



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0049344

(51)^{2020.01} C03C 10/02; C03C 10/00; H05K 5/02; (13) B
C03C 10/08; H05K 5/00; C03B 23/03;
C03C 10/04

(21) 1-2021-03697

(22) 21/11/2019

(86) PCT/US2019/062519 21/11/2019

(87) WO 2020/112466 04/06/2020

(30) 62/773,682 30/11/2018 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/09/2021 402A

(73) CORNING INCORPORATED (US)

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

(72) BEALL, George Halsey (US); MITCHELL, Alexandra Lai Ching Kao Andrews
(US); SMITH, Charlene Marie (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) GÓM THỦY TINH VÀ SẢN PHẨM ĐIỆN TỬ TIÊU DÙNG CHỨA GÓM THỦY
TINH

(21) 1-2021-03697

(57) Sáng chế đề cập đến gốm thủy tinh ganit-spinel mờ. Gốm thủy tinh này bao gồm pha tinh thể thứ nhất chứa $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ trong đó x nhỏ hơn 1 và pha tinh thể thứ hai chứa ít nhất một trong số ZrO_2 tứ phương, $MgTa_2O_6$, mulit, và cordierit. Gốm thủy tinh này có môđun Young lớn hơn hoặc bằng 90 GPa, và có độ cứng lớn hơn hoặc bằng 7,5 GPa. Gốm thủy tinh này có thể được trao đổi ion. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất gốm thủy tinh và sản phẩm điện tử tiêu dùng chứa gốm thủy tinh này.

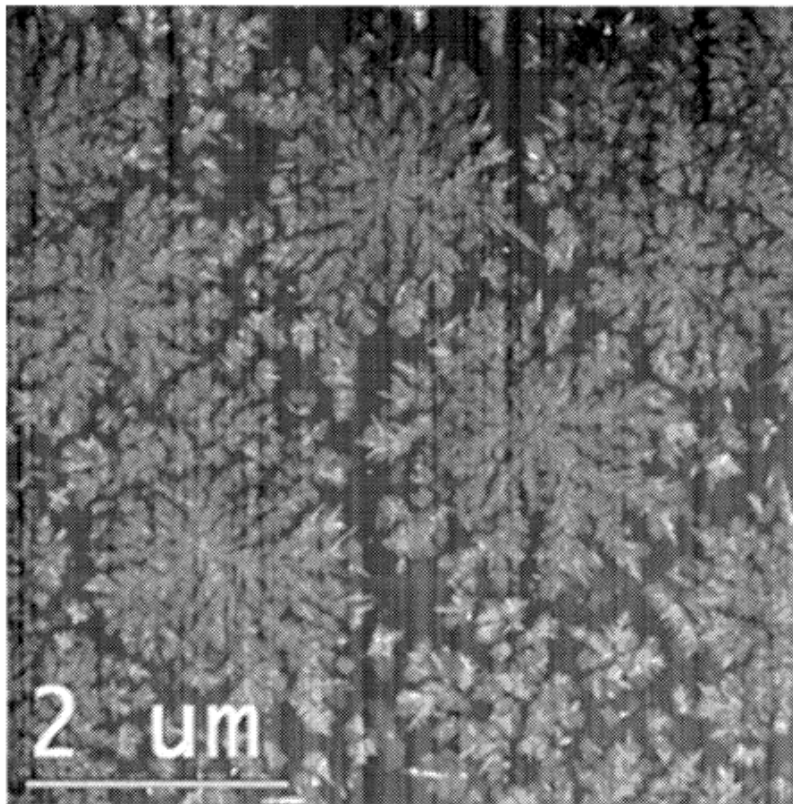


FIG. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến chế phẩm gồm thủy tinh mờ. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến gốm thủy tinh ganit-spinel mờ mà có thể được chế tạo thành vỏ cho các thiết bị điện tử.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị điện tử có thể mang theo, như, điện thoại thông minh, máy tính bảng, các thiết bị đeo được (như, ví dụ, đồng hồ và các thiết bị theo dõi tập luyện thể thao) tiếp tục trở nên nhỏ hơn và phức tạp hơn. Như vậy, các vật liệu mà thường được sử dụng trên ít nhất một bề mặt ngoài của các thiết bị điện tử có thể mang theo như vậy cũng tiếp tục trở nên phức tạp hơn. Chẳng hạn, do các thiết bị điện tử có thể mang theo trở nên nhỏ hơn và mỏng hơn để đáp ứng nhu cầu của người tiêu dùng, nên các vỏ được sử dụng trong các thiết bị điện tử có thể mang theo này cũng trở nên nhỏ hơn và mỏng hơn, dẫn đến các yêu cầu hiệu quả cao hơn đối với các vật liệu được sử dụng để tạo ra các thành phần này.

Do đó, tồn tại nhu cầu về các vật liệu mà thể hiện hiệu quả cao hơn, như tính chống hư hỏng, để sử dụng trong các thiết bị điện tử có thể mang theo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo khía cạnh (1), gốm thủy tinh được đề xuất. Gốm thủy tinh bao gồm: pha tinh thể thứ nhất chứa $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ trong đó x nhỏ hơn 1; và pha tinh thể thứ hai chứa ít nhất một trong số ZrO_2 tứ phương, $MgTa_2O_6$, mulit, và cordierit; trong đó gốm thủy tinh này mờ trong vùng nhìn thấy, có môđun Young lớn hơn hoặc bằng 90 GPa, và có độ cứng lớn hơn hoặc bằng 7,5 GPa.

