nứt có thể bị hạn chế và không còn tác dụng khi vết nứt lan truyền qua lớp ứng suất nén vào khối thủy tinh hoặc gốm thủy tinh. Mặc dù việc tăng bền này cung cấp khả năng chống nhất định đối với sự xuyên thấu vết nứt nhưng bản chất của vật liệu (k1c) không bị tác động bởi sự trao đổi ion. Việc cải thiện các tính chất cơ học của các vật liệu trên cơ sở thủy tinh, cụ thể là liên quan

đến khả năng chống hư hỏng và độ bền chống nứt vỡ, đang được hướng đến. Do đó, cần tạo ra các vật liệu có khả năng chống hư hỏng và độ bền chống nứt vỡ được cải thiện.

Các vật phẩm gốm thủy tinh nhôm silicat chứa lithi trong nhóm β -spodumen mà có thể trao đổi ion đã được biết là có khả năng chống hư hỏng và độ bền chống nứt vỡ. Tuy nhiên, các loại gốm thủy tinh trên cơ sở β -spodumen thường là mờ đục, điều này khiến chúng bị hạn chế trong các ứng dụng liên quan đến sự hiển thị hoặc các ứng dụng khác mà cần tính trong suốt hoặc tính trong mờ. Do đó, cần có vật liệu gốm thủy tinh trong suốt hoặc trong mờ với khả năng trao đổi ion nhanh và độ bền chống nứt vỡ cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Khía cạnh đầu tiên gồm vật phẩm gốm thủy tinh có pha tinh thể petalit và pha tinh thể lithi silicat, trong đó pha tinh thể petalit và pha tinh thể lithi silicat này có phần trăm khối lượng cao hơn so với các pha tinh thể khác có trong vật phẩm gốm thủy tinh. Theo một số phương án, pha tinh thể petalit chiếm lượng 20 đến 70% khối lượng của vật phẩm gốm thủy tinh và pha tinh thể lithi silicat chiếm lượng 20 đến 60% khối lượng của vật phẩm gốm thủy tinh. Theo một số phương án, pha tinh thể petalit chiếm lượng 45 đến 70% khối lượng của vật phẩm gốm thủy tinh và pha tinh thể lithi silicat chiếm lượng 20 đến 50% khối lượng của vật phẩm gốm thủy tinh. Theo một số phương án, pha tinh thể petalit chiếm lượng 40 đến 60% khối lượng của vật phẩm gốm thủy tinh và pha tinh thể lithi silicat chiếm lượng 20 đến 50% khối lượng của vật phẩm gốm thủy tinh.

Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh là trong suốt. Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh có độ truyền ít nhất là 85% đối với ánh sáng có bước sóng từ 400 nm đến 1000 nm. Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh có độ truyền ít nhất là 90% đối với ánh sáng có bước sóng từ 400 nm đến 1000 nm. Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh là trong suốt. Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh gồm các hạt có chiều dài nhất là 500 nm hoặc nhỏ hơn hoặc cách khác là 100 nm hoặc nhỏ hơn.

Theo một số phương án, gốm thủy tinh có cấu tạo gồm, tính theo % khối lượng:

SiO_2 : 55-80%;

Al_2O_3 : 2-20%;

Li_2O : 5-20%;

B_2O_3 : 0-10%;

Na_2O : 0-5%;

ZnO : 0-10%;

P_2O_5 : 0,5-6%; và

ZrO_2 : 0,2-15%.

Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh có cấu tạo còn gồm, tính theo % khối lượng, các thành phần bổ sung tùy ý sau:

K_2O : 0-4%;

MgO : 0-8%;

TiO_2 : 0-5%;

CeO_2 : 0-0,4% và

SnO_2 : 0,05-0,5%.

Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh có cấu tạo gồm, tính theo % khối lượng:

SiO_2 : 69-80%;

Al_2O_3 : 6-9%;

Li_2O : 10-14%;

B_2O_3 : 0-2%;

P_2O_5 : 1,5-2,5%; và

ZrO₂: 2-4%.

Theo một số phương án, vật phẩm gồm thủy tinh có cấu tạo gồm, tính theo % khối lượng:

SiO₂: 69-80%;

Al₂O₃: 6-9%;

Li₂O: 10-14%;

Na₂O: 1-2%;

K₂O: 1-2%;

B₂O₃: 0-12%;

P₂O₅: 1,5-2,5%; và

ZrO₂: 2-4%.

Theo một số phương án, vật phẩm gồm thủy tinh có cấu tạo gồm, tính theo % khối lượng:

SiO₂: 65-80%;

Al₂O₃: 5-16%;

Li₂O: 8-15%;

Na₂O: 0-3%;

K₂O: 0-3%;

B₂O₃: 0-6%;

ZnO: 0-2%;

P₂O₅: 0,5-4%; và

ZrO₂: 0,2-6%.

Theo một số phương án, vật phẩm gồm thủy tinh có cấu tạo gồm, tính theo % khối lượng:

SiO₂: 60-80%;

Al₂O₃: 5-20%;

Li₂O: 5-20%;

Na₂O: 0-3%;

K₂O: 0-3%;

B₂O₃: 0-6%;

ZnO: 0-4%;

P₂O₅: 0,5-4%; và

ZrO₂: 0,2-8%.

Theo một số phương án, tổng phần trăm khối lượng của P₂O₅ và ZrO₂ trong chế phẩm gốm thủy tinh là lớn hơn 3.

Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh có một hoặc nhiều tính chất sau: độ bền chống nứt vỡ bằng 1 MPa•m^{1/2} hoặc lớn hơn, độ cứng Vickers bằng khoảng 600 kgf /mm² (1 kgf/mm² = 9,8 MPa) hoặc lớn hơn, hoặc độ bền vòng trên vòng ít nhất là 300 MPa. Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh có lớp ứng suất nén được tạo thành bằng sự trao đổi ion có độ sâu của lớp (depth of layer: DOL) ít nhất là khoảng 30 μm. Theo một số phương án, vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion là không dễ vỡ.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế gồm phương pháp tạo ra vật phẩm gốm thủy tinh, phương pháp này bao gồm việc tạo ra chế phẩm thủy tinh chứa, tính theo % khối lượng:

SiO₂: 55-80%;

Al₂O₃: 2-20%;

Li₂O: 5-20%;

B_2O_3 : 0-10%;

Na_2O : 0-5%;

ZnO : 0-10%;

P_2O_5 : 0,5-6%; và

ZrO_2 : 0,2 2-15%; và

gồm hóa chế phẩm thủy tinh này để tạo ra vật phẩm gốm thủy tinh chứa pha tinh thể petalit và pha tinh thể lithi silicat, trong đó pha tinh thể petalit và pha tinh thể lithi silicat này có phần trăm khối lượng cao hơn so với các pha tinh thể khác có trong vật phẩm gốm thủy tinh.

Theo một số phương án, phương pháp này gồm việc tạo ra chế phẩm thủy tinh mà còn chứa, tính theo % khối lượng:

K_2O : 0-4%;

MgO : 0-8%;

TiO_2 : 0-5%;

CeO_2 : 0-0,4% và

SnO_2 : 0,05-0,5%.

Theo một số phương án, phương pháp này gồm việc tạo ra chế phẩm thủy tinh mà chứa, tính theo % khối lượng:

SiO_2 : 69-80%;

Al_2O_3 : 6-9%;

Li_2O : 10-14%;

B_2O_3 : 0-2%;

P_2O_5 : 1,5-2,5%; và

ZrO₂: 2-4%.

Theo một số phương án, phương pháp này gồm việc tạo ra chế phẩm thủy tinh mà chứa, tính theo % khối lượng:

SiO₂: 69-80%;

Al₂O₃: 6-9%;

Li₂O: 10-14%;

Na₂O: 1-2%;

K₂O: 1-2%;

B₂O₃: 0-12%;

P₂O₅: 1,5-2,5%; và

ZrO₂: 2-4%.

Theo một số phương án, phương pháp này gồm việc tạo ra chế phẩm thủy tinh mà chứa, tính theo % khối lượng:

SiO₂: 65-80%;

Al₂O₃: 5-16%;

Li₂O: 8-15%;

Na₂O: 0-3%;

K₂O: 0-3%;

B₂O₃: 0-6%;

ZnO: 0-2%;

P₂O₅: 0,5-4%; và

ZrO₂: 0,2-6%.

Theo một số phương án, phương pháp này gồm việc tạo ra chế phẩm thủy tinh mà chứa, tính theo % khối lượng:

SiO_2 : 60-80%;

Al_2O_3 : 5-20%;

Li_2O : 5-20%;

Na_2O : 0-3%;

K_2O : 0-3%;

B_2O_3 : 0-6%;

ZnO : 0-4%;

P_2O_5 : 0,5-4%; và

ZrO_2 : 0,2-8%.

Theo một số phương án, tổng phần trăm khối lượng của P_2O_5 và ZrO_2 trong chế phẩm thủy tinh là lớn hơn 3.

Theo một số phương án, phương pháp này còn gồm bước trao đổi ion đối với vật phẩm gồm thủy tinh để tạo ra lớp ứng suất nén có độ sâu của lớp ít nhất là 30 μm . Theo một số phương án, vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion là không dễ vỡ.

Theo một số phương án, việc gồm hóa gồm các bước liên tiếp sau: gia nhiệt chế phẩm thủy tinh đến nhiệt độ tiền tạo mầm thủy tinh; duy trì nhiệt độ tiền tạo mầm thủy tinh trong khoảng thời gian đã định trước; gia nhiệt chế phẩm này đến nhiệt độ tạo mầm; duy trì nhiệt độ tạo mầm trong khoảng thời gian đã định trước; gia nhiệt chế phẩm này đến nhiệt độ kết tinh; và duy trì nhiệt độ kết tinh này trong khoảng thời gian đã định trước.

Theo một số phương án, việc gồm hóa gồm các bước liên tiếp sau: gia nhiệt chế phẩm này đến nhiệt độ tạo mầm; duy trì nhiệt độ tạo mầm trong khoảng thời gian đã định trước; gia nhiệt chế phẩm này đến nhiệt độ kết tinh; và duy trì nhiệt độ kết tinh này trong khoảng thời gian đã định trước.

Theo một số phương án, phương pháp này tạo ra vật phẩm gồm thủy tinh trong đó pha tinh thể petalit chiếm lượng 20 đến 70% khối lượng của vật phẩm gồm thủy

ting và pha ting thể lithi silicat chiếm lượng 20 đến 60% khối lượng của vật phẩm gồm thủy ting.

Các khía cạnh này và các khía cạnh khác, các ưu điểm, và các dấu hiệu nổi bật sẽ trở nên rõ ràng từ phần mô tả chi tiết dưới đây, các hình vẽ kết hợp, và các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu đồ của phép đo nhiệt lượng quét vi phân (differential calorimetry: DSC) đối với chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ.

Fig.2 là biểu đồ thể hiện độ truyền của chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ đối với ánh sáng có bước sóng từ 400 nm đến 1000 nm ở mức độ dày mẫu là 1 mm.

Fig.3A là hình ảnh kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope: SEM) của chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ trên thang 200 nm.

Fig.3B là hình ảnh kính hiển vi điện tử quét (SEM) của chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ trên thang 100 nm.

Fig.4 thể hiện kết quả của thử nghiệm vòng trên vòng (ring-on-ring: RoR) và thử nghiệm vòng mài mòn trên vòng (được mài mòn ring-on-ring: aRoR) của chế phẩm gồm thủy ting không trao đổi ion được lấy làm ví dụ.

Fig.5 thể hiện biểu đồ nồng độ Na_2O tính theo phần trăm mol đối với độ dày của mẫu của chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ.

Fig.6 thể hiện kết quả của thử nghiệm RoR của chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ trước và sau khi trao đổi ion.

Fig.7 thể hiện kết quả của thử nghiệm aRoR của chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ mà đã được trao đổi ion.

Fig.8 thể hiện kết quả của thử nghiệm RoR của chế phẩm gồm thủy ting được lấy làm ví dụ được trao đổi ion trong các khoảng thời gian khác nhau.

Fig.9 thể hiện kết quả của thử nghiệm aRoR test của chế phẩm gốm thủy tinh được lấy làm ví dụ mà đã được trao đổi ion và được mài mòn dưới các áp suất khác nhau.

Fig.10 là hình ảnh thể hiện các tấm gốm thủy tinh được trao đổi với các kiểu vỡ khác nhau.

Fig.11 là biểu đồ của phép đo nhiệt lượng quét vi phân (DSC) đối với chế phẩm gốm thủy tinh được lấy làm ví dụ.

Fig.12 thể hiện phổ nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction: XRD) của các pha tinh thể của chế phẩm gốm thủy tinh được lấy làm ví dụ.

Fig.13 thể hiện kết quả của thử nghiệm vòng trên vòng (ring-on-ring: RoR) của chế phẩm gốm thủy tinh được lấy làm ví dụ.

Fig.14 thể hiện biểu đồ nồng độ Na_2O tính theo phần trăm khối lượng đối với độ dày của mẫu của chế phẩm gốm thủy tinh được lấy làm ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả chi tiết dưới đây, các chi tiết cụ thể nhất định được nêu ra nhằm cung cấp hiểu biết thấu đáo về các phương án được mô tả ở đây. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu rõ rằng các phương án có thể được thực hiện mà không cần một số hoặc tất cả các chi tiết cụ thể này. Trong các trường hợp khác, các dấu hiệu hoặc các quy trình đã được biết rõ có thể không được mô tả chi tiết để không làm tối nghĩa phần mô tả một cách không cần thiết. Ngoài ra, các số tham chiếu tương tự hoặc giống nhau có thể được sử dụng để nhận dạng các yếu tố chung hoặc tương tự nhau. Hơn nữa, trừ khi được xác định khác, tất cả các thuật ngữ kỹ thuật và khoa học được sử dụng trong bản mô tả có cùng nghĩa như thường được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực của sáng chế này. Trong trường hợp có khác biệt, bản mô tả sáng chế, gồm các định nghĩa ở đây, sẽ dành quyền kiểm soát.

Mặc dù các phương pháp và vật liệu khác có thể được sử dụng để thực hiện hoặc thử nghiệm các phương án này, nhưng các phương pháp và vật liệu thích hợp nhất định sẽ được mô tả ở đây.

Các vật liệu, các hợp chất, các chế phẩm, và các thành phần mà có thể được sử dụng được bộc lộ ở đây, có thể được sử dụng cùng với nhau, có thể được sử dụng để tạo ra, hoặc là các phương án của các chế phẩm và phương pháp được bộc lộ. Các vật liệu này và các vật liệu khác được bộc lộ ở đây, và cần hiểu rằng nếu các kết hợp, các tập hợp con, các tương tác, các nhóm, v.v. của các vật liệu này được bộc lộ trong khi sự viện dẫn cụ thể đến mỗi kết hợp riêng lẻ và kết hợp chung và sự hoán vị của các hợp chất này có thể không được bộc lộ một cách rõ ràng, thì mỗi kết hợp và hoán vị này vẫn được dự tính một cách cụ thể và được mô tả ở đây.

Do đó, nếu nhóm gồm các chất thay thế A, B, và C được bộc lộ cũng như nhóm gồm các chất thay thế D, E, và F, và ví dụ về phương án kết hợp, A-D được bộc lộ, thì mỗi phương án kết hợp khác cũng được dự tính từng phương án một và được dự tính kết hợp chung. Do đó, trong ví dụ này, mỗi kết hợp trong số các kết hợp A-E, A-F, B-D, B-E, B-F, C-D, C-E, và C-F được dự tính một cách cụ thể và sẽ được xem như là được bộc lộ từ việc bộc lộ A, B, và/hoặc C; D, E, và/hoặc F; và kết hợp ví dụ A-D. Tương tự, tập hợp con hoặc kết hợp của chúng cũng được dự tính một cách cụ thể và được bộc lộ. Do đó, ví dụ, phân nhóm A-E, B-F, và C-E được dự tính một cách cụ thể và sẽ được xem như là được bộc lộ từ việc bộc lộ A, B, và/hoặc C; D, E, và/hoặc F; và kết hợp ví dụ A-D. Khái niệm này áp dụng đối với tất cả các khía cạnh của bản mô tả này bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các thành phần bất kỳ của các chế phẩm và các bước trong các phương pháp sản xuất và sử dụng các chế phẩm được bộc lộ. Cụ thể hơn là, các khoảng cấu tạo ví dụ được nêu ra ở đây được xem như là một phần của phần mô tả và hơn nữa, được xem như là để cung cấp các điểm đầu mút của khoảng số liệu ví dụ, trong tất cả các khía cạnh tương đương với việc gồm cả các khoảng cụ thể này vào trong văn cảnh, và tất cả các kết hợp được dự tính một cách cụ thể và được bộc lộ. Hơn nữa, nếu có nhiều bước bổ sung mà có thể được thực hiện thì cần hiểu rằng mỗi bước trong số các bước bổ sung này có thể được thực hiện với phương án cụ thể bất kỳ hoặc kết hợp của các phương án của các phương pháp được bộc lộ, và cần

hiểu rằng mỗi kết hợp này được dự tính một cách cụ thể và được xem xét như là đã được bộc lộ.

Hơn nữa, nếu khoảng các trị số được nêu ở đây, gồm trị số giới hạn trên và trị số giới hạn dưới thì trừ khi có quy định khác trong các trường hợp cụ thể, khoảng các trị số này được dự tính là gồm các điểm đầu mút của nó, và tất cả các số nguyên và các phân số trong khoảng đó. Phạm vi của phần bộc lộ không được dự tính là chỉ giới hạn ở các trị số cụ thể được nêu khi xác định khoảng số liệu. Hơn nữa, nếu lượng, nồng độ, hoặc trị số hoặc thông số khác được nêu dưới dạng một khoảng, một hoặc nhiều khoảng được ưu tiên hoặc một danh sách các trị số lớn hơn được ưu tiên và các trị số nhỏ hơn được ưu tiên, thì điều này được hiểu là bộc lộ một cách cụ thể tất cả các khoảng được tạo thành từ cặp trị số gồm giới hạn trên hoặc trị số được ưu tiên bất kỳ và giới hạn dưới hoặc trị số được ưu tiên bất kỳ, bất kể liệu các cặp này có được bộc lộ riêng rẽ hay không. Cuối cùng là, nếu thuật ngữ "khoảng" được sử dụng khi mô tả trị số hoặc điểm đầu mút của một khoảng, thì phần bộc lộ này sẽ được hiểu là gồm trị số hoặc điểm đầu mút cụ thể được nêu.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "khoảng" có nghĩa là các lượng, các kích cỡ, các công thức, các thông số, và các yếu tố định lượng và các đặc tính khác là không và không cần phải chính xác, nhưng có thể là xấp xỉ và/hoặc lớn hơn hoặc nhỏ hơn, nếu muốn, phản ánh dung sai, hệ số chuyển hóa, sự làm tròn, sai số phép đo và v.v., và các yếu tố khác đã được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này biết rõ. Nói chung, lượng, kích cỡ, công thức, thông số hoặc yếu tố định lượng hoặc đặc tính khác là "khoảng" hoặc "xấp xỉ" dù có được nêu rõ ràng như vậy hay không.