Theo khía cạnh (2), gốm thủy tinh theo khía cạnh (1) được đề xuất, còn bao gồm ít nhất một thành phần trong số Li_2O và Na_2O .

Theo khía cạnh (3), gốm thủy tinh theo khía cạnh (1) được đề xuất, còn chứa Li_2O và Na_2O .

Theo khía cạnh (4), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (3) được đề xuất, trong đó x lớn hơn 0.

Theo khía cạnh (5), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (4) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này còn chứa từ lớn hơn hoặc bằng 35% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 60% mol SiO_2 .

Theo khía cạnh (6), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (5) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này còn chứa: 35% mol đến 55% mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 18% mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 5% mol MgO ; và lớn hơn hoặc bằng 2% mol P_2O_5 .

Theo khía cạnh (7), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (6) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này còn chứa: 0% mol đến 14% mol ZnO ; 0% mol đến 5% mol TiO_2 ; 0% mol đến 5% mol Na_2O ; 0% mol đến 5% mol Li_2O ; 0% mol đến 2% mol BaO ; 0% mol đến 4% mol B_2O_3 ; 0% mol đến 1% mol CaO ; 0% mol đến 3% mol Eu_2O_3 ; 0% mol đến 6% mol Ta_2O_5 ; 0% mol đến 5% mol La_2O_3 ; 0% mol đến 0,1% mol As_2O_5 ; và 0% mol đến 0,3% mol SnO_2 .

Theo khía cạnh (8), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (7) được đề xuất, trong đó $\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{La}_2\text{O}_3 \leq 6\%$ mol.

Theo khía cạnh (9), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (8) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này hầu như không chứa TiO_2 .

Theo khía cạnh (10), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (9) được đề xuất, trong đó $\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{La}_2\text{O}_3 \leq 5,5\%$ mol, và gồm thủy tinh này chứa ít nhất một trong số: La_2O_3 ; Ta_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 2% mol Li_2O .

Theo khía cạnh (11), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (9) được đề xuất, trong đó $\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{La}_2\text{O}_3 \leq 5,1\%$ mol, và gồm thủy tinh này chứa nhỏ hơn 2% mol Li_2O và hầu như không chứa La_2O_3 và Ta_2O_5 .

Theo khía cạnh (12), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (11) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này thể hiện độ kết tinh ít nhất là 35% khối lượng.

Theo khía cạnh (13), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (12) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh thể hiện độ kết tinh từ lớn hơn hoặc bằng 35% khối lượng đến nhỏ hơn hoặc bằng 60% khối lượng.

Theo khía cạnh (14), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (13) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này có môđun Young từ lớn hơn hoặc bằng 100 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 125 GPa.

Theo khía cạnh (15), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (14) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh có độ cứng từ lớn hơn hoặc bằng 8 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 13 GPa.

Theo khía cạnh (16), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (15) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này hầu như không màu.

Theo khía cạnh (17), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (16) được đề xuất, trong đó pha tinh thể thứ hai chứa ZrO_2 tứ phương.

Theo khía cạnh (18), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (16) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh hầu như không chứa ZrO_2 và pha tinh thể thứ hai chứa $MgTa_2O_6$.

Theo khía cạnh thứ mười chín (19), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (16) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này hầu như không chứa các chất tạo mầm và pha tinh thể thứ hai chứa mulit và cordierit.

Theo khía cạnh (20), gồm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (19) được đề xuất, trong đó gồm thủy tinh này còn bao gồm vùng ứng suất nén (compressive stress) kéo dài từ bề mặt của gốm thủy tinh đến độ sâu nén (depth of compression).

Theo khía cạnh (21), sản phẩm điện tử tiêu dùng được đề xuất. Sản phẩm điện tử tiêu dùng này bao gồm: vỏ bao gồm bề mặt phía trước, bề mặt phía sau và các bề mặt bên; các thành phần điện ít nhất một phần nằm trong vỏ, các thành phần điện này bao gồm ít nhất là bộ điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị nằm tại hoặc liền kề với bề mặt phía trước của vỏ; và nền che phủ được bố trí trên bộ phận hiển thị, trong đó ít nhất một phần của vỏ chứa gốm thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (19).

Theo khía cạnh (22), sản phẩm điện tử tiêu dùng được đề xuất. Sản phẩm điện tử tiêu dùng này bao gồm: vỏ bao gồm bề mặt phía trước, bề mặt phía sau và các bề mặt bên; các thành phần điện ít nhất một phần nằm trong vỏ, các thành phần điện này bao gồm ít nhất là bộ điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị nằm tại hoặc liền kề với bề mặt phía trước của vỏ; và nền che phủ được bố trí trên bộ phận hiển thị, trong đó ít nhất một phần của vỏ chứa gốm thủy tinh theo khía cạnh (20).

Theo khía cạnh (23), phương pháp được đề xuất. Phương pháp này bao gồm: gồm hóa thủy tinh tiền thân để tạo thành gốm thủy tinh mà mờ trong vùng nhìn thấy, trong đó gốm thủy tinh này bao gồm: pha tinh thể thứ nhất chứa $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ trong đó x nhỏ hơn 1; và pha tinh thể thứ hai chứa ít nhất một trong số ZrO_2 tứ phương, $MgTa_2O_6$, mulit, và cordierit; trong đó gốm thủy tinh này có môđun Young lớn hơn hoặc bằng 90 GPa, và có độ cứng lớn hơn hoặc bằng 7,5 GPa.

Theo khía cạnh (24), phương pháp theo khía cạnh (23) được đề xuất, còn bao gồm việc tạo mầm trong thủy tinh tiền thân trước khi gồm hóa.

Theo khía cạnh (25), phương pháp theo khía cạnh (24) được đề xuất, trong đó việc tạo mầm bao gồm xử lý nhiệt thủy tinh tiền thân ở nhiệt độ ít nhất là $700^\circ C$ trong khoảng thời gian ít nhất là 1 giờ.

Theo khía cạnh (26), phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (23) đến (25) được đề xuất, trong đó việc gồm hóa bao gồm xử lý nhiệt thủy tinh tiền thân ở nhiệt độ ít nhất là $750^\circ C$ trong khoảng thời gian ít nhất 30 phút.

Theo khía cạnh (27), phương pháp theo khía cạnh (23) được đề xuất, trong đó phương pháp này không bao gồm bước tạo mầm riêng rẽ.

Theo khía cạnh (28), phương pháp theo khía cạnh (23) được đề xuất, trong đó việc gôm hóa bao gồm chiếu xạ thủy tinh tiền thân bằng laze để tạo ra gôm thủy tinh.

Theo khía cạnh (29), phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (23) đến (28) được đề xuất, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước trao đổi ion gôm thủy tinh.

Theo khía cạnh (30), phương pháp theo khía cạnh (29) được đề xuất, trong đó việc trao đổi ion bao gồm cho gôm thủy tinh tiếp xúc với bề trao đổi ion hỗn hợp.

Theo khía cạnh (31), thủy tinh được đề xuất. Thủy tinh này bao gồm: 35% mol đến 55% mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 18% mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 5% mol MgO ; lớn hơn hoặc bằng 2% mol P_2O_5 ; 0% mol đến 14% mol ZnO ; 0% mol đến 5% mol TiO_2 ; 0% mol đến 5% mol Na_2O ; 0% mol đến 5% mol Li_2O ; 0% mol đến 2% mol BaO ; 0% mol đến 4% mol B_2O_3 ; 0% mol đến 1% mol CaO ; 0% mol đến 3% mol Eu_2O_3 ; 0% mol đến 6% mol Ta_2O_5 ; 0% mol đến 5% mol La_2O_3 ; 0% mol đến 0,1% mol As_2O_5 ; và 0% mol đến 0,3% mol SnO_2 .

Các dấu hiệu bổ sung và các ưu điểm sẽ được nêu trong phần mô tả chi tiết sau đây, và phần nào sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này từ phần mô tả đó hoặc được thừa nhận bằng cách thực hiện các phương án được mô tả trong bản mô tả này, bao gồm phần mô tả chi tiết sau đây, yêu cầu bảo hộ, cũng như các hình vẽ kèm theo.

Cần hiểu rằng cả phần mô tả chung trên đây và phần mô tả chi tiết dưới đây mô tả các phương án khác nhau và được dự định để đưa ra cái nhìn tổng quát hoặc cốt lõi để hiểu bản chất và đặc điểm của đối tượng được yêu cầu bảo hộ. Các hình vẽ kèm theo được đưa vào để giúp hiểu rõ hơn về các phương án khác nhau và được kết hợp vào và cấu thành một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ minh họa các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây, và cùng với phần mô tả có tác dụng để giải thích các nguyên tắc và cách vận hành của các đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện mặt cắt của gôm thủy tinh có các lớp ứng suất nén trên các bề mặt của chúng theo các phương án được bộc lộ và mô tả ở đây;

FIG. 2A là hình chiếu bằng của thiết bị điện tử được nêu làm ví dụ tích hợp vật phẩm gồm thủy tinh bất kỳ trong số các vật phẩm gồm thủy tinh được bộc lộ trong bản mô tả này;

FIG. 2B là hình phối cảnh của thiết bị điện tử được nêu làm ví dụ của FIG. 2A;

FIG. 3 là ảnh kính hiển vi điện tử xuyên hầm (tunneling electron microscope - TEM) của gốm thủy tinh theo một phương án;

FIG. 4 là đồ thị của tổng mức độ truyền qua dưới dạng hàm số của bước sóng đối với mẫu thủy tinh so sánh, mẫu gốm thủy tinh so sánh, và gốm thủy tinh theo một phương án;

FIG. 5 là ảnh chụp mặt trước và mặt bên của thủy tinh tiên thân theo một phương án mà đã được gốm hóa cục bộ bằng cách chiếu xạ laze cacbon dioxit.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây sẽ mô tả chi tiết gốm thủy tinh ganit-spinel mờ theo các phương án khác nhau. Cụ thể là, gốm thủy tinh ganit-spinel mờ có độ cứng cao, và có thể được trao đổi ion. Do đó, gốm thủy tinh ganit-spinel mờ phù hợp để sử dụng làm vỏ trong các thiết bị điện tử có thể mang theo.