Thuật ngữ "hoặc", như được sử dụng ở đây, là có tính gồm cả; cụ thể hơn là, cụm từ "A hoặc B" có nghĩa là "A, B, hoặc cả A và B". "Hoặc" không có tính gồm cả được nêu rõ ở đây bằng các thuật ngữ như, ví dụ, "hoặc A hoặc B" và "một trong số A hoặc B".

Các quán từ được sử dụng để mô tả các yếu tố và các thành phần của phần bộc lộ. Việc sử dụng các quán từ này có nghĩa là một hoặc ít nhất một trong số các yếu tố hoặc các thành phần này là có mặt. Mặc dù các quán từ này thường được sử dụng để

biểu thị rằng danh từ được biến đổi là danh từ số ít, như được sử dụng ở đây, các quán từ còn gồm các danh từ số nhiều, trừ khi có quy định khác trong trường hợp cụ thể. Tương tự, quán từ xác định, như được sử dụng ở đây, còn biểu thị rằng danh từ được biến đổi có thể là danh từ số ít hoặc số nhiều, trừ khi có quy định khác trong trường hợp cụ thể.

Nhằm mục đích mô tả các phương án, lưu ý rằng các viện dẫn ở đây đến tham biến là “chức năng” của thông số hoặc tham biến khác, không được dự định là biểu thị rằng tham biến này chỉ là chức năng của thông số hoặc tham biến được liệt kê. Thay vào đó, viện dẫn ở đây đến tham biến mà là “chức năng” của thông số được liệt kê được dự định là được kết thúc mở sao cho tham biến này có thể là chức năng của một thông số hoặc nhiều thông số.

Lưu ý rằng các thuật ngữ như “tốt hơn là”, “thường là”, và “điển hình là”, khi được sử dụng ở đây, không được sử dụng để giới hạn phạm vi của phần bộc lộ hoặc nhằm ngụ ý rằng các dấu hiệu nhất định là có tính quyết định, thiết yếu, hoặc thậm chí là quan trọng đối với cấu trúc hoặc chức năng của phần bộc lộ đó. Thay vào đó, các thuật ngữ này chỉ được dự định là xác định các khía cạnh cụ thể của một phương án của sáng chế hoặc để nhấn mạnh các dấu hiệu bổ sung hoặc khác mà có thể được hoặc có thể không được sử dụng trong phương án cụ thể của sáng chế.

Lưu ý rằng một hoặc nhiều điểm yêu cầu bảo hộ có thể sử dụng thuật ngữ “trong đó” làm từ chuyển tiếp. Nhằm mục đích định nghĩa sáng chế, lưu ý rằng thuật ngữ này được đưa vào phần yêu cầu bảo hộ dưới dạng từ chuyển tiếp mở mà được sử dụng để đưa vào đoạn kể ra chuỗi các đặc tính của cấu trúc và sẽ được hiểu theo cách tương tự như thuật ngữ mở thường được sử dụng hơn “gồm”.

Như là kết quả của các vật liệu thô và/hoặc thiết bị được sử dụng để sản xuất chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh theo sáng chế, các tạp chất hoặc các thành phần nhất định mà không được dự định bổ sung, có thể có mặt trong chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh cuối cùng. Các vật liệu này có mặt trong chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh với lượng nhỏ và được ở đây được xem như là “các vật liệu tạp tán”.

Như được sử dụng ở đây, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có 0% khối lượng một hợp chất được xác định có nghĩa là hợp chất, phân tử, hoặc nguyên tố không được bổ sung có mục đích vào chế phẩm, nhưng chế phẩm này vẫn có thể chứa hợp chất này, thường là với lượng tạp tán hoặc lượng dạng vết. Tương tự, “không chứa sắt”, “không chứa natri”, “không chứa lithi”, “không chứa ziricon”, “không chứa kim loại kiềm thổ”, “không chứa kim loại nặng”, hoặc các cụm từ tương tự được xác định có nghĩa là hợp chất, phân tử, hoặc nguyên tố này không được bổ sung có mục đích vào chế phẩm, nhưng chế phẩm vẫn có thể chứa sắt, natri, lithi, các kim loại kiềm thổ, hoặc các kim loại nặng, v.v., nhưng với lượng xấp xỉ tạp tán hoặc lượng dạng vết.

Trừ khi có quy định khác, các nồng độ của tất cả các cấu tử được nêu ở đây đều được biểu thị dưới dạng phần trăm khối lượng (% khối lượng).

Thủy tinh và gốm thủy tinh

Như được lưu ý trên đây, mong muốn là thu được chế phẩm gốm thủy tinh nhôm silicat chứa lithi trong suốt hoặc trong mờ mà có petalit và lithi silicat là các pha tinh thể sơ cấp. Pha tinh thể lithi silicat có thể là lithi disilicat hoặc lithi metasilicat. Các tính chất được cải thiện của chế phẩm thủy tinh và chế phẩm gốm thủy tinh được bộc lộ ở đây gồm: 1) thủy tinh vẫn có nhiệt độ nóng chảy thấp (dưới 1500°C), và còn cung cấp độ nhót đường lỏng cao hơn (>2000 poa (>200 Pa.s)) và khoảng xử lý dài hơn mà thích hợp với các quy trình cán, đúc, và quy trình nổi thông thường; 2) lithi silicat được giữ lại dưới dạng pha tinh thể chính, tạo độ bền cơ học và độ bền chống nứt vỡ cao vốn có cho gốm thủy tinh; và 3) petalit là pha tinh thể chính thứ hai và có cỡ hạt mịn, điều này góp phần vào độ trong suốt hoặc trong mờ của gốm thủy tinh, và còn có thể được trao đổi ion để tăng thêm độ bền cơ học. Ngoài ra, các vật liệu có thể được gốm hóa thành các hình dạng với sự biến dạng tối thiểu, dễ dàng gia công đến các hình dạng chính xác, cắt, khoan, vát cạnh, ren, đánh bóng đến mức độ bóng cao bằng các máy móc gia công gốm thông thường và thậm chí còn biểu hiện các mức độ trong mờ khác nhau tùy thuộc vào cấu tạo và việc xử lý nhiệt. Các tính chất này giúp gốm thủy tinh hữu dụng trong rất nhiều ứng dụng, như làm mặt bàn và các bề mặt khác, lớp bọc ngoài thiết bị điện tử tiêu dùng cầm tay, để bàn, và gắn trên

tường, cửa và bề mặt ngoài thiết bị, tấm lát nền, panen tường, tấm ốp trần, bảng trắng, các đồ chứa vật liệu (đồ gồm rỗng) như chai đồ uống, đồ chứa thực phẩm và bình chứa, các phần của máy móc cần khối lượng nhẹ, chống mài mòn tốt và có kích thước chính xác. Gốm thủy tinh có thể được tạo hình thành các vật phẩm ba chiều sử dụng các phương pháp khác nhau do độ nhớt của nó là thấp.

Petalit, $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$, là tinh thể đơn tà có cấu trúc khung ba chiều với cấu trúc phân lớp có các lớp Si_2O_5 gấp nếp được liên kết bằng tứ diện Li và Al. Li được liên kết phối trí hình tứ diện với oxy. Petalit khoáng là nguồn lithi và được sử dụng làm pha giãn nở nhiệt thấp để cải thiện khả năng chống sốc nhiệt của phần gốm thủy tinh hoặc phần gốm. Hơn nữa, các vật phẩm gốm thủy tinh dựa trên pha petalit có thể được tăng bền hóa học trong bể muối, trong quá trình này Na^+ (và/hoặc K^+) thay thế Li^+ trong cấu trúc petalit, điều này gây ra sự nén bề mặt và làm tăng bền. Theo một số phương án, phần trăm khối lượng của pha tinh thể petalit trong các chế phẩm gốm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ khoảng 20 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 65% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 35% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 30% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 25% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 65% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 35% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 30% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 65% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 35% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 65% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 40 đến

khoảng 65% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 65% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 50 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 50 đến khoảng 65% khối lượng, khoảng 50 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 50 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 55 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 55 đến khoảng 65% khối lượng, khoảng 55 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 60 đến khoảng 70% khối lượng, khoảng 60 đến khoảng 65% khối lượng, hoặc khoảng 65 đến khoảng 70% khối lượng. Theo một số phương án, gồm thủy tinh có khoảng 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, hoặc 70% khối lượng pha tinh thể petatlit.

Như nêu trên, pha tinh thể lithi silicat có thể là lithi disilicat hoặc lithi metasilicat. Lithi disilicat, $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$, là tinh thể trực thoi dựa trên các tấm lượn sóng của các mảng tứ diện $\{\text{Si}_2\text{O}_5\}$. Các tinh thể này có hình dạng điển hình là bảng phẳng hoặc hình dạng giống như thanh gỗ mỏng, với các mặt phẳng chia tách rõ rệt. Các loại gốm thủy tinh trên cơ sở lithi disilicat có các tính chất cơ học rất đáng mong muốn, gồm độ bền vật thể và độ bền chống nứt vỡ cao, nhờ các vi cấu trúc tinh thể liên khóa định hướng ngẫu nhiên của chúng – cấu trúc tinh thể mà buộc các vết nứt lan truyền qua vật liệu thông qua các đường ngoằn ngoèo xung quanh các tinh thể này. Lithi metasilicat, Li_2SiO_3 , có tính đối xứng trực giao với các chuỗi (Si_2O_6) chạy song song với trục c và liên kết với nhau bằng các ion lithi. Các tinh thể lithi metasilicat có thể dễ dàng hòa tan được từ các gốm thủy tinh trong dung dịch axit flohydric loãng. Theo một số phương án, phần trăm khối lượng của pha tinh thể lithi silicat trong các chế phẩm gốm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ khoảng 20 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 35% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 30% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 25% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 60% khối lượng.

lượng, khoảng 25 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 35% khối lượng, khoảng 25 đến khoảng 30% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 30 đến khoảng 35% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 35 đến khoảng 40% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 40 đến khoảng 45% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 55% khối lượng, khoảng 45 đến khoảng 50% khối lượng, khoảng 50 đến khoảng 60% khối lượng, khoảng 50 đến khoảng 55% khối lượng, hoặc khoảng 55 đến khoảng 60% khối lượng. Theo một số phương án, gồm thủy tinh có 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, hoặc 60% khối lượng pha tinh thể lithi silicat.

Có hai nhóm gốm thủy tinh lithi disilicat lớn. Nhóm thứ nhất gồm các loại gốm thủy tinh mà được pha tạp với xeri oxit và kim loại quý như bạc. Các loại này có thể được tạo mầm nhạy quang qua ánh sáng UV và sau đó được xử lý nhiệt để tạo ra gốm thủy tinh bền vững như Fotoceram®. Nhóm gốm thủy tinh lithi disilicat thứ hai được tạo mầm bằng cách bổ sung P_2O_5 , trong đó pha tạo mầm là Li_3PO_4 . Các gốm thủy tinh lithi disilicat được tạo mầm bằng P_2O_5 đã được phát triển cho các ứng dụng thay đổi như các vật liệu bịt kín nhiệt độ cao, các đĩa dùng cho các ổ cứng của máy tính, vỏ trong suốt, và các ứng dụng nha khoa.

Các loại thủy tinh và gốm thủy tinh được mô tả ở đây có thể được mô tả chung là các loại thủy tinh hoặc gốm thủy tinh nhôm silicat chứa lithi và gồm SiO_2 , Al_2O_3 , và Li_2O . Ngoài SiO_2 , Al_2O_3 , và Li_2O , các loại thủy tinh và gốm thủy tinh được mô tả ở đây có thể còn chứa các muối kiềm, như Na_2O , K_2O , Rb_2O , hoặc Cs_2O , cũng như P_2O_5 , và ZrO_2 và một số thành phần khác như được mô tả dưới đây. Theo một hoặc

nhiều phương án, các pha tinh thể chính gồm petalit và lithi silicat, nhưng β -spodumen ss, β -thạch anh ss, lithi phosphat, cristobalit, và rutil cũng có thể có mặt dưới dạng các pha phụ tùy thuộc vào các cấu tạo của thể tiền thủy tinh. Theo một số phương án, chế phẩm gồm thủy tinh có hàm lượng thủy tinh dư là từ khoảng 5 đến khoảng 30% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 25% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 15% khối lượng khoảng 5 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 30% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 25% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 15 đến khoảng 30% khối lượng, khoảng 15 đến khoảng 25% khối lượng, khoảng 15 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 20 đến khoảng 30% khối lượng khoảng 20 đến khoảng 25% khối lượng, hoặc khoảng 25 đến khoảng 30% khối lượng. Theo một số phương án hàm lượng thủy tinh dư có thể là 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, hoặc 30% khối lượng.

SiO_2 , oxit có tham gia trong quá trình tạo ra thủy tinh, có thể có tác dụng làm ổn định cấu trúc mạng của các loại thủy tinh và gốm thủy tinh. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh chứa SiO_2 với lượng từ khoảng 55 đến khoảng 80% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh chứa SiO_2 với lượng từ khoảng 69 đến khoảng 80% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa SiO_2 với lượng từ khoảng 55 đến khoảng 80% khối lượng, khoảng 55 đến khoảng 77% khối lượng, khoảng 55 đến khoảng 75% khối lượng, khoảng 55 đến khoảng 73% khối lượng, 60 đến khoảng 80% khối lượng, khoảng 60 đến khoảng 77% khối lượng, khoảng 60 đến khoảng 75% khối lượng, khoảng 60 đến khoảng 73% khối lượng, 65 đến khoảng 80% khối lượng, khoảng 65 đến khoảng 77% khối lượng, khoảng 65 đến khoảng 75% khối lượng, khoảng 65 đến khoảng 73% khối lượng, 69 đến khoảng 80% khối lượng, khoảng 69 đến khoảng 77% khối lượng, khoảng 69 đến khoảng 75% khối lượng, khoảng 69 đến khoảng 73% khối lượng, khoảng 70 đến khoảng 80% khối lượng, khoảng 70 đến khoảng 77% khối lượng, khoảng 70 đến khoảng 75% khối lượng, khoảng 70 đến khoảng 73% khối lượng, khoảng 73 đến khoảng 80% khối lượng, khoảng 73 đến khoảng 77% khối lượng, khoảng 73 đến khoảng 75% khối lượng, khoảng 75 đến khoảng 80% khối lượng, khoảng 75 đến khoảng 77% khối lượng, hoặc

khoảng 77 đến khoảng 80% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh chứa SiO_2 với lượng khoảng 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, hoặc 80% khối lượng.

Liên quan đến độ nhót và đặc tính cơ học, độ nhót và đặc tính cơ học được tác động bởi các thành phần cấu tạo thủy tinh. Trong thủy tinh và gốm thủy tinh, SiO_2 đóng vai trò như là oxit tạo ra thủy tinh sơ cấp đối với thể tiền thủy tinh và có tác dụng làm ổn định cấu trúc mạng của thủy tinh và gốm thủy tinh. Nồng độ SiO_2 nên đủ cao để tạo ra pha tinh thể petalit khi thể tiền thủy tinh được xử lý nhiệt để chuyển hóa thành gốm thủy tinh. Lượng SiO_2 có thể được giới hạn để kiểm soát nhiệt độ nóng chảy (nhiệt độ 200 poa), vì nhiệt độ nóng chảy của thủy tinh SiO_2 tinh khiết hoặc thủy tinh chứa lượng SiO_2 cao là cao một cách không mong muốn.

Al_2O_3 cũng có thể cung cấp tác dụng làm ổn định mạng và cũng cung cấp các tính chất cơ học và độ bền hóa học được cải thiện. Tuy nhiên, nếu lượng Al_2O_3 là quá cao, thì tỷ lệ các tinh thể lithi silicat có thể bị giảm, có thể đến mức độ mà cấu trúc liên khóa không thể tạo thành được. Lượng Al_2O_3 có thể được điều chỉnh để kiểm soát độ nhót. Hơn nữa, nếu lượng Al_2O_3 là quá cao thì độ nhót của phần nóng chảy nói chung cũng bị tăng lên. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Al_2O_3 với lượng từ khoảng 2 đến khoảng 20% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Al_2O_3 với lượng từ khoảng 6 đến khoảng 9% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Al_2O_3 với lượng từ khoảng 2 đến khoảng 20%, khoảng 2 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 20%, khoảng 5 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 20%, khoảng 6 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 8 đến

khoảng 20%, khoảng 8 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 20%, khoảng 10 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 12 đến khoảng 20%, khoảng 12 đến khoảng 18% khối lượng, hoặc khoảng 12 đến khoảng 15% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Al_2O_3 với lượng khoảng 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, hoặc 20% khối lượng.

Trong thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây, Li_2O hỗ trợ trong việc tạo ra cả pha tinh thể petalit và pha tinh thể lithi silicat. Trên thực tế, để thu được petalit và lithi silicat dưới dạng các pha tinh thể chính, thì mong muốn là chế phẩm chứa Li_2O với lượng ít nhất là khoảng 7% khối lượng. Ngoài ra, đã phát hiện ra rằng nếu lượng Li_2O trở nên quá cao – lớn hơn khoảng 15% khối lượng - thì chế phẩm trở nên rất lỏng. Trong một số chế phẩm được minh họa, thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Li_2O với lượng từ khoảng 5% khối lượng đến khoảng 20% khối lượng. Theo các phương án khác, thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Li_2O với lượng từ khoảng 10% khối lượng đến khoảng 14% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Li_2O với lượng từ khoảng 5 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 16% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 14% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 8% khối lượng, 7 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 7 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 7 đến khoảng 16% khối lượng, khoảng 7 đến khoảng 14% khối lượng, khoảng 7 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 7 đến khoảng 10% khối lượng, 10 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 16% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 14% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 12% khối lượng, 12 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 12 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 12 đến khoảng 16% khối lượng, khoảng 12 đến khoảng 14% khối lượng, 14 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 14 đến khoảng 18% khối lượng, khoảng 14 đến khoảng 16% khối lượng, khoảng 16 đến khoảng 20% khối lượng, khoảng 16 đến khoảng 18% khối lượng, hoặc khoảng 18 đến khoảng 20% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh

hoặc gồm thủy tinh có thể chứa Li_2O với lượng khoảng 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, hoặc 20% khối lượng.