Trong phần mô tả sau đây, các ký hiệu chỉ dẫn giống nhau biểu thị các bộ phận giống hoặc tương ứng trên một số hình được thể hiện trong phần hình vẽ. Cũng cần hiểu rằng, trừ khi có quy định khác, các thuật ngữ như “đỉnh”, “đáy”, “hướng ra ngoài”, “hướng vào trong”, và các từ tương tự là các từ dùng cho thuận tiện và không được hiểu là các thuật ngữ giới hạn. Bất cứ khi nào một nhóm được mô tả là bao gồm ít nhất một trong nhóm các phần tử hoặc các tổ hợp của chúng, cần hiểu rằng nhóm này có thể bao gồm một số bất kỳ các phần tử được trích dẫn đó, một cách riêng rẽ hoặc kết hợp với nhau. Trừ khi có quy định khác, khoảng trị số, khi được trích dẫn, bao gồm cả giới hạn trên và giới hạn dưới của khoảng này cũng như các khoảng bất kỳ giữa chúng. Như được sử dụng ở đây, các mạo từ không xác định số lượng có nghĩa là “ít nhất một” hoặc “một hoặc nhiều”, trừ khi có quy định khác. Cũng cần hiểu rằng, các dấu hiệu khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả và các hình vẽ có thể được sử dụng trong kết hợp bất kỳ và tất cả các kết hợp.

Trừ khi có quy định khác, tất cả các thành phần của thủy tinh và gốm thủy tinh được mô tả ở đây được biểu thị theo phần trăm mol (%mol), và các thành phần cấu thành được đưa ra trên cơ sở oxit. Trừ khi có quy định khác, tất cả các nhiệt độ được biểu thị theo độ Celsius (°C).

Cần chú ý rằng các thuật ngữ "hầu như" và "khoảng" có thể được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ không chắc chắn vốn có, mà có thể được cho là do sự so sánh định lượng, trị số, phép đo, hoặc sự biểu thị bất kỳ khác. Các thuật ngữ này cũng được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ mà qua đó sự biểu thị định lượng có thể thay đổi so với tham chiếu được nêu mà không dẫn đến sự thay đổi về chức năng cơ bản của đối tượng tại vấn đề đó. Ví dụ, thủy tinh mà "hầu như không chứa K_2O " là loại mà trong đó K_2O không được bổ sung hoặc trộn theo mẻ một cách chủ động vào trong thủy tinh, nhưng có thể có mặt ở các lượng rất nhỏ dưới dạng tạp chất, như với các lượng nhỏ hơn khoảng 0,01 % mol. Như được sử dụng ở đây, khi thuật ngữ "khoảng" được sử dụng để điều chỉnh trị số, thì trị số chính xác cũng được bộc lộ.

Gốm thủy tinh chứa pha tinh thể thứ nhất, pha tinh thể thứ hai, và pha thủy tinh dư. Pha tinh thể thứ nhất có thể là pha tinh thể chiếm ưu thế, được xác định trong bản mô tả này là pha tinh thể mà chiếm tỷ lệ lớn nhất của gốm thủy tinh theo khối lượng. Do đó, pha tinh thể thứ hai có thể có mặt theo phần trăm khối lượng của gốm thủy tinh mà nhỏ hơn phần trăm khối lượng của pha tinh thể thứ nhất. Theo một số phương án, gốm thủy tinh có thể bao gồm lớn hơn hai pha tinh thể.

Theo các phương án, pha tinh thể thứ nhất bao gồm $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$, trong đó x nhỏ hơn 1. Pha tinh thể $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ nói chung có thể được đề cập là dung dịch rắn ganit-spinel, với hiểu biết rằng nếu x bằng không thì pha tinh thể là ganit nguyên chất. Theo các phương án, x có thể lớn hơn hoặc bằng 0, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,1, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,2, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,3, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,4, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,6, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,7, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,8, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,9. Theo các phương án, x có thể nhỏ hơn 1,0, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,9, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,8, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,7, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,6, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,5, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,4, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,3, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,2, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,1. Cần hiểu rằng,

theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, x có thể từ lớn hơn hoặc bằng 0 đến nhỏ hơn 1,0, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,1 đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,9, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,2 đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,8, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,3 đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,7, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,6, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Pha tinh thể có kích cỡ vi tinh thể. Bản chất mờ của gốm thủy tinh có thể ít nhất một phần là do kích cỡ vi tinh thể lớn. Kích cỡ vi tinh thể như được sử dụng trong bản mô tả này được xác định bằng cách phân tích nhiễu xạ bột tia X (x-ray diffraction - XRD) quá trình quét 2θ từ 5 đến 80 độ, trừ khi có quy định khác. Kích cỡ vi tinh thể được ước tính bằng cách sử dụng hàm phương trình Scherrer có sẵn trong MDI Jade, gói phần mềm được dùng để nhận diện và phân tích định lượng pha.