Như đã nêu trên đây, Li_2O nói chung là hữu dụng để tạo ra các loại gốm thủy tinh được minh họa, nhưng các oxit kiềm khác lại có xu hướng làm giảm sự tạo thành gốm thủy tinh và tạo ra thủy tinh dư nhôm silicat trong gốm thủy tinh. Đã phát hiện ra rằng Na_2O hoặc K_2O , hoặc các kết hợp của chúng với lượng trên khoảng 5% khối lượng sẽ dẫn đến lượng thủy tinh dư không mong muốn, điều này có thể dẫn đến sự biến dạng trong quá trình kết tinh và các vi cấu trúc không mong muốn từ việc cân nhắc tính chất cơ học. Thành phần cấu tạo của thủy tinh dư có thể được điều chỉnh để kiểm soát độ nhót trong quá trình kết tinh, tối thiểu hóa sự biến dạng hoặc sự giãn nở nhiệt không mong muốn, hoặc để kiểm soát các tính chất vi cấu trúc. Do đó, nói chung, các chế phẩm được mô tả ở đây có lượng nhỏ oxit kiềm không phải lithi. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa R_2O , trong đó R là một hoặc nhiều cation kim loại kiềm Na và K, với lượng từ khoảng 0 đến khoảng 5% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa R_2O , trong đó R là một hoặc nhiều cation kim loại kiềm Na và K, với lượng từ khoảng 1 đến khoảng 3% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Na_2O hoặc K_2O , hoặc các kết hợp của chúng, với lượng từ 0 đến khoảng 5% khối lượng, 0 đến 4% khối lượng, 0 đến 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, >0 đến khoảng 5% khối lượng, >0 đến khoảng 4% khối lượng, >0 đến khoảng 3% khối lượng, >0 đến khoảng 2% khối lượng, >0 đến khoảng 1% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4% khối lượng, hoặc khoảng 4 đến khoảng 5% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa R_2O với lượng khoảng 0, >0, 1, 2, 3, 4, hoặc 5% khối lượng.

Các chế phẩm thủy tinh và gốm thủy tinh có thể chứa P_2O_5 . P_2O_5 có thể có tác dụng như là chất tạo mầm để tạo ra sự tạo mầm khối. Nếu nồng độ của P_2O_5 là quá

thấp thì thể tiền thủy tinh kết tinh, nhưng chỉ ở nhiệt độ cao hơn (do độ nhớt thấp hơn) và từ phía trong bề mặt, tạo ra vật thể yếu thường bị biến dạng; tuy nhiên, nếu nồng độ của P_2O_5 là quá cao thì có thể khó kiểm soát sự hóa mờ khi làm nguội trong quá trình tạo ra thể tiền thủy tinh. Các phương án có thể chứa P_2O_5 với lượng từ >0 đến khoảng 6% khối lượng. Các phương án khác có thể chứa P_2O_5 với lượng khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng. Các phương án khác nữa có thể chứa P_2O_5 với lượng khoảng 1,5 đến khoảng 2,5% khối lượng. Các chế phẩm được minh họa có thể chứa P_2O_5 với lượng từ 0 đến khoảng 6% khối lượng, 0 đến khoảng 5,5% khối lượng, 0 đến khoảng 5% khối lượng, 0 đến khoảng 4,5% khối lượng, 0 đến khoảng 4% khối lượng, 0 đến khoảng 3,5% khối lượng, 0 đến khoảng 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2,5% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1,5% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, >0 đến khoảng 6% khối lượng, >0 đến khoảng 5,5% khối lượng, >0 đến khoảng 5% khối lượng, >0 đến khoảng 4,5% khối lượng, >0 đến khoảng 4% khối lượng, >0 đến khoảng 3,5% khối lượng, >0 đến khoảng 3% khối lượng, >0 đến khoảng 2,5% khối lượng, >0 đến khoảng 2% khối lượng, >0 đến khoảng 1,5% khối lượng, >0 đến khoảng 1% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 3,5% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 2,5% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 1,5% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 1% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 3,5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 2,5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 1,5% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 3,5% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 2,5% khối lượng, khoảng 1,5 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng

2 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 3,5% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 2,5% khối lượng, khoảng 2,5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 2,5 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 2,5 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 2,5 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 2,5 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 2,5 to khoảng 3,5% khối lượng, khoảng 2,5 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 3,5% khối lượng, khoảng 3,5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 3,5 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 3,5 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 3,5 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 3,5 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 4,5% khối lượng, khoảng 4,5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 4,5 đến khoảng 5,5% khối lượng, khoảng 4,5 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 5,5% khối lượng, hoặc khoảng 5,5 đến khoảng 6% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa P_2O_5 với lượng khoảng 0, >0, 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, hoặc 6% khối lượng.

Trong thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây, nói chung đã phát hiện ra rằng ZrO_2 có thể cải thiện độ ổn định của thủy tinh $Li_2O-Al_2O_3-SiO_2-P_2O_5$ bằng cách giảm đáng kể sự hóa mờ thủy tinh trong quá trình tạo thành và làm giảm nhiệt độ đường lỏng. Ở nồng độ trên 8% khối lượng, $ZrSiO_4$ có thể tạo ra pha đường lỏng sơ cấp ở nhiệt độ cao, điều này làm giảm đáng kể độ nhớt đường lỏng. Các thủy tinh trong suốt có thể được tạo ra khi thủy tinh chứa ZrO_2 với lượng trên 2% khối lượng. Việc bổ sung ZrO_2 cũng có thể giúp làm giảm cỡ hạt petalit, điều này hỗ trợ trong việc tạo ra gốm thủy tinh trong suốt. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa ZrO_2 với lượng từ khoảng 0,2 đến khoảng 15% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa ZrO_2 với lượng từ khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa ZrO_2 với lượng từ khoảng 0,2 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 10% khối lượng,

khoảng 0,2 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 0,2 to 6% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 4% khối lượng, 0,5 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 0,5 to 6% khối lượng, khoảng 0,5 đến khoảng 4% khối lượng, 1 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 1 to 6% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4% khối lượng, 2 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 2 to 6% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 3 to 6% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 4 to 6% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 12% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 15% khối lượng, khoảng 10 đến khoảng 12% khối lượng, hoặc khoảng 12 đến khoảng 15% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa ZrO_2 với lượng khoảng 0,2, 0,5, 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, hoặc 15% khối lượng.

B_2O_3 là có lợi để tạo ra thể tiền thủy tinh với nhiệt độ nóng chảy thấp. Hơn nữa, việc bổ sung B_2O_3 vào trong thể tiền thủy tinh và vì vậy, vào trong gốm thủy tinh giúp đạt được vi cấu trúc tinh thể liên khóa và còn có thể cải thiện khả năng chống hư hỏng của gốm thủy tinh. Nếu bo trong thủy tinh dư không được cân bằng điện tích bằng các oxit kiềm hoặc các oxit cation hóa trị hai, thì nó sẽ ở trạng thái phối trí tam giác (hoặc bo phối trí ba), mà mở ra cấu trúc của thủy tinh. Mạng xung quanh nguyên tử bo phối trí ba này không cứng nhắc như là với nguyên tử bo phối trí tứ diện (hoặc phối trí bốn). Không bị giới hạn ở lý thuyết bất kỳ, người ta tin rằng các thể tiền thủy tinh và các gốm thủy tinh mà chứa bo phối trí ba có thể chịu độ biến dạng nhất định trước khi hình thành vết nứt. Bằng sự chịu biến dạng nhất định, trị số bắt đầu nứt bởi sự tạo vết lõm Vickers được tăng lên. Độ bền chống nứt vỡ của thể tiền thủy tinh và gốm thủy tinh mà chứa bo phối trí ba cũng có thể được tăng lên. Không giới hạn bởi lý thuyết

bất kỳ, người ta tin rằng sự có mặt của bo trong thủy tinh dư của gốm thủy tinh (và thể tiền thủy tinh) làm giảm độ nhớt của thủy tinh dư (hoặc thể tiền thủy tinh), điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc phát triển các tinh thể lithi silicat, đặc biệt là các tinh thể lớn có tỷ số hướng cao. Lượng bo phối trí ba lớn hơn (so với lượng bo phối trí bốn) được tin là dẫn đến gốm thủy tinh mà thể hiện tải trọng bắt đầu nứt bởi sự tạo vết lõm Vickers lớn hơn. Theo một số phương án, lượng bo phối trí ba (tính theo phần trăm trên tổng lượng B_2O_3) có thể là khoảng 40% hoặc lớn hơn, 50% hoặc lớn hơn, 75% hoặc lớn hơn, khoảng 85% hoặc lớn hơn hoặc thậm chí là khoảng 95% hoặc lớn hơn. Lượng bo nói chung nên được kiểm soát để duy trì độ bền hóa học và độ bền cơ học của khối gốm thủy tinh được gốm hóa.

Theo một hoặc nhiều phương án, các thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây có thể chứa B_2O_3 với lượng từ 0 đến khoảng 10% khối lượng hoặc từ 0 đến khoảng 2% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa B_2O_3 với lượng từ 0 đến khoảng 10% khối lượng, 0 đến khoảng 9% khối lượng, 0 đến khoảng 8% khối lượng, 0 đến khoảng 7% khối lượng, 0 đến khoảng 6% khối lượng, 0 đến khoảng 5% khối lượng, 0 đến khoảng 4% khối lượng, 0 đến khoảng 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, >0 đến khoảng 10% khối lượng, >0 đến khoảng 9% khối lượng, >0 đến khoảng 8% khối lượng, >0 đến khoảng 7% khối lượng, >0 đến khoảng 6% khối lượng, >0 đến khoảng 5% khối lượng, >0 đến khoảng 4% khối lượng, >0 đến khoảng 3% khối lượng, >0 đến khoảng 2% khối lượng, >0 đến khoảng 1% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 5% khối lượng đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 5% khối lượng đến khoảng 7,5% khối lượng, khoảng 5% khối lượng đến khoảng 6% khối lượng, hoặc khoảng 5% khối lượng đến khoảng 5,5% khối lượng.

Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa B_2O_3 với lượng khoảng 0, >0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, hoặc 10% khối lượng.

MgO có thể đi vào các tinh thể petalit trong dung dịch đặc một phần. Theo một hoặc nhiều phương án, các thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây có thể chứa MgO với lượng từ 0 đến khoảng 8% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa MgO với lượng từ 0 đến khoảng 8% khối lượng, 0 đến khoảng 7% khối lượng, 0 đến khoảng 6% khối lượng, 0 đến khoảng 5% khối lượng, 0 đến khoảng 4% khối lượng, 0 đến khoảng 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 7% khối lượng, hoặc khoảng 7% khối lượng đến khoảng 8% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa MgO với lượng khoảng 0, >0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, hoặc 8% khối lượng.

ZnO có thể đi vào các tinh thể petalit trong dung dịch đặc một phần. Theo một hoặc nhiều phương án, các thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây có thể chứa ZnO với lượng từ 0 đến khoảng 10% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa ZnO với lượng từ 0 đến khoảng 10% khối lượng, 0 đến khoảng 9% khối lượng, 0 đến khoảng 8% khối lượng, 0 đến khoảng 7% khối lượng, 0 đến khoảng 6% khối lượng, 0 đến khoảng 5% khối lượng, 0 đến khoảng 4%

khối lượng, 0 đến khoảng 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 4 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 5 đến khoảng 6% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 6 đến khoảng 7% khối lượng, khoảng 7 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 7 đến khoảng 9% khối lượng, khoảng 7% khối lượng đến khoảng 8% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 10% khối lượng, khoảng 8 đến khoảng 9% khối lượng, hoặc khoảng 9 đến khoảng 10% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa ZnO với lượng khoảng 0, >0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, hoặc 10% khối lượng.

Theo một hoặc nhiều phương án, các thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây có thể chứa TiO_2 với lượng từ 0 đến khoảng 5% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa TiO_2 với lượng từ 0 đến khoảng 5% khối lượng, 0 đến khoảng 4% khối lượng, 0 đến khoảng 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 4% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 2% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 2 đến

khoảng 4% khối lượng, khoảng 2 đến khoảng 3% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 5% khối lượng, khoảng 3 đến khoảng 4% khối lượng, hoặc khoảng 4 đến khoảng 5% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa TiO_2 với lượng khoảng 0, >0, 1, 2, 3, 4, hoặc 5% khối lượng.

Theo một hoặc nhiều phương án, các thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây có thể chứa CeO_2 với lượng từ 0 đến khoảng 0,4% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa CeO_2 với lượng từ 0 đến khoảng 0,4% khối lượng, 0 đến khoảng 0,3% khối lượng, 0 đến khoảng 0,2% khối lượng, 0 đến khoảng 0,1% khối lượng, khoảng 0,1 đến khoảng 0,4% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 0,3% khối lượng, khoảng 1 đến khoảng 0,2% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 0,4% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 0,3% khối lượng, hoặc khoảng 0,3 đến khoảng 0,4% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa CeO_2 với lượng khoảng 0, >0, 0,1, 0,2, 0,3, hoặc 0,4% khối lượng.

Theo một hoặc nhiều phương án, các thủy tinh và gốm thủy tinh ở đây có thể chứa SnO_2 với lượng từ 0 đến khoảng 0,5% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa SnO_2 với lượng từ 0 đến khoảng 0,5% khối lượng, 0 đến khoảng 0,4% khối lượng, 0 đến khoảng 0,3% khối lượng, 0 đến khoảng 0,2% khối lượng, 0 đến khoảng 0,1% khối lượng, khoảng 0,05 đến khoảng 0,5% khối lượng, 0,05 đến khoảng 0,4% khối lượng, 0,05 đến khoảng 0,3% khối lượng, 0,05 đến khoảng 0,2% khối lượng, 0,05 đến khoảng 0,1% khối lượng, khoảng 0,1 đến khoảng 0,5% khối lượng, khoảng 0,1 đến khoảng 0,4% khối lượng, khoảng 0,1 đến khoảng 0,3% khối lượng, khoảng 0,1 đến khoảng 0,2% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 0,5% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 0,4% khối lượng, khoảng 0,2 đến khoảng 0,3% khối lượng, khoảng 0,3 đến khoảng 0,5% khối lượng, khoảng 0,3 đến khoảng 0,4% khối lượng, hoặc khoảng 0,4 đến khoảng 0,5% khối lượng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa SnO_2 với lượng khoảng 0, >0, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, hoặc 0,5% khối lượng.

Theo một số phương án, tổng phần trăm khối lượng của P_2O_5 và ZrO_2 trong các thủy tinh và gốm thủy tinh được bộc lộ ở đây có thể là lớn hơn hoặc bằng khoảng 3% khối lượng, 4% khối lượng, hoặc 5% khối lượng để gia tăng sự tạo mầm. Sự gia tăng sự tạo mầm có thể dẫn đến việc tạo ra các hạt mịn hơn.

Theo một số phương án, gốm thủy tinh thể hiện tính trong suốt (tức là, gốm thủy tinh là trong suốt) trên dải ánh sáng trông thấy. Theo một số phương án, tính trong suốt của gốm thủy tinh có thể đạt được bằng việc tạo ra các tinh thể nhỏ hơn bước sóng của bước sóng thăm dò của ánh sáng và bằng cách làm cho hệ số khúc xạ của thủy tinh dư phù hợp với hệ số khúc xạ của petatlit (1,51) và lithi disilicat (1,55). Theo một số phương án, gốm thủy tinh trong suốt có độ dày 1 mm có thể có độ truyền ánh sáng $\geq 90\%$ (gồm cả các tổn hao do phản xạ bề mặt) trên dải bước sóng từ khoảng 400 nm đến khoảng 1000 nm. Theo một hoặc nhiều phương án, độ truyền ánh sáng trung bình đối với vật phẩm gốm thủy tinh trong suốt là khoảng 85% hoặc lớn hơn, khoảng 86% hoặc lớn hơn, khoảng 87% hoặc lớn hơn, khoảng 88% hoặc lớn hơn, khoảng 89% hoặc lớn hơn, khoảng 90% hoặc lớn hơn, khoảng 91% hoặc lớn hơn, khoảng 92% hoặc lớn hơn, khoảng 93% hoặc lớn hơn (gồm cả các tổn hao do phản xạ bề mặt) trên dải bước sóng khoảng 400 nm đến khoảng 1000 nm đối với vật phẩm gốm thủy tinh có độ dày 1 mm. Theo các phương án khác, gốm thủy tinh có thể là trong mờ trên dải ánh sáng trông thấy. Theo một số phương án gốm thủy tinh trong mờ có thể có độ truyền ánh sáng trung bình nằm trong khoảng từ khoảng 20% đến nhỏ hơn khoảng 85% trên dải bước sóng khoảng 400 nm đến khoảng 1000 nm đối với vật phẩm gốm thủy tinh có độ dày 1 mm. Theo các phương án trong đó gốm thủy tinh là trong mờ, gốm thủy tinh có thể có màu trắng.

Theo một số phương án, cỡ của các hạt trong gốm thủy tinh có thể tác động đến độ trong suốt hoặc độ trong mờ. Theo một số phương án, các hạt của gốm thủy tinh trong suốt có thể có chiều dài nhất là nhỏ hơn khoảng 100 nm. Theo một số phương án, các hạt của gốm thủy tinh trong mờ có thể có chiều dài nhất nằm trong khoảng từ khoảng 100 nm đến khoảng 500 nm. Theo một số phương án, các hạt của gốm thủy tinh trong suốt có thể có tỷ số hướng là khoảng bằng 2 hoặc lớn hơn. Theo một số

phương án, các hạt của gốm thủy tinh trong mờ có thể có tỷ số hướng là khoảng bằng 2 hoặc nhỏ hơn.

Như là kết quả của các vật liệu thô và/hoặc thiết bị được sử dụng để sản xuất chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh theo sáng chế, các tạp chất hoặc các thành phần nhất định mà không được dự định bổ sung, có thể có mặt trong chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh cuối cùng. Các vật liệu này có mặt trong chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh với lượng nhỏ và được ở đây được xem như là "các vật liệu tạp tán".

Như được sử dụng ở đây, chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có 0% khối lượng một hợp chất được xác định có nghĩa là hợp chất, phân tử, hoặc nguyên tố không được bổ sung có mục đích vào chế phẩm, nhưng chế phẩm này vẫn có thể chứa hợp chất này, thường là với lượng tạp tán hoặc lượng dạng vết. Tương tự, "không chứa sắt", "không chứa natri", "không chứa lithi", "không chứa ziricon", "không chứa kim loại kiềm thổ", "không chứa kim loại nặng", hoặc các cụm từ tương tự được xác định có nghĩa là hợp chất, phân tử, hoặc nguyên tố này không được bổ sung có mục đích vào chế phẩm, nhưng chế phẩm vẫn có thể chứa sắt, natri, lithi, các kim loại kiềm thổ, hoặc các kim loại nặng, v.v., nhưng với lượng xấp xỉ tạp tán hoặc lượng dạng vết. Các hợp chất tạp tán mà có thể được phát hiện trong thủy tinh hoặc gốm thủy tinh được minh họa ở đây gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, Na_2O , TiO_2 , MnO , ZnO , Nb_2O_5 , MoO_3 , Ta_2O_5 , WO_3 , ZrO_2 , Y_2O_3 , La_2O_3 , HfO_2 , CdO , SnO_2 , Fe_2O_3 , CeO_2 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , các hợp chất trên cơ sở lưu huỳnh, như các sulfat, các halogen, hoặc các kết hợp của chúng.

Theo một số phương án, các thành phần kháng vi sinh vật có thể được bổ sung vào chế phẩm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh. Điều này là đặc biệt có lợi vì các gốm thủy tinh được minh họa ở đây có thể được sử dụng trong các ứng dụng như mặt bàn bếp hoặc mặt bàn ăn nơi có thể tiếp xúc với các vi khuẩn có hại. Các thành phần kháng vi sinh vật mà có thể được bổ sung vào thủy tinh hoặc gốm thủy tinh bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, Ag , AgO , Cu , CuO , Cu_2O , và các chất tương tự. Theo một số phương án, nồng độ của các thành phần kháng vi sinh vật được giữ ở mức khoảng 3, 2,

1, hoặc 0,5, >0% khối lượng. Theo một số phương án, các thành phần kháng vi sinh vật chiếm lượng từ >0 đến khoảng 3% khối lượng. Theo một số phương án, các thành phần kháng vi sinh vật chiếm lượng từ >0 đến khoảng 1% khối lượng.

Theo một số phương án, thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể còn chứa chất làm trong hóa học. Các chất làm trong này bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, SnO_2 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , F, Cl và Br. Theo một số phương án, nồng độ của các chất làm trong hóa học được giữ ở mức 3, 2, 1, hoặc 0,5, >0% khối lượng. Theo một số phương án, lượng chất làm trong là từ >0 đến khoảng 3% khối lượng. Các chất làm trong hóa học có thể còn bao gồm CeO_2 , Fe_2O_3 , và các oxit của các kim loại chuyển tiếp khác, như MnO_2 . Các oxit này có thể đưa màu sắc không mong muốn vào thủy tinh hoặc gốm thủy tinh thông qua việc hấp thụ hữu hình ở (các) trạng thái hóa trị cuối cùng của chúng trong thủy tinh, và do đó, nếu có mặt, nồng độ của chúng luôn được giữ ở mức 0,5, 0,4, 0,3, 0,2, 0,1 hoặc >0% khối lượng.

Thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể còn chứa SnO_2 hoặc dưới dạng kết quả của sự nóng chảy Joule sử dụng các điện cực thiếc-oxit, thông qua việc phối liệu các vật liệu chứa thiếc, ví dụ, SnO_2 , SnO , SnCO_3 , SnC_2O_2 , v.v., hoặc thông qua việc bổ sung SnO_2 làm chất điều chỉnh các thuộc tính vật lý, nóng chảy, màu sắc hoặc tạo hình khác nhau. Thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa SnO_2 với lượng từ 0 đến khoảng 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, 0 đến 0,5% khối lượng, hoặc 0 đến 0,1% khối lượng.

Theo một số phương án, thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể hầu như là không chứa Sb_2O_3 , As_2O_3 , hoặc các kết hợp của chúng. Ví dụ, thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Sb_2O_3 hoặc As_2O_3 hoặc kết hợp của chúng với lượng 0,05% khối lượng hoặc nhỏ hơn, thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể chứa Sb_2O_3 hoặc As_2O_3 hoặc kết hợp của chúng với lượng 0% khối lượng, hoặc thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể, ví dụ, không chứa Sb_2O_3 , As_2O_3 , hoặc các kết hợp của chúng được dự định bổ sung bất kỳ.

Các thành phần bổ sung có thể được đưa vào các chế phẩm thủy tinh để cung cấp các lợi ích bổ sung hoặc cách khác là, các chế phẩm thủy tinh có thể còn chứa các

tạp chất thường được phát hiện trong thủy tinh được sản xuất để bán. Ví dụ, các thành phần bổ sung có thể được bổ sung vào để điều chỉnh các thuộc tính vật lý, nóng chảy và tạo hình khác nhau. Theo một số phương án, các thủy tinh còn có thể chứa các tạp chất khác nhau kết hợp với các vật liệu cho mỗi mẻ và/hoặc được đưa vào thủy tinh bởi thiết bị nóng chảy, làm trong, và/hoặc tạo hình được sử dụng để sản xuất thủy tinh (ví dụ, ZrO_2). Theo một số phương án, thủy tinh có thể chứa một hoặc nhiều hợp chất hữu dụng làm các chất hấp phụ bức xạ tử ngoại. Theo một số phương án, thủy tinh có thể chứa TiO_2 , MnO , ZnO , Nb_2O_5 , MoO_3 , Ta_2O_5 , WO_3 , ZrO_2 , Y_2O_3 , La_2O_3 , HfO_2 , CdO , Fe_2O_3 , CeO_2 , hoặc các kết hợp của chúng với lượng 3% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Theo một số phương án, thủy tinh có thể chứa TiO_2 , MnO , ZnO , Nb_2O_5 , MoO_3 , Ta_2O_5 , WO_3 , ZrO_2 , Y_2O_3 , La_2O_3 , HfO_2 , CdO , SnO_2 , Fe_2O_3 , CeO_2 , As_2O_3 , Sb_2O_3 hoặc các kết hợp của chúng với lượng từ 0 đến khoảng 3% khối lượng, 0 đến khoảng 2% khối lượng, 0 đến khoảng 1% khối lượng, 0 đến 0,5% khối lượng, 0 đến 0,1% khối lượng, 0 đến 0,05% khối lượng, hoặc 0 đến 0,01% khối lượng.

Theo một số phương án, các thủy tinh được mô tả ở đây có thể được sản xuất thành các tấm bằng các quy trình bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, quy trình kéo qua khe, quy trình nổi, quy trình cán, và các quy trình tạo tấm khác đã được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này biết rõ. Cách khác, các chế phẩm thủy tinh có thể được tạo ra bằng quy trình nổi hoặc quy trình cán đã biết trong lĩnh vực này.

Theo một số phương án, các chế phẩm thủy tinh được mô tả ở đây có thể thích hợp với các quy trình tạo hình kiểu nổi với việc điều chỉnh độ nhót đường lòng. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh có thể có độ nhót đường lòng nằm trong khoảng từ khoảng 1500 P đến khoảng 3000 P. Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh có thể có độ nhót đường lòng bằng khoảng 1000, 1200, 1500, 2000, 2500, hoặc 3000 P.

Theo một số phương án, thủy tinh có thể có hệ số giãn nở nhiệt bằng khoảng $50 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $50 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $60 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $61 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $62 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $63 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $64 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $65 \times 10^{-7}/K$ hoặc

lớn hơn, khoảng $66 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $67 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $68 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $69 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $70 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $71 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $72 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $73 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $74 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $75 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $76 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $77 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $78 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, khoảng $79 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn, hoặc khoảng $80 \times 10^{-7}/K$ hoặc lớn hơn.

Các vật phẩm được tạo ra từ các thủy tinh và gốm thủy tinh được mô tả ở đây có thể có độ dày bất kỳ mà hữu dụng một cách hợp lý. Các phương án về tấm thủy tinh và/hoặc gốm thủy tinh có thể có độ dày nằm trong khoảng từ khoảng 0,8 mm đến khoảng 10 mm. Một số phương án có độ dày khoảng 6 mm hoặc nhỏ hơn, khoảng 5 mm hoặc nhỏ hơn, khoảng 3 mm hoặc nhỏ hơn, khoảng 1,0 mm hoặc nhỏ hơn, khoảng 750 μm hoặc nhỏ hơn, khoảng 500 μm hoặc nhỏ hơn, hoặc khoảng 250 μm hoặc nhỏ hơn. Một số phương án về tấm thủy tinh hoặc gốm thủy tinh có thể có độ dày từ khoảng 200 μm đến khoảng 5 mm, khoảng 500 μm đến khoảng 5 mm, khoảng 200 μm đến khoảng 4 mm, khoảng 200 μm đến khoảng 2 mm, khoảng 400 μm đến khoảng 5 mm, hoặc khoảng 400 μm đến khoảng 2 mm. Theo một số phương án, độ dày có thể nằm trong khoảng từ khoảng 3 mm đến khoảng 6 mm hoặc từ khoảng 0,8 mm đến khoảng 3 mm.

Theo một số phương án, gốm thủy tinh có độ bền uốn đẳng lượng trục là khoảng 300 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 325 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 350 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 375 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 400 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 425 MPa hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 450 MPa hoặc lớn hơn trên 1 mm độ dày của gốm thủy tinh. Độ bền uốn đẳng lượng trục cũng có thể được đề cập đến dưới dạng độ bền vòng trên vòng (ring-on-ring: RoR), độ bền này được đo theo quy trình nêu trong tiêu chuẩn ASTM: C1499-05, với một vài cải biến đối với các vật cố định thử nghiệm và các điều kiện thử nghiệm như được nêu trong công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2013/0045375, ở đoạn [0027], công bố đơn này được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn. Độ bền vòng mài mòn trên vòng (abraded ring-on-ring: aRoR) cũng có thể được đo bằng cách sử dụng quy trình được mô tả trên đây nếu gốm thủy tinh đầu tiên được

mài mòn, thường bằng các hạt silic cacbua. Một số phương án còn gồm gốm thủy tinh có thể tăng bền hóa học bằng pha petalit mà dẫn đến gia tăng độ bền uốn. Theo các phương án này, độ bền RoR có thể là khoảng 500 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 550 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 600 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 650 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 700 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 750 MPa hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 800 MPa hoặc lớn hơn.

Một số phương án về các gốm thủy tinh thể hiện độ bền chống nứt vỡ cao và khả năng chống hư hỏng cố hữu. Như nêu trên, một số phương án về gốm thủy tinh chứa các tinh thể lithi silicat liên khóa, điều này dẫn đến độ bền chống nứt vỡ cao. Gốm thủy tinh theo một hoặc nhiều phương án có thể chứa bo, mà có thể được thể hiện dưới dạng bo phối trí ba trong pha thủy tinh dư của gốm thủy tinh. Theo các phương án này, bo phối trí ba được tạo ra bằng cách đưa B_2O_3 vào trong thể tiền thủy tinh. Bo phối trí ba tạo ra cơ chế tăng mật độ khi thủy tinh hoặc gốm thủy tinh được đem chịu tải trọng tạo vết lõm.

Theo một hoặc nhiều phương án, gốm thủy tinh thể hiện độ bền chống nứt vỡ là khoảng $1,0 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, khoảng $1,1 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,2 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,3 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,4 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,6 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,7 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, $1,9 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ hoặc lớn hơn, hoặc khoảng $2,0 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. Theo một số phương án, độ bền chống nứt vỡ là nằm trong khoảng từ khoảng 1 đến khoảng 2 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$. Độ bền chống nứt vỡ có thể được đo bằng các sử dụng các phương pháp đã biết trong lĩnh vực này, ví dụ, sử dụng chùm vết khía dích đặc ngắn, theo tiêu chuẩn ASTM C1421 – 10, “Standard Test Methods for Determination of Fracture Toughness of Advanced Ceramics at Ambient Temperature”.

Theo một hoặc nhiều phương án, gốm thủy tinh có khả năng chống nứt và xước bằng việc thể hiện độ cứng Vickers. Theo một số phương án, gốm thủy tinh không trao đổi ion thể hiện độ cứng Vickers nằm trong khoảng từ khoảng 600 đến khoảng 900 kgf/mm^2 , khoảng 600 đến khoảng 875 kgf/mm^2 , khoảng 600 đến khoảng 850 kgf/mm^2 , khoảng 600 đến khoảng 825 kgf/mm^2 , khoảng 600 đến khoảng 800 kgf/mm^2 .

kgf/mm², khoảng 600 đến khoảng 775 kgf/mm², khoảng 600 đến khoảng 750 kgf/mm², khoảng 600 đến khoảng 725 kgf/mm², khoảng 600 đến khoảng 700 kgf/mm², from khoảng 700 đến khoảng 900 kgf/mm², khoảng 700 đến khoảng 875 kgf/mm², khoảng 700 đến khoảng 850 kgf/mm², khoảng 700 đến khoảng 825 kgf/mm², hoặc khoảng 700 đến khoảng 800 kgf/mm². Theo một số phương án, độ cứng Vickers bằng 600 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 625 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 650 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 675 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 700 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 725 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 750 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 775 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 800 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 825 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 850 kgf/mm² hoặc lớn hơn, 875 kgf/mm² hoặc lớn hơn, hoặc 900 kgf/mm² hoặc lớn hơn. Độ cứng Vickers có thể được đo bằng cách sử dụng tiêu chuẩn ASTM C1326 và C1327 (và biến thể của nó, tất cả các tiêu chuẩn này được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn) "Standard Test Methods for Vickers Indentation Hardness of Advanced Ceramics", ASTM International, Conshohocken, PA, US. Theo một số phương án, gồm thủy tinh thể hiện giá trị tải trọng bắt đầu nứt bởi sự tạo vết lõm Vickers sau khi được tăng bền hóa học bằng cách trao đổi ion.

Theo một số phương án, gồm thủy tinh được bộc lộ ở đây là không dễ vỡ khi được trao đổi ion. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ "dễ vỡ" và "tính dễ vỡ" chỉ sự nứt vỡ mạnh của đĩa hoặc tấm gốm thủy tinh, khi bị va chạm vào một điểm bởi đối tượng hoặc khi rơi lên bề mặt rắn với lực đủ để làm vỡ đĩa gốm thủy tinh này thành nhiều mảnh nhỏ, vụn hoặc là phân nhánh thành nhiều vết nứt (tức là, nhiều hơn 5 vết nứt từ một vết nứt đầu tiên) trên thủy tinh, bắn ra các mảnh cách vị trí ban đầu của chúng ít nhất là hai inso (khoảng 5 cm), mật độ mảnh vỡ là nhiều hơn khoảng 5 mảnh/cm² của đĩa, hoặc là kết hợp bất kỳ của ba điều kiện này. Ngược lại, đĩa gốm thủy tinh được cho là không dễ vỡ nếu nó hoặc không vỡ hoặc vỡ thành dưới năm nhánh nứt từ vết nứt đầu tiên với các mảnh được bắn ra cách vị trí ban đầu của chúng là dưới hai inso khi bị va chạm vào một điểm bởi đối tượng hoặc khi rơi lên bề mặt rắn với lực đủ để làm vỡ đĩa gốm thủy tinh.

Ví dụ về tính dễ vỡ hoặc không dễ vỡ được quan sát đối với các đĩa gốm thủy tinh 5 cm x 5 cm, mỗi đĩa có độ dày là 0,5 mm, được thể hiện trên FIG. 10. Đĩa gốm

thủy tinh **a** thể hiện tính dễ vỡ, như được chứng minh bằng nhiều mẫu nhỏ bị bắn ra với khoảng cách trên hai inso, và mức độ phân nhánh nứt lớn từ vết nứt ban đầu khiến tạo ra các mẫu nhỏ. Ngược lại với đĩa gồm thủy tinh **a**, các đĩa gồm thủy tinh **b**, **c**, và **d** không thể hiện tính dễ vỡ. Trong các trường hợp này, đĩa gồm thủy tinh vỡ ra thành số lượng nhỏ các mẫu lớn mà không bị bắn mạnh ra với khoảng cách 2 inso từ vị trí ban đầu của chúng (“X” là tâm gần đúng của đĩa thủy tinh trước khi nứt vỡ). Đĩa gồm thủy tinh **b** đã bị vỡ thành hai mẫu lớn với việc không phân nhánh nứt; đĩa gồm thủy tinh **c** đã bị vỡ thành bốn mẫu với việc phân nhánh thành hai vết nứt từ vết nứt ban đầu; và đĩa gồm thủy tinh **d** đã bị vỡ thành bốn mẫu với sự phân nhánh thành hai vết nứt từ vết nứt ban đầu.

Ngoài ra, tất cả các chế phẩm thủy tinh và/hoặc các chế phẩm gồm thủy tinh đều có thể trao đổi ion bằng các phương pháp đã được biết rộng rãi trong lĩnh vực này. Trong các quy trình trao đổi ion điển hình, các ion kim loại nhỏ hơn trong thủy tinh được thay thế hoặc “trao đổi” bằng các ion kim loại lớn hơn có cùng hóa trị trong lớp mà gần với bề mặt ngoài cùng của thủy tinh và/hoặc gồm thủy tinh. Việc thay thế các ion nhỏ hơn bằng các ion lớn hơn tạo ra ứng suất nén trong lớp thủy tinh và/hoặc gồm thủy tinh. Theo một phương án, các ion kim loại là các ion kim loại kiềm hóa trị một (ví dụ, Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ và các kim loại tương tự), và việc trao đổi ion được thực hiện bằng cách ngâm thủy tinh và/hoặc gồm thủy tinh trong bể chứa ít nhất một muối nóng chảy của ion kim loại lớn hơn để thay thế cho ion kim loại nhỏ hơn trong thủy tinh. Cách khác, các ion hóa trị một khác như Ag^+ , Tl^+ , Cu^+ , và các kim loại tương tự có thể được thay thế cho các ion hóa trị một. Quy trình trao đổi ion hoặc các quy trình mà được sử dụng để tăng bền cho thủy tinh và/hoặc gồm thủy tinh có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, quy trình ngâm trong một bể hoặc nhiều bể chứa các chế phẩm giống hoặc khác nhau cùng với bước rửa và/hoặc ủ giữa các lần ngâm. Theo một hoặc nhiều phương án, thủy tinh và/hoặc gồm thủy tinh có thể được trao đổi ion bằng cách tiếp xúc với NaNO_3 nóng chảy ở nhiệt độ khoảng 430°C . Theo các phương án này, các ion Na^+ thay thế một phần nhất định của các ion Li trong gồm thủy tinh để phát triển lớp chịu nén bề mặt và thể hiện khả năng chống nứt cao. Lớp ứng suất nén thu được có thể có độ sâu (còn gọi là “độ sâu của lớp”) ít nhất là 100 μm trên bề mặt của thủy tinh trong khoảng 2 giờ. Theo các phương án này, độ sâu của lớp có thể xác định

được từ biên dạng nồng độ Na_2O . Theo các ví dụ khác, các phương án có thể được trao đổi ion bằng cách tiếp xúc với KNO_3 nóng chảy ở nhiệt độ 410°C trong 2 giờ để tạo ra lớp ứng suất nén có độ sâu của lớp ít nhất là khoảng 100 μm . Theo một số phương án, gốm thủy tinh có thể được trao đổi ion để đạt độ sâu của lớp là khoảng 30 μm hoặc lớn hơn, khoảng 40 μm hoặc lớn hơn, khoảng 50 μm hoặc lớn hơn, khoảng 60 μm hoặc lớn hơn, khoảng 70 μm hoặc lớn hơn, khoảng 80 μm hoặc lớn hơn, khoảng 90 μm hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 100 μm hoặc lớn hơn. Theo các phương án khác, thủy tinh được trao đổi ion để đạt ứng suất kéo trung tâm ít nhất là 10 MPa. Sự phát triển lớp chịu nén bề mặt này là có lợi để đạt được khả năng chống nứt tốt hơn và độ bền uốn cao hơn so với các vật liệu không được trao đổi ion. Lớp chịu nén bề mặt có nồng độ ion được trao đổi cao hơn trong vật phẩm gốm thủy tinh so với nồng độ ion được trao đổi trong vật phẩm gốm thủy tinh của phần thân (tức là, vùng không có sự nén bề mặt) của vật phẩm gốm thủy tinh.