Theo các phương án, pha tinh thể thứ hai chứa ít nhất một trong số zirconium oxit tứ phương (ZrO_2), $MgTa_2O_6$, mulit, và cordierit. Pha tinh thể thứ hai có mặt trong gốm thủy tinh có thể phụ thuộc vào thành phần của thủy tinh tiền thân và lịch trình gốm hóa. Sự tạo thành của ZrO_2 tứ phương trong gốm thủy tinh đòi hỏi sự có mặt của ZrO_2 trong thủy tinh tiền thân. Không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết cụ thể bất kỳ, tin rằng pha tinh thể ZrO_2 tứ phương kết tinh trước pha tinh thể $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ trong quá trình gốm hóa, và có vai trò như là các vị trí tạo mầm cho pha tinh thể $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$. Ngoài ra, không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết cụ thể bất kỳ, tin rằng TiO_2 được chứa trong gốm thủy tinh phân chia vào trong pha ZrO_2 tứ phương, và có vai trò như chất tạo mầm cho pha ZrO_2 tứ phương. $MgTa_2O_6$ có thể là pha tinh thể thứ hai khi thủy tinh tiền thân hầu như không chứa hoặc không chứa ZrO_2 . Pha tinh thể thứ hai mulit và cordierit có thể thu được khi thủy tinh tiền thân hầu như không chứa hoặc không chứa các chất tạo mầm. Theo một số phương án, thành phần của thủy tinh tiền thân và các điều kiện gốm hóa có thể dẫn đến gốm thủy tinh mà bao gồm các pha tinh thể bổ sung ngoài các pha được mô tả trên đây.

Theo các phương án, tổng độ kết tinh của gốm thủy tinh là đủ cao để thu được các tính chất cơ học được tăng cường, như độ cứng, môđun Young, và tính chống xước. Như được sử dụng trong bản mô tả này, tổng độ kết tinh được cung cấp theo % khối

lượng và được dùng để chỉ tổng % khối lượng của tất cả các pha tinh thể có mặt trong gồm thủy tinh so với tổng khối lượng của gồm thủy tinh. Theo các phương án, tổng độ kết tinh lớn hơn hoặc bằng khoảng 35% khối lượng, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 40% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng khoảng 45% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng khoảng 50% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng khoảng 55% khối lượng, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, tổng độ kết tinh là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 60% khối lượng, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 55% khối lượng, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 50% khối lượng, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 45% khối lượng, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 40% khối lượng, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, tổng độ kết tinh của gồm thủy tinh từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 35% khối lượng đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 60% khối lượng, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 40% khối lượng đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 55% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng khoảng 45% khối lượng đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 50% khối lượng, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Tổng độ kết tinh của gồm thủy tinh được xác định thông qua phân tích định lượng Rietveld đối với dữ liệu XRD thu thập được như được mô tả trên đây. Phân tích Rietveld sử dụng phương pháp bình phương tối thiểu để làm mô hình dữ liệu XRD và sau đó, xác định nồng độ của các pha trong mẫu dựa trên các yếu tố mạng tinh thể và quy mô đã biết đối với các pha được nhận diện.

Gồm thủy tinh mờ trong vùng nhìn thấy. Như được sử dụng ở đây, gồm thủy tinh được coi là mờ khi thể hiện độ truyền qua nhỏ hơn 50% trong vùng nhìn thấy (380 nm đến 760 nm). Độ truyền qua, như được sử dụng trong bản mô tả này chỉ tổng độ truyền qua, và được đo bằng máy đo quang phổ Perkin Elmer Lambda 950 UV/VIS/NIR với thiết bị cầu tích hợp 150 mm. Các mẫu được gắn ở cửa vào của thiết bị cầu, cho phép thu nhận ánh sáng tán xạ góc rộng. Dữ liệu tổng độ truyền qua được thu bằng đĩa phản xạ Spectralon tham chiếu bên trên cửa ra của thiết bị cầu. Phần trăm tổng độ truyền qua (%T) được tính liên quan đến số đo cơ bản chùm mở. Theo các phương án, gồm thủy tinh có độ truyền qua trong vùng nhìn thấy nhỏ hơn 50%, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 45%, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 40%, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 35%, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 30%, hoặc nhỏ hơn nữa.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có màu trắng. Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể là không màu hoặc hầu như không màu. Như được sử dụng trong bản mô tả này, hầu như không màu chỉ không gian tọa độ màu sau: $L^* > 90$, a^* từ -0,2 đến 0,2, và b^* từ -0,1 đến 0,6. Các tọa độ màu được đo bằng cách sử dụng máy đo quang phổ UV/Vis/NIR được cấu hình với thiết bị cầu tích hợp. Phép đo được thực hiện ở bước sóng từ 380 nm đến 770 nm với khoảng cách 2 nm với thiết bị chiếu sáng D65, A, và F2 với người quan sát 10° . Các phương thức để xác định không gian màu trong hệ CIE được mô tả chi tiết hơn trong “Standard practice for computing the colors of objects by using the CIR system” (ASTM E308-08).