Theo một số phương án, gốm thủy tinh có thể có ứng suất nén bề mặt nằm trong khoảng từ khoảng 100 MPa đến khoảng 500 MPa, khoảng 100 MPa đến khoảng 450 MPa, khoảng 100 MPa đến khoảng 400 MPa, khoảng 100 MPa đến khoảng 350 MPa, khoảng 100 MPa đến khoảng 300 MPa, khoảng 100 MPa đến khoảng 250 MPa, khoảng 100 MPa đến khoảng 200 MPa, khoảng 100 MPa đến khoảng 150 MPa, 150 MPa đến khoảng 500 MPa, khoảng 150 MPa đến khoảng 450 MPa, khoảng 150 MPa đến khoảng 400 MPa, khoảng 150 MPa đến khoảng 350 MPa, khoảng 150 MPa đến khoảng 300 MPa, khoảng 150 MPa đến khoảng 250 MPa, khoảng 150 MPa đến khoảng 200 MPa, 200 MPa đến khoảng 500 MPa, khoảng 200 MPa đến khoảng 450 MPa, khoảng 200 MPa đến khoảng 400 MPa, khoảng 200 MPa đến khoảng 350 MPa, khoảng 200 MPa đến khoảng 300 MPa, khoảng 200 MPa đến khoảng 250 MPa, 250 MPa đến khoảng 500 MPa, khoảng 250 MPa đến khoảng 450 MPa, khoảng 250 MPa đến khoảng 400 MPa, khoảng 250 MPa đến khoảng 350 MPa, khoảng 250 MPa đến khoảng 300 MPa, 300 MPa đến khoảng 500 MPa, khoảng 300 MPa đến khoảng 450 MPa, khoảng 300 MPa đến khoảng 400 MPa, khoảng 300 MPa đến khoảng 350 MPa, 350 MPa đến khoảng 500 MPa, khoảng 350 MPa đến khoảng 450 MPa, khoảng 350 MPa đến khoảng 400 MPa, 400 MPa đến khoảng 500 MPa, khoảng 400 MPa đến khoảng 450 MPa, hoặc khoảng 450 MPa đến khoảng 500 MPa. Theo một số phương

án, gồm thủy tinh có thể có ứng suất nén bề mặt là khoảng 100 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 150 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 200 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 250 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 300 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 350 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 400 MPa hoặc lớn hơn, khoảng 450 MPa hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 500 MPa hoặc lớn hơn. Ứng suất nén và độ sâu của lớp ứng suất nén (depth of compressive stress layer: “DOL”) được đo bằng cách sử dụng các biện pháp đã biết trong lĩnh vực này. DOL được xác định bằng cách đo ứng suất bề mặt (surface stress meter: FSM) sử dụng các dụng cụ có sẵn trên thị trường như FSM-6000, được sản xuất bởi Luceo Co., Ltd. (Tokyo, Japan), hoặc dụng cụ tương tự và các phương pháp đo ứng suất nén CS và độ sâu của lớp được mô tả theo tiêu chuẩn ASTM 1422C-99, với tiêu đề “Standard Specification for Chemically Strengthened Flat Glass,” và tiêu chuẩn ASTM 1279.19779 “Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully-Tempered Flat Glass,” toàn bộ nội dung của các tiêu chuẩn này được kết hợp ở đây bằng cách tham khảo. Các số đo ứng suất bề mặt dựa trên phép đo chính xác về hệ số ứng suất quang (stress optical coefficient: SOC), hệ số này có liên quan đến tính lưỡng chiết quang của thủy tinh. Sau đó, SOC được đo bằng các phương pháp đã biết trong lĩnh vực này, như phương pháp sợi và bốn điểm uốn, cả hai phương pháp này được mô tả theo tiêu chuẩn ASTM C770-98 (2008), với tiêu đề “Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient,” toàn bộ nội dung của tiêu chuẩn này được kết hợp ở đây bằng cách tham khảo, và phương pháp xi lanh khối.

Theo một hoặc nhiều phương án, các quy trình tạo ra gồm thủy tinh gồm bước xử lý nhiệt các thể tiền thủy tinh tại một hoặc nhiều nhiệt độ được chọn trước trong một hoặc nhiều khoảng thời gian được chọn trước để làm đồng hóa thủy tinh và kết tinh (tức là, tạo mầm và phát triển) một hoặc nhiều pha tinh thể (ví dụ, có một hoặc nhiều thành phần cấu tạo, lượng, hình thái, kích cỡ hoặc sự phân bố kích cỡ, v.v.). Theo một số phương án, việc xử lý nhiệt có thể gồm (i) gia nhiệt các thể tiền thủy tinh ở tốc độ 1-10°C/phút đến nhiệt độ tiền tạo mầm thủy tinh; (ii) duy trì thủy tinh có thể kết tinh này ở nhiệt độ tiền tạo mầm thủy tinh trong thời gian từ khoảng ¼ giờ đến khoảng 4 giờ để tạo ra thủy tinh có thể kết tinh tiền tạo mầm; (iii) gia nhiệt thủy tinh

có thể kết tinh tiền tạo mầm này ở tốc độ $1-10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến nhiệt độ tạo mầm (T_n); (iv) duy trì thủy tinh có thể kết tinh ở nhiệt độ tạo mầm trong thời gian nằm trong khoảng từ khoảng $\frac{1}{4}$ giờ đến khoảng 4 giờ để tạo ra thủy tinh có thể kết tinh được tạo mầm; (v) gia nhiệt thủy tinh có thể kết tinh được tạo mầm này ở tốc độ nằm trong khoảng từ khoảng $1^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến khoảng $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến nhiệt độ kết tinh (T_c); (vi) duy trì thủy tinh có thể kết tinh được tạo mầm ở nhiệt độ kết tinh trong thời gian nằm trong khoảng từ khoảng $\frac{1}{4}$ giờ đến khoảng 4 giờ để tạo ra gốm thủy tinh được mô tả ở đây; và (vii) làm nguội gốm thủy tinh được tạo ra này đến nhiệt độ trong phòng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ nhiệt độ kết tinh có thể được dùng thay thế cho nhiệt độ tạo gốm hoặc gốm hóa. Ngoài ra, các thuật ngữ "tạo gốm" hoặc "gốm hóa" trong các phương án này, nói chung có thể được sử dụng để chỉ các bước (v), (vi) và tùy ý (vii). Theo một số phương án, nhiệt độ tiền tạo mầm thủy tinh có thể là 540°C , nhiệt độ tạo mầm có thể là 600°C , và nhiệt độ kết tinh có thể nằm trong khoảng từ 630°C đến 730°C . Theo các phương án khác, việc xử lý nhiệt không gồm việc duy trì thủy tinh có thể kết tinh ở nhiệt độ tiền tạo mầm thủy tinh. Do đó, việc xử lý nhiệt này có thể gồm (i) gia nhiệt thể tiền thủy tinh ở tốc độ $1-10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến nhiệt độ tạo mầm (T_n); (ii) duy trì thủy tinh có thể kết tinh này ở nhiệt độ tạo mầm trong thời gian nằm trong khoảng từ khoảng $\frac{1}{4}$ giờ đến khoảng 4 giờ để tạo ra thủy tinh có thể kết tinh được tạo mầm; (iii) gia nhiệt thủy tinh có thể kết tinh được tạo mầm này ở tốc độ nằm trong khoảng từ khoảng $1^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến khoảng $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ đến nhiệt độ kết tinh (T_c); (iv) duy trì thủy tinh có thể kết tinh được tạo mầm này ở nhiệt độ kết tinh trong thời gian nằm trong khoảng từ khoảng $\frac{1}{4}$ giờ đến khoảng 4 giờ để tạo ra gốm thủy tinh được mô tả ở đây; và (v) làm nguội gốm thủy tinh được tạo ra đến nhiệt độ trong phòng. Các thuật ngữ "tạo gốm" hoặc "gốm hóa", trong các phương án nêu trên, nói chung có thể được sử dụng để chỉ các bước (iii), (iv) và tùy ý (v). Theo một số phương án, nhiệt độ tạo mầm có thể là khoảng 700°C , và nhiệt độ kết tinh có thể là khoảng 800°C . Theo một số phương án, nhiệt độ kết tinh càng cao thì β -spodumen ss được tạo ra càng nhiều dưới dạng pha tinh thể phụ.

Biên dạng nhiệt độ-thời gian của các bước xử lý nhiệt để gia nhiệt đến nhiệt độ kết tinh và duy trì nhiệt độ ở nhiệt độ kết tinh, ngoài các thành phần cấu tạo thể tiền

thủy tinh, được quy định một cách thận trọng để tạo ra một hoặc nhiều thuộc tính trong số các thuộc tính mong muốn sau: (các) pha tinh thể của gốm thủy tinh, các tỷ lệ cân xứng của một hoặc nhiều pha tinh thể chính và/hoặc một hoặc nhiều pha tinh thể phụ và thủy tinh dư, các tập hợp pha tinh thể của một hoặc nhiều pha tinh thể nổi trội và/hoặc một hoặc nhiều pha tinh thể phụ và thủy tinh dư, và các cỡ hạt hoặc sự phân bố cỡ hạt trong một hoặc nhiều pha tinh thể chính và/hoặc một hoặc nhiều pha tinh thể phụ, mà các thuộc tính này có thể ảnh hưởng đến tính nhất quán, chất lượng, màu sắc, và/hoặc tính mờ đục cuối cùng của gốm thủy tinh thu được.

Gốm thủy tinh thu được có thể được tạo ra dưới dạng tấm, sau đó tấm này có thể được tái tạo hình bằng cách nén, thổi, uốn, làm lún, tạo hình bằng chân không, hoặc các biện pháp khác để thành các mẫu vật cong hoặc được uốn có độ dày đồng đều. Việc tái tạo hình có thể được thực hiện trước khi xử lý nhiệt hoặc bước tạo hình cũng có thể có tác dụng như là bước xử lý nhiệt trong đó việc tạo hình và việc xử lý nhiệt được thực hiện về cơ bản là đồng thời.

Theo các phương án khác, các chế phẩm thể tiền thủy tinh được sử dụng để tạo ra gốm thủy tinh có thể được công thức hóa, ví dụ, sao cho gốm thủy tinh có thể được tăng bền hóa học bằng cách sử dụng một hoặc nhiều kỹ thuật trao đổi ion. Theo các phương án này, việc trao đổi ion có thể diễn ra bằng cách cho một hoặc nhiều bề mặt của gốm thủy tinh này vào một hoặc nhiều bể trao đổi ion, có thành phần và nhiệt độ cụ thể, trong thời gian quy định để tạo (các) lớp ứng suất nén cho một hoặc nhiều bề mặt này. Lớp ứng suất nén có thể gồm một hoặc nhiều ứng suất nén (CS) bề mặt trung bình, và/hoặc một hoặc nhiều độ sâu của lớp.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các nỗ lực đã được thực hiện nhằm đảm bảo độ chính xác của các số liệu (ví dụ, lượng, nhiệt độ, v.v.), nhưng một số sai số và độ lệch vẫn phải tính đến. Trừ khi có quy định khác, nhiệt độ được tính theo °C hoặc là ở nhiệt độ môi trường, và áp suất là ở hoặc gần với áp suất khí quyển. Bản thân các thành phần cấu tạo được nêu theo % khối lượng trên cơ sở oxit và đã được chuẩn hóa đến 100%. Có một số biến số và các kết hợp của các điều kiện phản ứng, ví dụ, nồng độ thành phần, nhiệt độ, áp suất và

các khoảng và các điều kiện phản ứng khác mà có thể được sử dụng để tối ưu hóa độ tinh khiết của sản phẩm và tối ưu hóa hiệu suất thu được từ quy trình được mô tả. Để tối ưu hóa các điều kiện quy trình này chỉ cần sự thử nghiệm thông thường và hợp lý.

Ví dụ 1

Các thành phần cấu tạo thủy tinh và gốm thủy tinh ví dụ (tính theo % khối lượng) và các tính chất để đạt được các gốm thủy tinh trong suốt được nêu trong bảng 1 và được xác định theo các kỹ thuật thông thường trong lĩnh vực thủy tinh. Các thể tiền thủy tinh được tạo ra với các chế phẩm 1-16 được liệt kê trong bảng 1. Sau đó các thể tiền thủy tinh này được đưa vào chu trình gốm hóa có bước đồng hóa thủy tinh được giữ ở 540°C trong 4 giờ, bước tạo mầm được giữ ở 600°C trong 4 giờ, và bước kết tinh được giữ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 630 đến 730°C trong 4 giờ. Danh pháp sau được sử dụng trong bảng 1 để mô tả chu trình gốm hóa: nhiệt độ đồng hóa thủy tinh – thời gian giữ/ nhiệt độ tạo mầm – thời gian giữ/ nhiệt độ kết tinh – thời gian giữ.

Nhiệt độ đường lỏng là nhiệt độ khi tinh thể đầu tiên được quan sát thấy trong phép đo đường lỏng bằng thuyền với gradien chuẩn (tiêu chuẩn ASTM C829-81 và biến thể của nó). Phép đo này bao gồm việc đặt các hạt thủy tinh được nghiền trong thuyền platin, đặt thuyền này vào trong lò có vùng nhiệt độ gradien, gia nhiệt thuyền này trong vùng nhiệt độ thích hợp trong 24 hoặc 72 giờ, và xác định bằng biện pháp kiểm tra bằng kính hiển vi nhiệt độ cao nhất mà tại đó các tinh thể xuất hiện ở bên trong của thủy tinh. Cụ thể hơn là, mẫu thủy tinh được lấy ra khỏi thuyền Pt dưới dạng một mẫu, và được kiểm tra bằng cách sử dụng kính hiển vi ánh sáng phân cực để xác định vị trí và bản chất của các tinh thể mà đã tạo thành trên các bề mặt phân cách với Pt và không khí, và ở phần bên trong của mẫu. Vì gradien của lò đã được biết rõ nên nhiệt độ với vị trí có thể được ước tính tốt trong khoảng 5-10°C. Nhiệt độ tại đó các tinh thể được quan sát thấy trong phần bên trong của mẫu được lấy để đại diện cho đường lỏng của thủy tinh (trong khoảng thời gian thử nghiệm tương ứng). Đôi khi thử nghiệm được thực hiện ở các khoảng thời gian dài hơn (ví dụ, 72 giờ), để quan sát các

pha phát triển chậm hơn. Độ nhớt đường lỏng theo đơn vị poa ($1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pa.s}$) được xác định từ nhiệt độ đường lỏng và các hệ số của phương trình Fulcher.

Bảng 1

Chế phẩm	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂ (% khối lượng)	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3
Al ₂ O ₃ (% khối lượng)	7,5	8,1	8,7	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
B ₂ O ₃ (% khối lượng)	0,0	0,2	0,4	1,0	2,0	4,0	5,0	6,0
Li ₂ O (% khối lượng)	12,5	11,9	11,3	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Na ₂ O (% khối lượng)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
K ₂ O (% khối lượng)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZnO (% khối lượng)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂ (% khối lượng)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
P ₂ O ₅ (% khối lượng)	2,0	2,2	2,4	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Chu trình gốm hóa	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 730°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 710°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 730°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 690°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 650°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 630°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 630°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ / 600°C- 4 giờ / 630°C- 4 giờ
Sự tập hợp pha	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat

Diện mạo	Hơi mờ, trong suốt	Trong, trong suốt	Hơi mờ, trong suốt	Trong, trong suốt	Trong, trong suốt	Hơi mờ, trong suốt	Hơi mờ, trong suốt	Hơi mờ, trong suốt
Nhiệt độ đường lỏng (°C)	1030	1050	1070	--	--	--	--	--
Độ nhớt đường lỏng (poa)	3700	3800	3800	--	--	--	--	--

Bảng 1 (tiếp theo)

Chế phẩm	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂ (% khối lượng)	76,3	74,3	72,3	70,3	78,3	78,3	78,3	78,3
Al ₂ O ₃ (% khối lượng)	10,1	12,1	14,1	16,1	8,1	8,1	8,1	8,1
B ₂ O ₃ (% khối lượng)	0,2	0,2	0,2	0,2	2,0	2,0	2,0	2,0
Li ₂ O (% khối lượng)	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Na ₂ O (% khối lượng)	1,7	1,7	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
K ₂ O (% khối lượng)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	3,0	0,0	0,0
ZnO (% khối lượng)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	3,0
ZrO ₂ (% khối lượng)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
P ₂ O ₅ (% khối lượng)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2

Chu trình gốm hóa	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /710°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /710°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /710°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /710°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /690°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /690°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /690°C- 4 giờ	540°C- 4 giờ /600°C- 4 giờ /690°C- 4 giờ
Sự tập hợp pha	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat
Diện mạo	Hơi mờ, trong suốt	Mờ, trong suốt	Trắng trong mờ	Trắng màu kem trong mờ	Trong, trong suốt	Hơi mờ, trong suốt	Hơi mờ, trong suốt	Trắng trong mờ
Nhiệt độ đường lỏng (°C)	--	--	--	--	--	--	--	--
Độ nhót đường lỏng (poa)	--	--	--	--	--	--	--	--

Một số thử nghiệm được thực hiện đối với chế phẩm 2 sau khi gốm hóa để xác định sự thay đổi các tính chất đối với gốm thủy tinh của chế phẩm 2. Như được thể hiện trên Fig.1, vết đo nhiệt lượng quét vi phân (DSC) được thực hiện đối với chế phẩm 2, vẽ đồ thị DSC/(mW/mg) theo nhiệt độ dưới đơn vị độ Celsius. Vết này được sử dụng để chỉ ra rằng vi cấu trúc hạt mịn có thể đạt được bằng cách gốm hóa ở nhiệt độ thấp so với nhiệt độ kết tinh.

Độ truyền của chế phẩm gốm thủy tinh 2 có độ dày 1 mm được đo đối với ánh sáng có bước sóng từ 400 nm đến 1000 nm. Như được thể hiện trên Fig.2, độ truyền trung bình của chế phẩm gốm thủy tinh 2 trong dải bước sóng ánh sáng trông thấy là lớn hơn 90%.

Mẫu chế phẩm gốm thủy tinh 2 được quan sát bằng cách sử dụng kính hiển vi điện tử quét (SEM) để xác định cỡ hạt của petalit. Fig.3A thể hiện SEM trên thang đo

200 nm và Fig.3B thể hiện SEM trên thang đo 100 nm. Các hạt petalit là theo thứ tự 50 đến 100 nm. Tính mịn của các hạt được tin là góp phần vào độ trong suốt của gốm thủy tinh được chứng minh trên Fig.2.

Hai mẫu chế phẩm gốm thủy tinh 2 có kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1 mm được đem thử nghiệm vòng trên vòng như được mô tả trên đây để xác định độ bền của các mẫu này. Một mẫu đã được mài mòn (15 psi (103,42 kPa)) và một mẫu không được mài mòn. Fig.4 thể hiện kết quả của thử nghiệm vòng trên vòng. Độ bền 514 MPa đạt được đối với thử nghiệm vòng trên vòng.

Độ bền chống nứt vỡ của mẫu chế phẩm gốm thủy tinh 2 được đo bằng cách sử dụng các phép đo chùm vết khía dích dắc ngắn. Độ bền chống nứt vỡ là $1,13 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$.

Độ cứng của mẫu chế phẩm gốm thủy tinh được đo để xác định độ cứng Vickers như được mô tả trên đây sử dụng thiết bị MicroTester Model 5948 của Instron. Độ cứng Vickers là xấp xỉ 750 kgf/mm^2 (xấp xỉ 7355 MPa).

Gốm thủy tinh của chế phẩm 2 được đưa vào quy trình trao đổi ion trong đó mẫu được đặt trong bể NaNO_3 nóng chảy ở 430°C trong 2 giờ, 4 giờ, 8 giờ, và 16 giờ. Như được thể hiện trên Fig.5, đạt được độ sâu của lớp là trên 100 μm . Fig.5 cũng thể hiện biểu đồ nồng độ Na_2O tính theo phần trăm mol đối với độ dày của mẫu đối với mỗi quy trình xử lý trao đổi ion. Như có thể thấy, độ sâu của lớp gia tăng với sự gia tăng khoảng thời gian xử lý trao đổi ion. Cũng vậy, nồng độ Na_2O hình parabol đạt được sau khi trao đổi ion trong 16 giờ.

Hai mẫu gốm thủy tinh của chế phẩm 2 có kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1 mm được trao đổi ion. Một mẫu được trao đổi ion trong bể NaNO_3 nóng chảy ở 430°C trong 2 giờ và mẫu còn lại được trao đổi ion trong bể KNO_3 nóng chảy ở 430°C trong 2 giờ. Hai mẫu được trao đổi ion này và một mẫu gốm thủy tinh của chế phẩm 2 không được trao đổi ion kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1 mm được đem thử nghiệm vòng trên vòng như được mô tả trên đây. Kết quả được thể hiện trên Fig.6. Độ bền của gốm thủy tinh tăng xấp xỉ 30% sau khi trao đổi ion với NaNO_3 và tăng xấp xỉ gấp đôi sau khi

trao đổi ion với KNO_3 . Việc trao đổi ion với bể KNO_3 được tin là dẫn đến độ sâu của lớp (DOL) lớn hơn cho lớp ứng suất nén được tạo ra trên bề mặt của mẫu trong quá trình trao đổi ion.

Mẫu gốm thủy tinh của chế phẩm 2 có kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1mm được trao đổi ion trong bể NaNO_3 nóng chảy ở 430°C trong 2 giờ. Mẫu thủy tinh A có kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1 mm được trao đổi ion trong bể KNO_3 nóng chảy ở 420°C trong 5,5 giờ. Mẫu thủy tinh B có kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1 mm được trao đổi ion trong bể KNO_3 32% nóng chảy ở 540°C trong 8 giờ sau đó được trao đổi ion trong bể KNO_3 100% nóng chảy ở 390°C trong 15 phút. Tất cả các mẫu này được mài mòn dưới áp suất 15 psi (103,42 kPa) và được đem thử nghiệm vòng mài mòn trên vòng như được mô tả trên đây. Kết quả được thể hiện trên Fig.7. Gốm thủy tinh có độ bền cao hơn thủy tinh A và có độ bền tiệm cận độ bền của thủy tinh B. Do đó các gốm thủy tinh được trao đổi ion có thể chắc chắn bằng hoặc chắc chắn hơn thủy tinh được trao đổi ion.

Các mẫu gốm thủy tinh của chế phẩm 2 có kích cỡ 50 mm x 50mm x 1mm được trao đổi ion trong bể NaNO_3 nóng chảy ở 430°C trong 2 giờ, 4 giờ, 8 giờ, và 16 giờ. Sau đó các mẫu được trao đổi ion này được đem thử nghiệm vòng trên vòng như được mô tả trên đây cũng như mẫu gốm thủy tinh của chế phẩm 2 không được trao đổi ion. Kết quả được thể hiện trên Fig.8. Độ bền của gốm thủy tinh gia tăng dựa trên khoảng thời gian trao đổi ion.

Các mẫu gốm thủy tinh của chế phẩm 2 có kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1mm được trao đổi ion trong bể NaNO_3 nóng chảy ở 430°C trong 16 giờ. Các mẫu này được mài mòn dưới áp suất 15 psi (103,42 kPa), 25 psi (172,37 kPa), hoặc 45 psi (310,26 kPa) và được đem thử nghiệm vòng mài mòn trên vòng như được mô tả trên đây. Kết quả được thể hiện trên Fig.9. Các mẫu được mài mòn dưới áp suất 15 psi (103,42 kPa) có tải trọng hư hỏng là khoảng 253 MPa, các mẫu được mài mòn dưới áp suất 25 psi (172,37 kPa) có tải trọng hư hỏng là khoảng 240 MPa, và các mẫu được mài mòn dưới áp suất 45 psi (310,26 kPa) có tải trọng hư hỏng là khoảng 201 MPa.

Ví dụ 2

Các thành phần cấu tạo thủy tinh và gốm thủy tinh ví dụ (tính theo % khối lượng) và các tính chất để đạt được các gốm thủy tinh trong mờ được nêu trong bảng 2 và được xác định theo các kỹ thuật thông thường trong lĩnh vực thủy tinh. Các thể tiền thủy tinh được tạo ra với các chế phẩm 17-29 được liệt kê trong bảng 2. Sau đó các thể tiền thủy tinh được đưa vào chu trình gốm hóa được thể hiện trong bảng 2 dưới đây.

Bảng 2

Chế phẩm	17	18	19	20	21	22	23
SiO ₂ (% khối lượng)	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3	76,3
Al ₂ O ₃ (% khối lượng)	10,5	9,3	9,3	9,3	7,5	8,1	8,7
B ₂ O ₃ (% khối lượng)	1	0,6	0,6	0,6	0,0	0,2	0,4
Li ₂ O (% khối lượng)	9,5	10,7	10,7	10,7	12,5	11,9	11,3
Na ₂ O (% khối lượng)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
K ₂ O (% khối lượng)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZnO (% khối lượng)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZrO ₂ (% khối lượng)	4,0	4,0	6,0	8,0	4,0	4,0	4,0
P ₂ O ₅ (% khối lượng)	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,4
Chu trình gốm hóa	700°C-0,5 giờ/800°C-0,5 giờ	700°C-0,5 giờ/800°C-0,5 giờ	700°C-0,5 giờ/800°C-0,5 giờ	700°C-0,5 giờ/800°C-0,5 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/730°C-4 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/740°C-4 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/730°C-4 giờ

Sự tập hợp pha	Petalit, lithi disilicat, lithiophosphat	Petalit, lithi disilicat, lithiophosphat	Petalit, lithi disilicat, β -thạch anh lithiophosphat	Petalit, lithi disilicat, cristobalit, lithiophosphat	Petalit, lithi disilicat	Petalit, lithi disilicat, β -thạch anh	Petalit, lithi disilicat
Diện mạo	Trắng trong mờ	Trắng trong mờ	Trắng trong mờ	Trắng trong mờ	Hơi mờ, trong suốt	Trong suốt	Hơi mờ, trong suốt
Nhiệt độ đường lỏng (°C)	1070	1060	1055	1220	1030	1050	1070
Độ nhớt đường lỏng (poa)	9800	5900	6100	880	3700	3800	3800

Bảng 2 (tiếp theo)

Chế phẩm	24	25	26	27	28	29
SiO ₂ (% khối lượng)	72,3	78,3	78,3	78,3	78,3	78,3
Al ₂ O ₃ (% khối lượng)	14,1	10,5	8,1	10,1	11,1	12,1
B ₂ O ₃ (% khối lượng)	0,2	1	0,2	0,2	0,2	0,2
Li ₂ O (% khối lượng)	11,9	9,5	11,9	11,9	11,9	11,9
Na ₂ O (% khối lượng)	1,7	0	0	0	0	0
K ₂ O (% khối lượng)	0,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
ZnO (% khối lượng)	0,0	0	0	0	0	0

ZrO ₂ (% khối lượng)	4,0	4	4	4	4	4
P ₂ O ₅ (% khối lượng)	2,2	3	2,2	2,2	2,2	2,2
Chu trình gồm hóa	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/630°C-4 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/680°C-2 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/680°C-2 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/680°C-2 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/680°C-2 giờ	540°C-4 giờ/600°C-4 giờ/680°C-2 giờ
Sự tập hợp pha	β-thạch anh, petalit, lithi metasilicat	--	--	--	--	--
Diện mạo	Trắng trong mờ	Trắng trong mờ	Trong suốt	Trong suốt	Hơi mờ, trong suốt	Hơi mờ, trong suốt
Nhiệt độ đường lỏng (°C)	--	--	--	--	--	--
Độ nhót đường lỏng (poa)	--	--	--	--	--	--

Độ bền chống nứt vỡ của mẫu chế phẩm gồm thủy tinh 17, 18 và 22 được đo bằng cách sử dụng các phép đo chùm vết khía dích đặc ngắn. Độ bền chống nứt vỡ lần lượt là 1,2 MPa•m^{1/2}, 1,13 MPa•m^{1/2}, và 1,2 MPa•m^{1/2}.

Như được thể hiện trên Fig.11, vết đo nhiệt lượng quét vi phân (DSC) được thực hiện đối với chế phẩm 18, vẽ đồ thị DSC/(mW/mg) theo nhiệt độ dưới đơn vị độ Celsius. Fig.12 thể hiện phổ nhiễu xạ tia X (X-ray diffraction: XRD) của các pha tinh thể được tạo thành trong chế phẩm 18. Có thể thấy từ phổ XRD rằng petalit và lithi disilicat là pha tinh thể chính.

Các mẫu chế phẩm gốm thủy tinh 19, 20 và 21 có kích cỡ 50 mm x 50 mm x 1 mm được đem thử nghiệm vòng trên vòng như được mô tả trên đây để xác định độ bền của các mẫu này. Fig.13 thể hiện kết quả của thử nghiệm vòng trên vòng. Độ bền 352 MPa, 304 MPa, và 313 MPa lần lượt đạt được đối với thử nghiệm vòng trên vòng. Do đó, độ bền trên 300 MPa có thể đạt được đối với các gốm thủy tinh trong mờ được bọc lộ ở đây.

Gốm thủy tinh của chế phẩm 18 được tạo ra bằng cách phân lượng nồng độ Na_2O là 1,4% mol vào khối thủy tinh được đưa vào quy trình trao đổi ion trong đó mẫu được đặt trong bể NaNO_3 nóng chảy ở 430°C trong 4 giờ. Như được thể hiện trên Fig.14, đạt được độ sâu của lớp là trên 100 μm . Fig.14 cũng thể hiện biểu đồ nồng độ Na_2O tính theo phần trăm khối lượng đối với độ dày của mẫu.

Mặc dù các phương án và các ví dụ đã được trình bày nhằm mục đích minh họa nhưng phần mô tả trên đây sẽ không được xem như là sự giới hạn đối với phạm vi bọc lộ hay các yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, các cải biến, sửa đổi, và các phương án khác có thể xảy ra đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực này mà không vượt ra ngoài phạm vi của phần mô tả hay các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm Li_2O , SiO_2 , và Al_2O_3 , trong đó:

vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion cấu thành từ:

pha tinh thể petalit;

pha tinh thể lithi silicat cấu thành từ lithi disilicat và, tùy ý, lithi metasilicat; và

pha thủy tinh dư; và

vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion có ứng suất nén bề mặt nằm trong khoảng từ khoảng 100 MPa đến khoảng 500 MPa.

2. Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 1, trong đó vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion có độ sâu của lớp ít nhất là khoảng 100 μm .
3. Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 1, trong đó vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion có ứng suất kéo trung tâm ít nhất là 10 MPa.
4. Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 1, trong đó pha tinh thể petalit có mặt trong vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion với lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 70 % khối lượng.
5. Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 1, trong đó pha tinh thể lithi silicat có mặt trong vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion với lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 60 % khối lượng.
6. Vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 1, trong đó vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm:

SiO_2 với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 55 đến khoảng 80 % khối lượng;

Li_2O với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 5 đến khoảng 20 % khối lượng;

Al_2O_3 với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 2 đến khoảng 20 % khối lượng;

ZrO_2 với lượng nằm trong khoảng từ lớn hơn 0 đến khoảng 10 % khối lượng;
và

P_2O_5 với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 0,5 đến khoảng 15 % khối lượng.

7. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 1, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có hệ số truyền trung bình bằng khoảng hoặc lớn hơn 85% của ánh sáng trong khoảng bước sóng từ 400 nm đến 1.000 nm ở độ dày 1 mm.

8. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 1, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có độ bền chống nứt vỡ bằng hoặc lớn hơn $1,0\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, như được đo theo tiêu chuẩn ASTM C1421-10.

9. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm Li_2O , SiO_2 , và Al_2O_3 , trong đó:

vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion cấu thành từ:

pha tinh thể petalit;

pha tinh thể lithi silicat chiếm từ 20 đến 60 % khối lượng của vật phẩm gốm thủy tinh, trong đó pha tinh thể lithi silicat cấu thành từ lithi disilicat và, tùy ý, lithi metasilicat; và

pha thủy tinh dư; và

vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có ứng suất nén bề mặt bằng khoảng hoặc lớn hơn 100 MPa.

10. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó ứng suất nén bề mặt bằng khoảng hoặc lớn hơn 200 MPa.

11. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó ứng suất nén bề mặt nằm trong khoảng từ 100 MPa đến khoảng 500 MPa.

12. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có độ sâu của lớp ít nhất là khoảng 100 μm .

13. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có ứng suất kéo trung tâm ít nhất là khoảng 10 MPa.

14. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó pha tinh thể petalit có mặt trong vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion với lượng nằm trong khoảng từ 20 đến 70 % khối lượng.

15. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm:

SiO_2 với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 55 đến khoảng 80 % khối lượng;

Li_2O với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 5 đến khoảng 20 % khối lượng;

Al_2O_3 với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 2 đến khoảng 20 % khối lượng;

ZrO_2 với lượng nằm trong khoảng từ lớn hơn 0 đến khoảng 10 % khối lượng;

và

P_2O_5 với lượng nằm trong khoảng từ khoảng 0,5 đến khoảng 15 % khối lượng.

16. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có hệ số truyền trung bình bằng khoảng hoặc lớn hơn 85% của ánh sáng trong khoảng bước sóng từ 400 nm đến 1.000 nm ở độ dày 1 mm.

17. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có độ cứng Vickers bằng hoặc lớn hơn 775 kgf/mm^2 .

18. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion theo điểm 9, trong đó vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion có độ bền chống nứt vỡ bằng hoặc lớn hơn $1,0\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$, như được đo theo tiêu chuẩn ASTM C1421-10.

19. Vật phẩm gốm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm Li_2O , SiO_2 , và Al_2O_3 , trong đó:

vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm:

pha tinh thể petalit; và

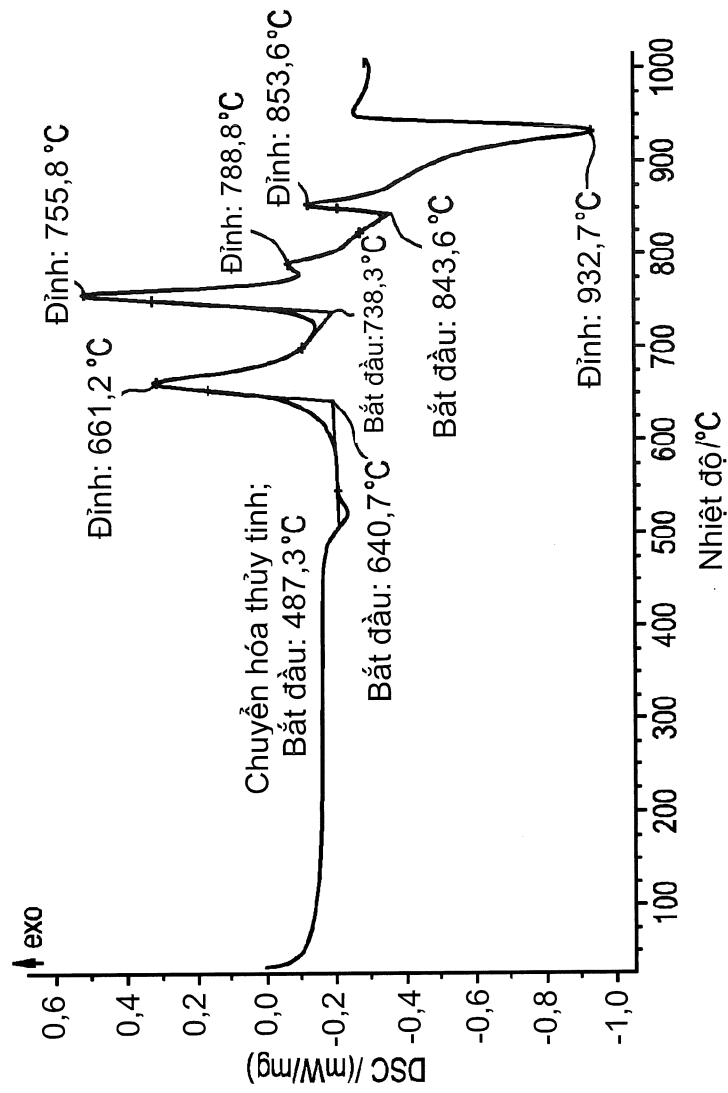
pha tinh thể lithi silicat; và

vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion bao gồm các hạt có chiều dài nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 100 nm khi đo được bằng kính hiển vi điện tử quét; và

vật phẩm gồm thủy tinh được trao đổi ion có ứng suất nén bề mặt nằm trong khoảng từ khoảng 100 MPa đến khoảng 500 MPa.