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể có độ cứng mà làm cho gốm thủy tinh này ít bị ảnh hưởng bởi hư hỏng, như bằng cách tạo ra tính chống xước tăng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, độ cứng được đo bằng dụng cụ tạo lõm nano và được báo cáo theo GPa, trừ khi có chỉ dẫn khác. Phép đo bằng dụng cụ tạo lõm nano được thực hiện bằng cách sử dụng đầu Berkovich kim cương sử dụng phương pháp độ cứng liên tục như được thực hiện bằng dụng cụ tạo lõm nano Agilent G200. Phương pháp độ cứng liên tục sử dụng tín hiệu dịch chuyển hình sin nhỏ (biên độ 1 nm ở 45 Hz) được đặt thêm trên đầu khi nó được tải vào trong bề mặt mẫu kiểm tra, và tải trọng, độ sâu, và độ cứng tiếp xúc được xác định một cách liên tục. Không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết cụ thể bất kỳ, độ cứng của gốm thủy tinh được cho là ít nhất một phần do độ cứng của pha tinh thể $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ và các pha tinh thể thứ cấp, như ZrO_2 tứ phương được chứa trong đó.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có độ cứng lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,5 GPa, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,6 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,7 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,8 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,9 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,1 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,2 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,3 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,4 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,5 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,6 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,7 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,8 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,9 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,1 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,2 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,3 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,4 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,5 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,6

GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,7 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,8 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,9 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,1 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,2 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,3 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,4 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,5 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,6 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,7 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,8 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,9 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,1 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,2 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,3 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,4 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,5 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,6 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,7 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,8 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,9 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng 12,1 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,2 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,3 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,4 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,5 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,6 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,7 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,8 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,9 GPa, hoặc lớn hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, gồm thủy tinh có độ cứng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,5 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 13,0 GPa, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 12,5 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,5 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 12,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 11,5 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,5 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 11,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10,5 GPa, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Gốm thủy tinh theo các phương án có thể có môđun Young lớn hơn hoặc bằng khoảng 90,0 GPa, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 92,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 94,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 96,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 98,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 100,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 102,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 104,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 106,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 108,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 110,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 112,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 114,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 116,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 118,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 120,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng 122,0 GPa, lớn hơn hoặc bằng 124,0 GPa, hoặc lớn hơn nữa. Cần hiểu rằng,

theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, gốm thủy tinh có môđun Young từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 90,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 125,0 GPa, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 92,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 123,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 94,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 121,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 96,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 119,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 98,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 117,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 100,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 115,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 102,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 113,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 104,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 111,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 106,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 109,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 107,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 108,0 GPa, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Các trị số môđun Young được trích dẫn trong bản mô tả này chỉ trị số như được đo bằng kỹ thuật quang phổ siêu âm cộng hưởng loại thông thường được nêu trong ASTM E2001-13, có tiêu đề “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts,” và được báo cáo theo GPa, trừ khi có quy định khác.

Gốm thủy tinh có thể có điểm biến dạng và điểm ủ đủ cao để cho phép xử lý thêm gốm thủy tinh ở các nhiệt độ lên đến khoảng 800°C mà không ảnh hưởng bất lợi đến tính nguyên vẹn cấu trúc của gốm thủy tinh. Việc xử lý thêm này có thể bao gồm việc gia cường hóa học, như trao đổi ion. Các nhiệt độ xử lý tăng này có thể làm tăng hiệu quả của việc xử lý thêm, như bằng cách giảm thời gian cần thiết để xử lý thêm. Theo các phương án, điểm biến dạng có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 900°C, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 700°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 900°C. Các điểm biến dạng này cho phép độ ổn định nhiệt được cải thiện và khoảng nhiệt độ tiềm năng lớn hơn để xử lý trao đổi ion. Nếu điểm biến dạng quá thấp, việc xử lý thêm của gốm thủy tinh có thể trở nên khó khăn. Nếu điểm biến dạng quá cao, việc sản xuất hợp phần thủy tinh tiên thân có thể trở nên khó khăn.

Thành phần của các gốm thủy tinh ganit-spinel mờ sẽ được mô tả dưới đây. Theo các phương án về gốm thủy tinh được mô tả trong bản mô tả này, nồng độ của các thành phần cấu thành (ví dụ, SiO₂, Al₂O₃, Li₂O, Na₂O và các thành phần tương tự) được đưa

ra theo phần trăm mol (% mol) trên cơ sở oxit, trừ khi có quy định khác. Các thành phần của gốm thủy tinh theo các phương án được bàn luận một cách riêng rẽ dưới đây. Cần hiểu rằng khoảng bất kỳ trong số các khoảng được trích dẫn khác nhau của một thành phần có thể được kết hợp một cách riêng rẽ với khoảng bất kỳ trong số các khoảng được trích dẫn khác nhau của thành phần bất kỳ khác.

Theo các phương án về gốm thủy tinh được bộc lộ trong bản mô tả này, SiO_2 là phần tử cấu thành lớn nhất. SiO_2 nguyên chất có CTE tương đối thấp và không chứa kiềm. Tuy nhiên, SiO_2 nguyên chất có điểm nóng chảy cao. Do đó, nếu nồng độ của SiO_2 trong gốm thủy tinh quá cao, khả năng tạo hình của hợp phần thủy tinh tiền thân được sử dụng để tạo ra gốm thủy tinh có thể bị giảm do nồng độ SiO_2 cao hơn làm tăng mức độ khó của việc làm nóng chảy thủy tinh, mà, điều này tác động bất lợi đến khả năng tạo hình của thủy tinh tiền thân. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh nói chung chứa SiO_2 với lượng lớn hơn hoặc bằng khoảng 35,0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 40,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 45,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 50,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 55,0% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa SiO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 60,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 55,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 50,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 45,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 40,0% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa SiO_2 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 35,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 60,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 35,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 55,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 40,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 50,0% mol, khoảng 45,0% mol, và tất cả các khoảng trị số và các khoảng trị số con giữa các trị số đã nêu.

Gốm thủy tinh theo các phương án có thể còn chứa Al_2O_3 . Al_2O_3 có thể làm tăng độ nhớt của hợp phần thủy tinh tiền thân được sử dụng để tạo ra gốm thủy tinh do sự phối trí tứ diện của nó trong thủy tinh nóng chảy được tạo ra từ hợp phần thủy tinh, làm giảm khả năng tạo hình của hợp phần thủy tinh khi lượng Al_2O_3 quá cao. Tuy nhiên, khi nồng độ của Al_2O_3 được làm cân bằng với nồng độ của SiO_2 và nồng độ của các oxit kiềm trong hợp phần thủy tinh, Al_2O_3 có thể làm giảm nhiệt độ đường pha lỏng (liquidus

temperature) của thủy tinh nóng chảy, nhờ đó tăng cường độ nhớt đường pha lỏng (liquidus viscosity) và cải thiện khả năng tương thích của hợp phần thủy tinh với các quy trình tạo hình nhất định, như quy trình tạo hình dung hợp. Al_2O_3 trong thủy tinh tiền thân cũng cung cấp nhôm cần thiết để tạo ra pha tinh thể ganit-spinel khi thủy tinh tiền thân được gốm hóa để tạo ra gốm thủy tinh. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh nói chung chứa Al_2O_3 với nồng độ lớn hơn hoặc bằng khoảng 18,0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 19,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 20,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 21,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 22,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 23,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 24,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 25,0% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa Al_2O_3 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 26,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 25,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 24,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 23,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 22,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 21,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 20,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 19,0% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa Al_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 18,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 26,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 19,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 25,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 20,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 24,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 21,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 23,0% mol, khoảng 22,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Gốm thủy tinh theo các phương án có thể còn chứa ZnO. ZnO trong thủy tinh tiền thân cung cấp kẽm cần thiết để tạo ra pha tinh thể ganit-spinel khi thủy tinh tiền thân được gốm hóa để tạo ra gốm thủy tinh. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh nói chung chứa ZnO với nồng độ lớn hơn hoặc bằng 0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 13,0% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương

án, hợp phần thủy tinh chứa ZnO với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 15,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 14,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 13,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 12,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 11,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 7,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa ZnO với lượng từ lớn hơn 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 15,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 14,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 13,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 12,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 11,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Gốm thủy tinh theo các phương án có thể còn chứa MgO. MgO trong thủy tinh tiền thân cung cấp magie cần thiết để tạo ra dung dịch rắn spinel chứa pha tinh thể khi thủy tinh tiền thân được gốm hóa để tạo ra gốm thủy tinh. Theo các phương án, lượng MgO trong gốm thủy tinh là lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 13,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 14,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 15,0% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, lượng MgO trong gốm thủy tinh là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 16,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 15,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 14,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 13,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 12,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 11,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 7,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng

6,0% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, lượng MgO trong gốm thủy tinh là lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 16,0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 15,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 14,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 13,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 12,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 11,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Theo các phương án nếu tỷ lệ giữa MgO và ZnO trong gốm thủy tinh là cao thì độ mờ của gốm thủy tinh tăng lên.

Các gốm thủy tinh theo các phương án có thể còn chứa CaO. Theo các phương án, lượng CaO trong gốm thủy tinh là lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,1% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,9% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,2% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,8% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,3% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,7% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,4% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,6% mol, khoảng 0,5% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Các gốm thủy tinh có thể còn chứa P_2O_5 . Việc chứa P_2O_5 có thể làm tăng cường khả năng trao đổi ion của gốm thủy tinh. Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa P_2O_5 với lượng lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol P_2O_5 , lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa P_2O_5 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, khoảng 2,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Gồm thủy tinh theo các phương án có thể còn chứa B_2O_3 . B_2O_3 có thể làm tăng độ bền chống hư hỏng bản chất của thủy tinh tiền thân. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa B_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol, khoảng 2,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Gồm thủy tinh theo các phương án có thể còn chứa các chất tạo mầm. Các chất tạo mầm cho phép tạo thành mầm kết tinh trong các thủy tinh tiền thân được sử dụng để tạo ra các gồm thủy tinh. Theo một số phương án, các chất tạo mầm cho phép gồm thủy tinh được gồm hóa mà không cần bước tạo mầm riêng rẽ. Các chất tạo mầm có thể được chọn từ ZrO_2 , TiO_2 , Eu_2O_3 , Ta_2O_5 , và La_2O_3 . Theo các phương án, tổng lượng chất tạo mầm trong gồm thủy tinh có thể là lượng lớn hơn hoặc bằng 0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, tổng lượng chất tạo mầm trong gồm thủy tinh có thể là lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, tổng lượng chất tạo mầm trong gồm thủy tinh có thể là lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, như lượng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, khoảng 2,0% mol, tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Theo một số phương án, gồm thủy tinh có thể chứa chất tạo mầm với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,5% mol và còn chứa ít nhất một trong số La_2O_3 , Ta_2O_5 , và lớn hơn hoặc bằng khoảng 2% mol Li_2O . Theo một số phương án, gồm thủy tinh có thể chứa các chất tạo mầm với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,1% mol và còn chứa nhỏ hơn 2% mol Li_2O và hầu như không chứa La_2O_3 và Ta_2O_5 .