FIG. 1

DSC đối với Chế phẩm 2; Độ dốc 10 độ C/phút đến 1000 độ C trong khí argon



2/15

FIG. 2

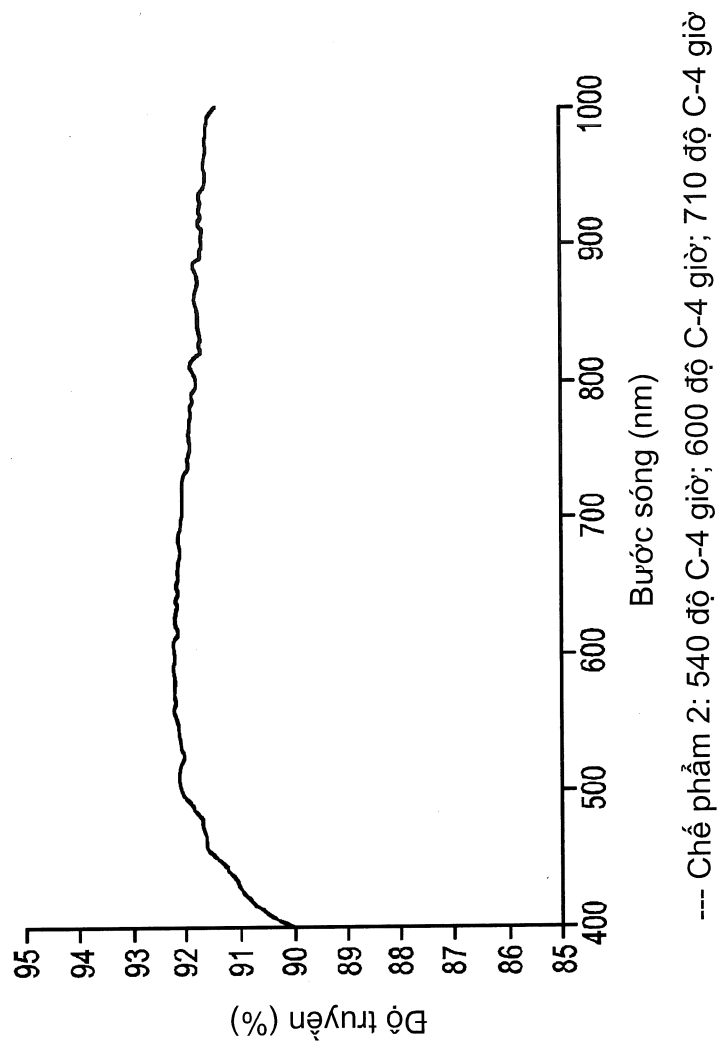


FIG. 3A

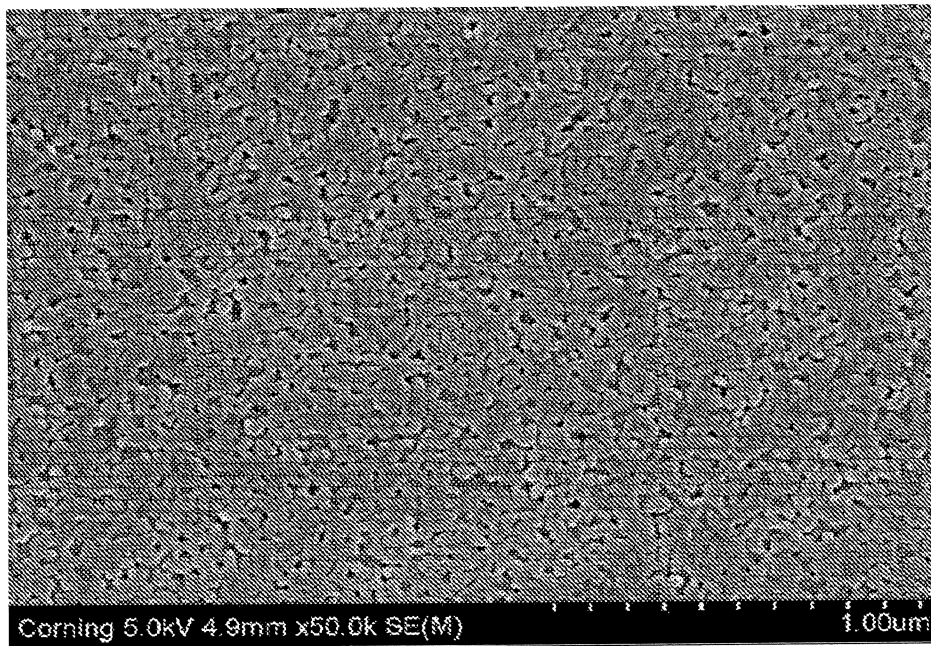


FIG. 3B

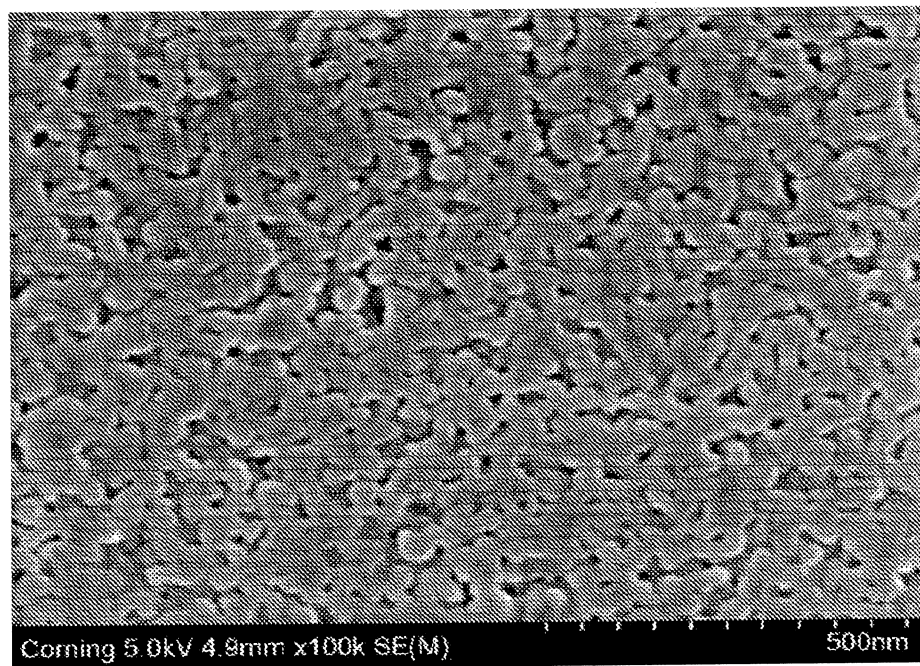
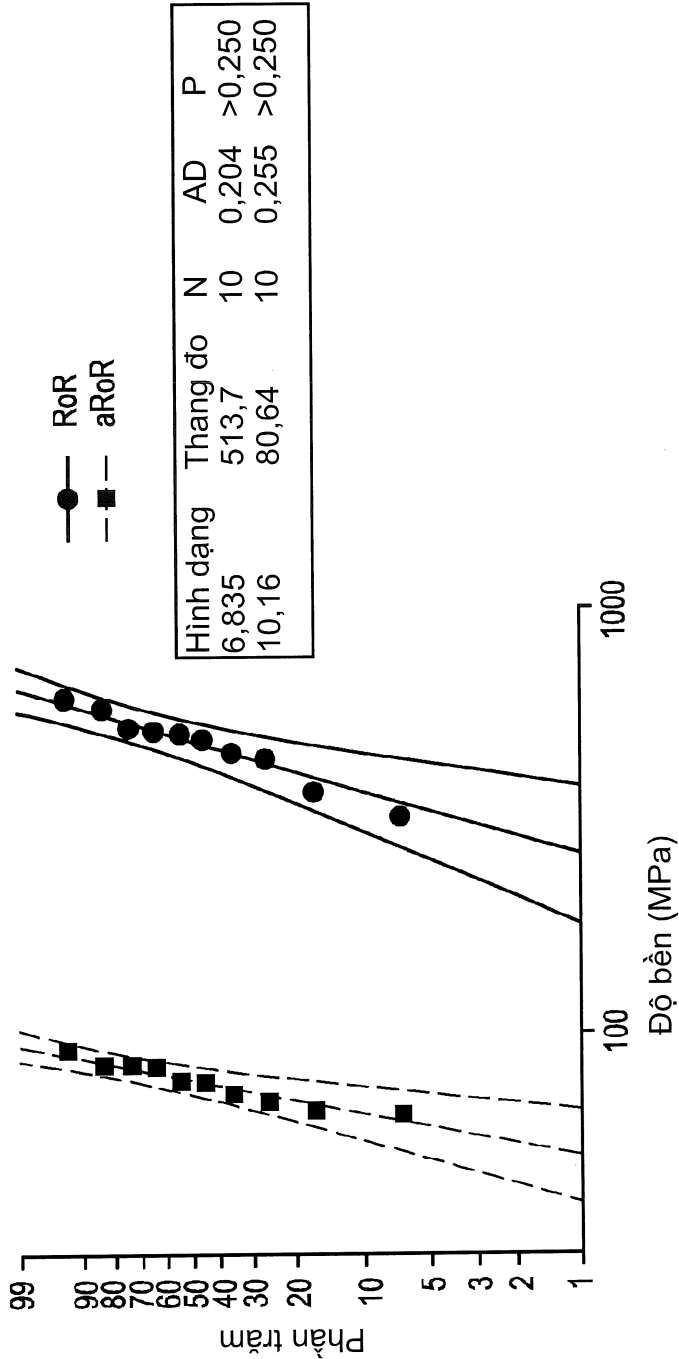


FIG. 4
Độ bền RoR và aRoR (15 psi) của Chế phẩm 2
Weibull-95%CI



5/15

FIG. 5

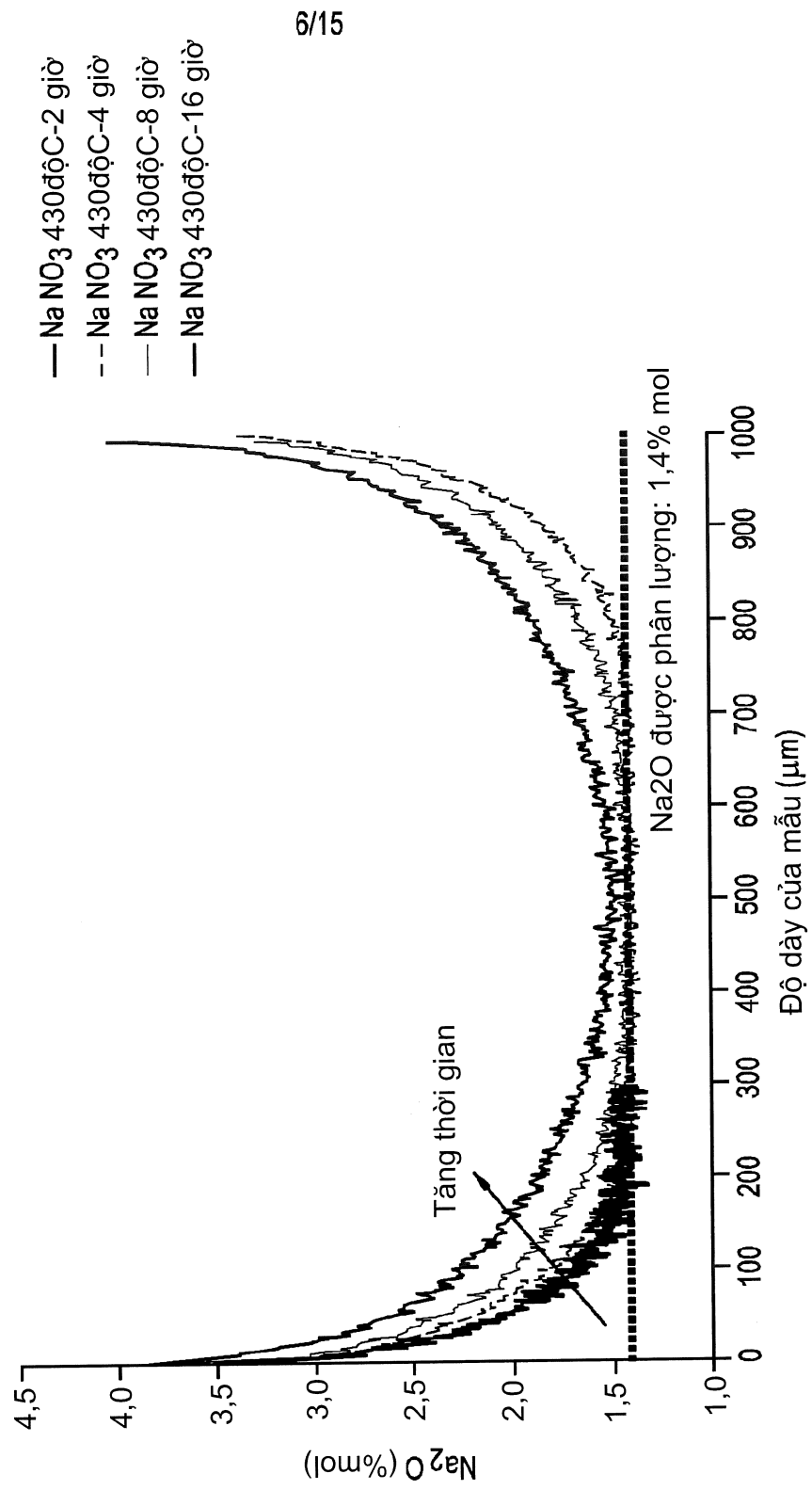


FIG. 6
RoR đối với Chế phẩm 2 trước và sau khi trao đổi ion
Weibull-95%CI

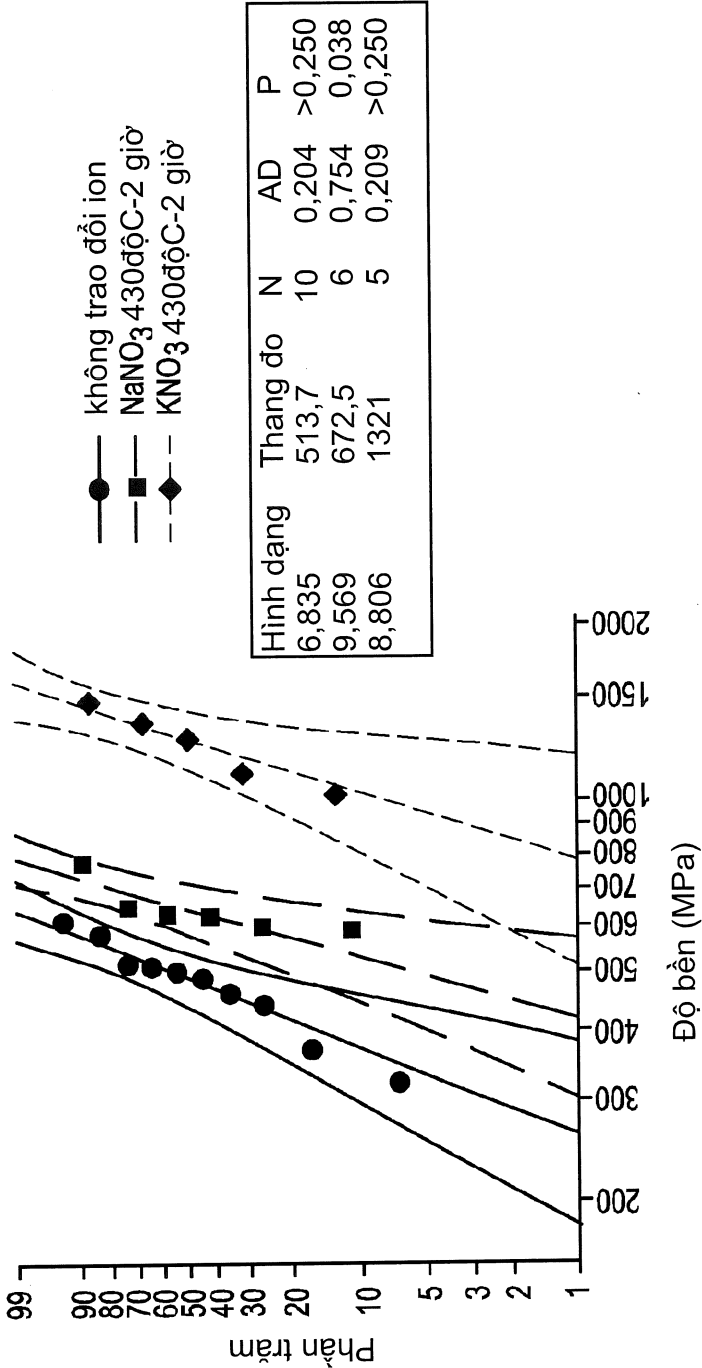


FIG. 7
aRoR (15 psi) đối với Chế phẩm 2
Weibull-95% CI

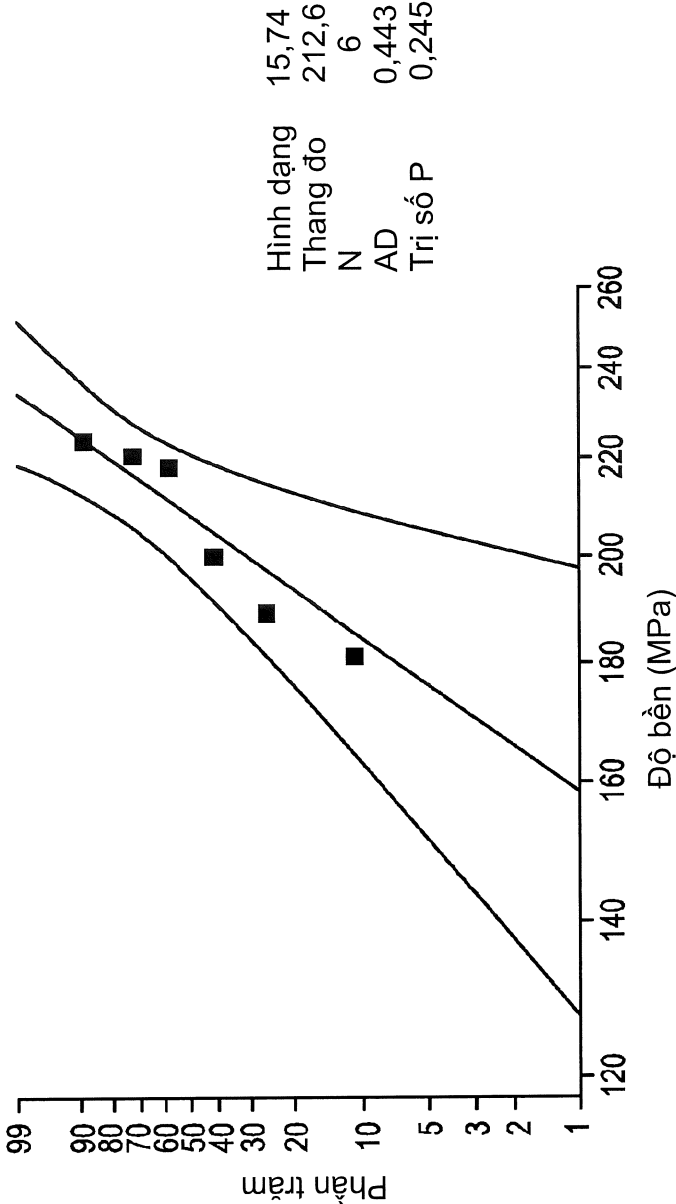
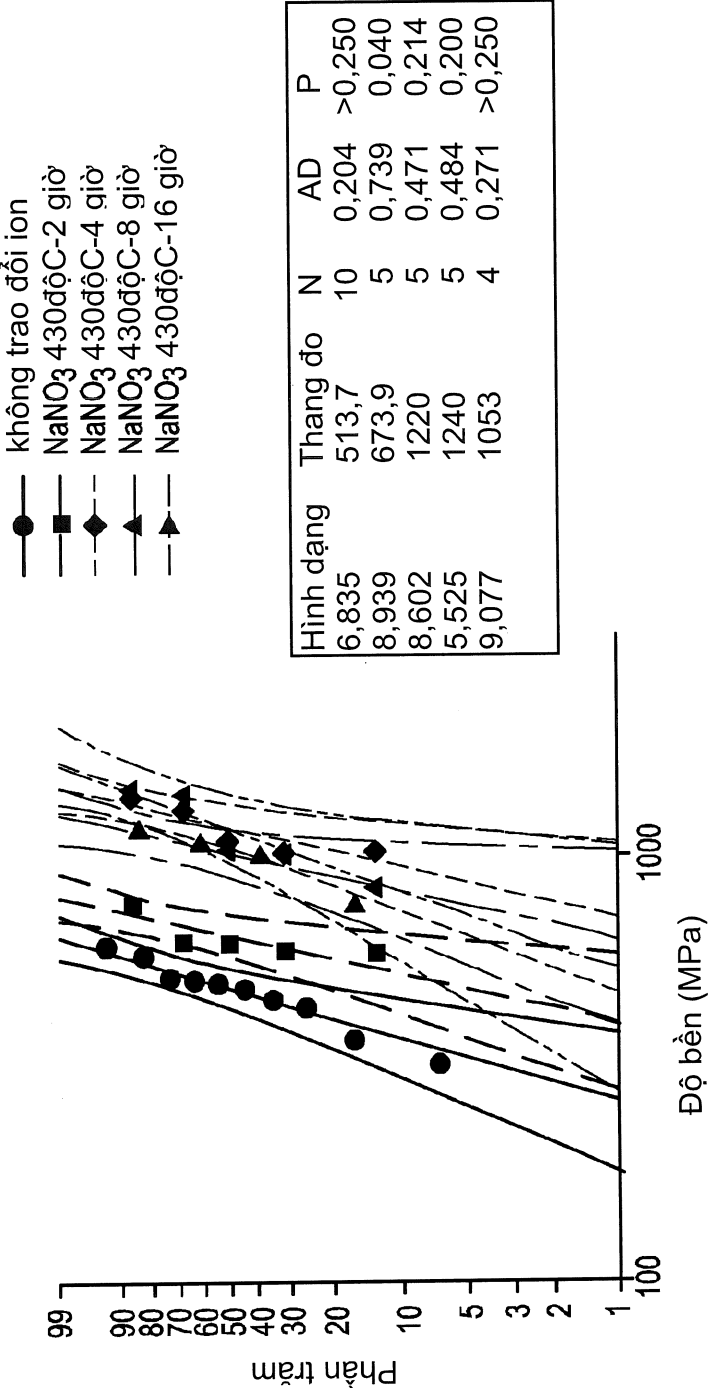


FIG. 8

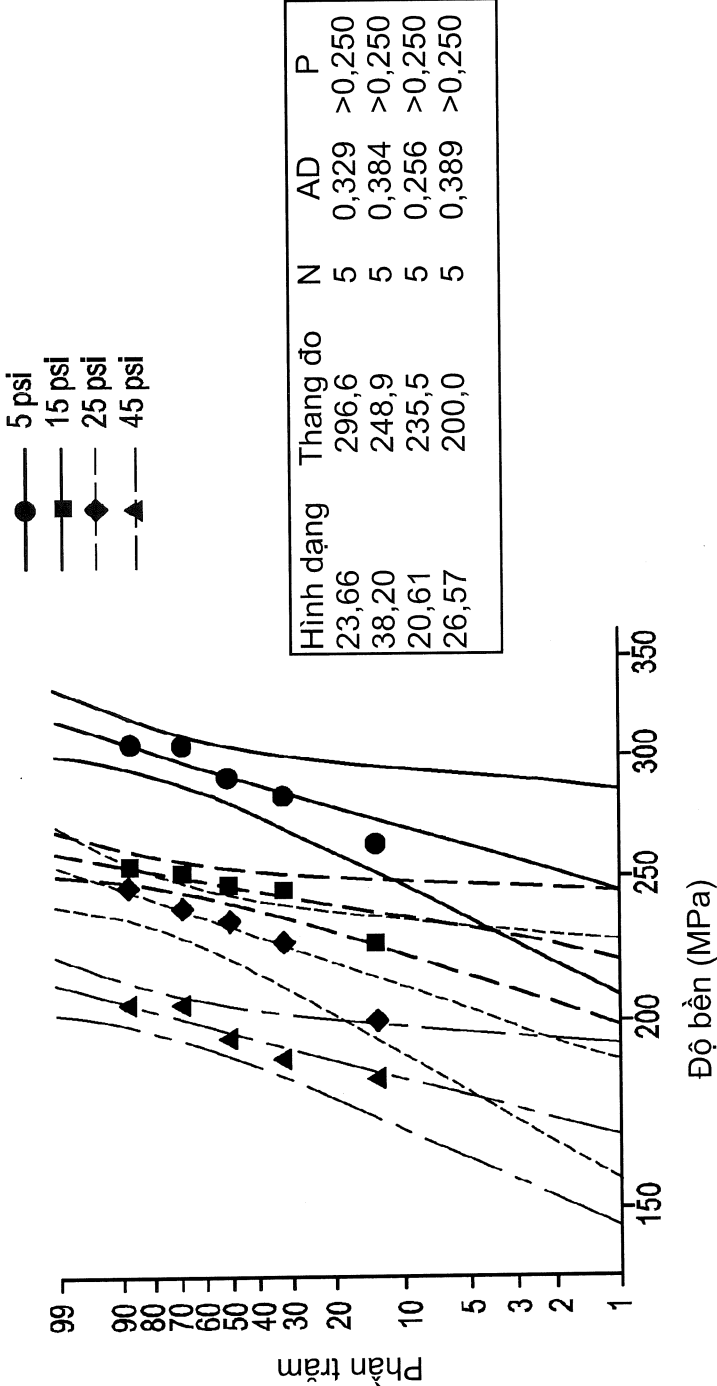
Độ bền RoR của Chế phẩm 2 khi gia tăng thời gian trao đổi ion
Weibull-95% CI



9/15

FIG. 9

Độ bền RoR của Chế phẩm 2 khi gia tăng áp suất mài mòn
Weibull - 95% CI



10/15

11/15

FIG. 10

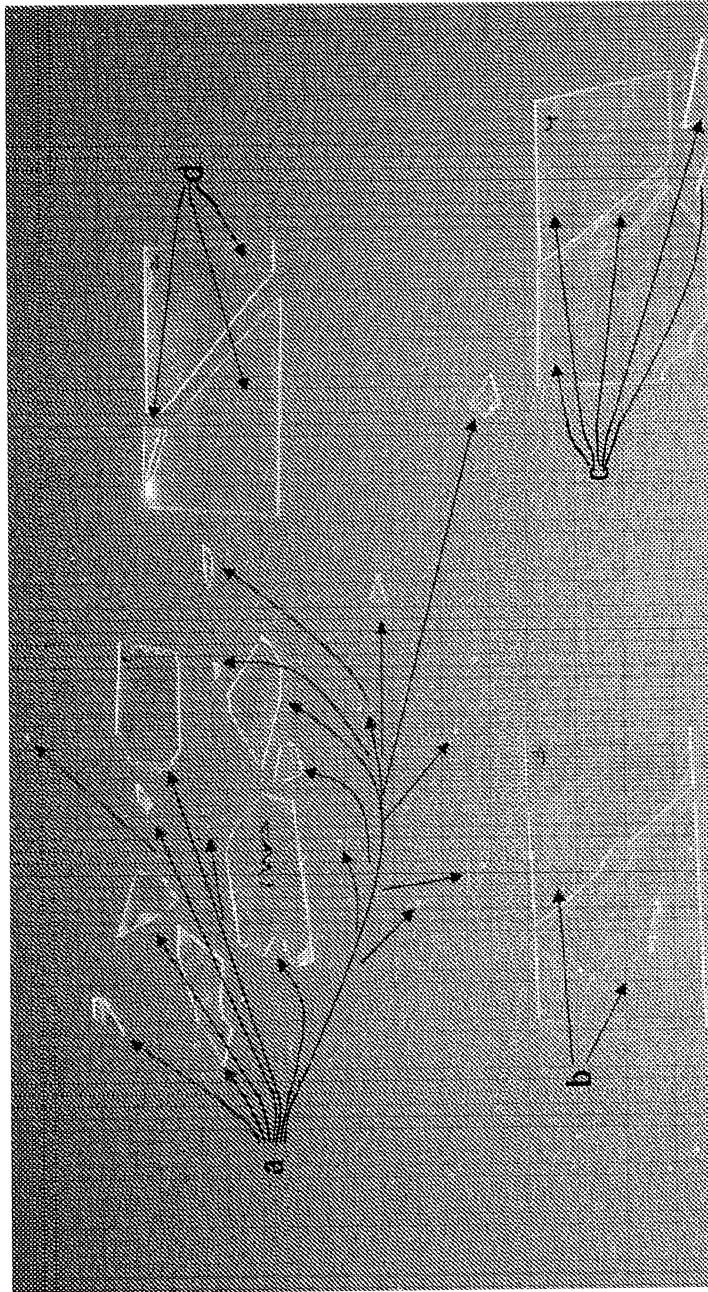
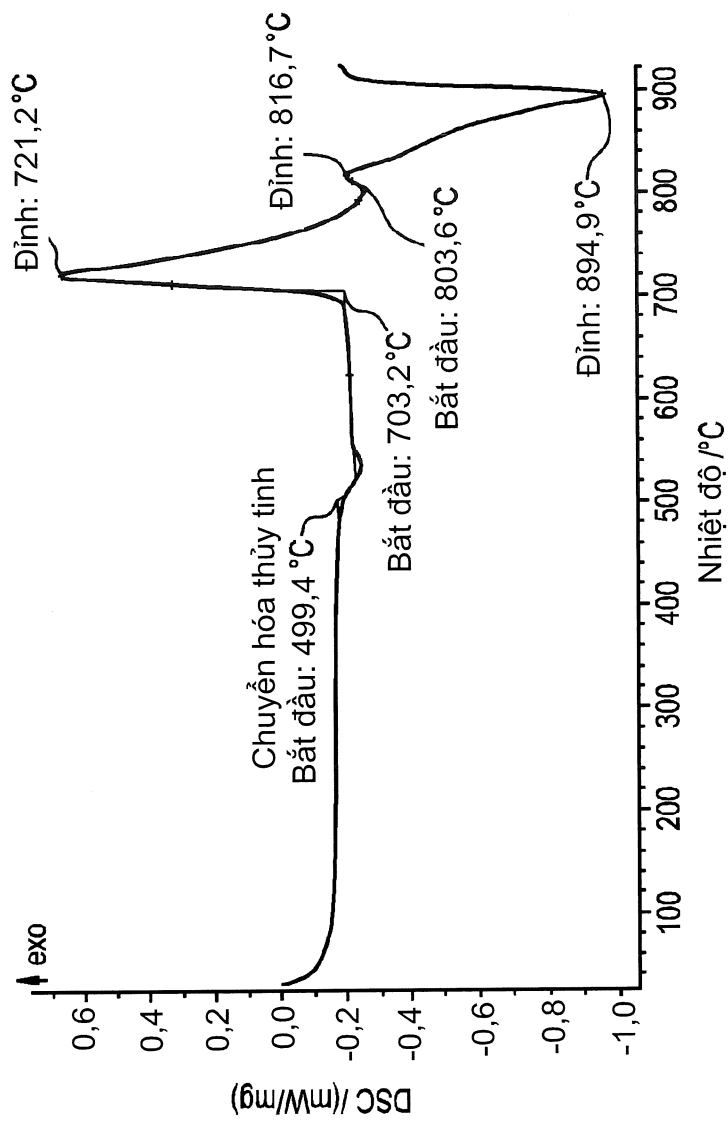


FIG. 11

DSC đối với Chế phẩm 18; Độ dốc 10 độ C/phút đến 900 độ C trong khí argon



13/15

FIG. 12

Phổ nhiễu xạ tia X của các pha tinh thể được tạo ra trong Chế phẩm 18

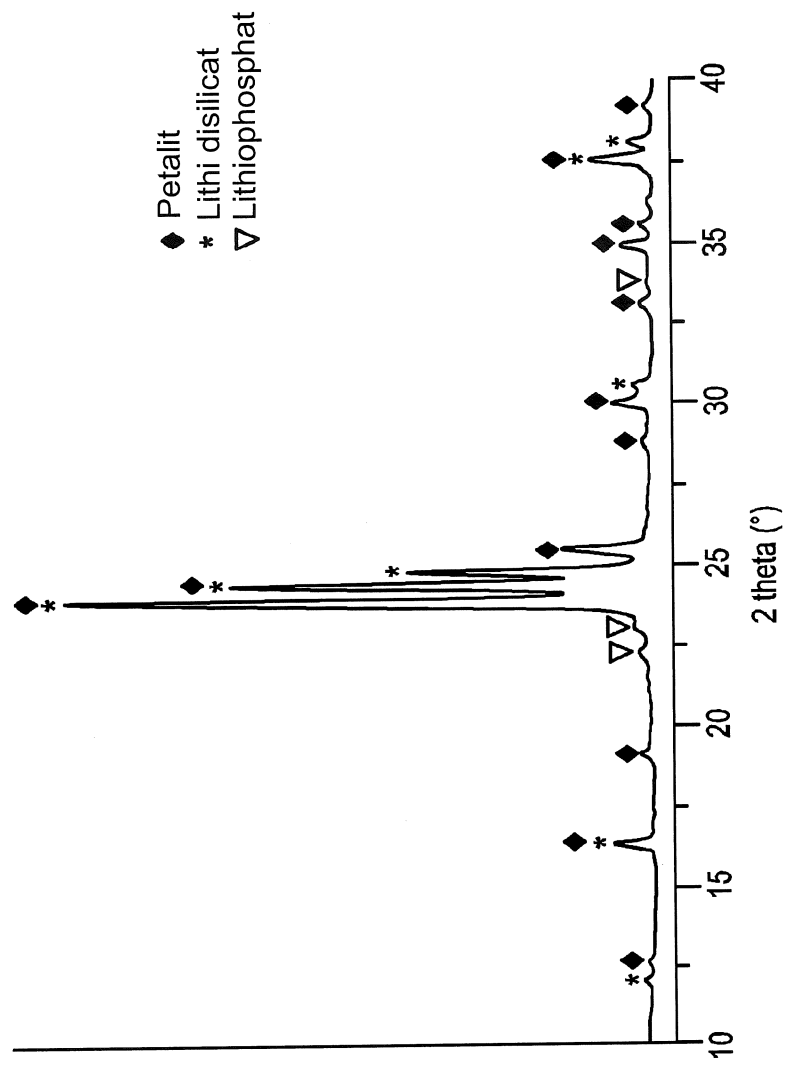


FIG. 13

Độ bền RoR của Chế phẩm 18, 19 và 20
Weibull - 95% CI

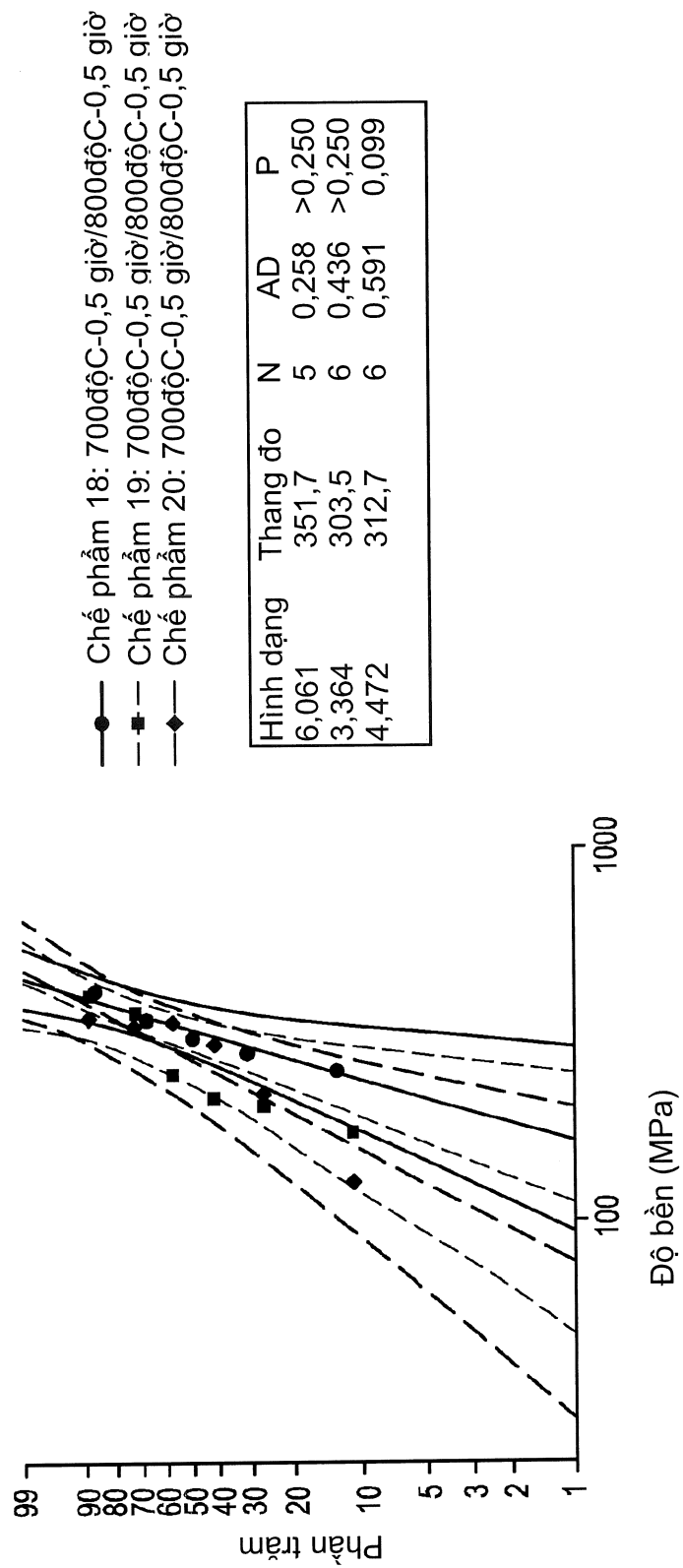


FIG. 14

Chế phẩm 18, 700độC-0,5 giờ/800độC-0,5 giờ
(sự kết hợp pha: petalit, LS2 và lithiophosphat)
trao đổi ion trong NaNO₃ 430độC-4 giờ