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa Eu_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, như lượng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, khoảng 1,5% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa Ta_2O_5 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, như lượng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, khoảng 2,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa La_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như lượng từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa ZrO_2 làm chất tạo mầm duy nhất. Ngoài vai trò làm chất tạo mầm, sự có mặt của ZrO_2 trong thủy tinh tiền thân tạo điều kiện thuận lợi cho sự kết tinh của ZrO_2 tứ phương trong quá trình gốm hóa. Việc sử dụng ZrO_2 làm chất tạo mầm duy nhất trong hợp phần thủy tinh tiền thân cho phép sản xuất gốm thủy tinh có hình thức không màu. Theo các phương án, lượng ZrO_2 trong gốm thủy tinh lớn hơn 0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, lượng ZrO_2 trong gốm thủy tinh là từ lớn hơn 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 9,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng

7,0% mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa TiO_2 làm chất tạo mầm. TiO_2 là chất tạo mầm hiệu quả. Tuy nhiên, khi lượng TiO_2 trong thủy tinh tiền thân quá cao, gốm thủy tinh thu được có thể có hình thức có màu không mong muốn. Gốm thủy tinh mà chứa TiO_2 có thể có hình thức màu vàng hoặc nâu trong vùng nhìn thấy. Không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết cụ thể bất kỳ, tin tưởng rằng sự khử Ti^{4+} thành Ti^{3+} tạo ra hình thức có màu của gốm thủy tinh. Theo các phương án, lượng TiO_2 trong gốm thủy tinh lớn hơn hoặc bằng 0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, lượng TiO_2 trong gốm thủy tinh là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, lượng TiO_2 trong gốm thủy tinh là từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Theo các phương án, gốm thủy tinh hầu như không chứa hoặc không chứa TiO_2 .

Gốm thủy tinh có thể chứa một hoặc nhiều oxit kim loại kiềm. Các oxit kim loại kiềm tạo thuận lợi cho việc gia cường hóa học của gốm thủy tinh, như thông qua quá trình trao đổi ion. Toàn bộ các oxit kim loại kiềm (ví dụ, Li_2O , Na_2O , và K_2O cũng như các oxit kim loại kiềm khác bao gồm Cs_2O và Rb_2O) trong gốm thủy tinh có thể được gọi là " R_2O ", và R_2O có thể được biểu thị theo % mol. Theo một số phương án, gốm thủy tinh có thể chứa hỗn hợp gồm các oxit kim loại kiềm, như tổ hợp của Li_2O và Na_2O , tổ hợp của Na_2O và K_2O , tổ hợp của Li_2O và K_2O , hoặc tổ hợp của Li_2O , Na_2O , và K_2O . Theo các phương án, gốm thủy tinh chứa ít nhất một trong số Li_2O và Na_2O . Sự chứa hỗn hợp gồm các oxit kim loại kiềm trong gốm thủy tinh có thể dẫn đến sự trao đổi ion nhanh hơn và hiệu quả hơn. Không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết cụ thể bất kỳ, tin

tưởng rằng các oxit kim loại kiềm tách vào trong pha thủy tinh dư của gốm thủy tinh khi gốm hóa.

Việc bổ sung lithi vào gốm thủy tinh cho phép quá trình trao đổi ion và còn làm giảm điểm hóa mềm của hợp phần thủy tinh tiền thân. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh nói chung chứa Li_2O với lượng lớn hơn hoặc bằng 0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo một số phương án, hợp phần thủy tinh chứa Li_2O với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa Li_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, khoảng 2,5% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Giống như Li_2O , Na_2O hỗ trợ khả năng trao đổi ion của gốm thủy tinh, và cũng làm giảm điểm nóng chảy của hợp phần thủy tinh tiền thân và cải thiện khả năng tạo hình của hợp phần thủy tinh tiền thân. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh nói chung chứa Na_2O với lượng lớn hơn hoặc bằng 0% mol, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, hoặc lớn hơn nữa. Theo một số

phương án, hợp phần thủy tinh chứa Na_2O với lượng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol, hoặc nhỏ hơn nữa. Cần hiểu rằng, theo các phương án, khoảng bất kỳ trong số các khoảng nêu trên có thể được kết hợp với khoảng bất kỳ khác. Theo các phương án, hợp phần thủy tinh chứa Na_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0% mol, khoảng 2,5% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa thêm BaO . Sự chứa BaO trong gốm thủy tinh làm tăng chỉ số khúc xạ của pha thủy tinh dư trong gốm thủy tinh. BaO có thể được bổ sung vào thủy tinh nóng chảy cả dưới dạng cacbonat và nitrat để duy trì trạng thái oxy hóa của hệ trong khi nóng chảy, ngăn cản sự khử của Ti^{4+} thành Ti^{3+} khi TiO_2 có mặt trong hợp phần. BaO có thể có vai trò ngăn cản sự tạo màu không mong muốn của gốm thủy tinh do sự có mặt của TiO_2 . Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể chứa BaO với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 0,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,5% mol, khoảng 1,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể tùy ý chứa một hoặc nhiều chất làm trong. Theo một số phương án, các chất làm trong có thể bao gồm, ví dụ, thiếc oxit (SnO_2) và/hoặc arsen oxit. Theo các phương án, SnO_2 có thể có mặt trong hợp phần thủy tinh với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,3% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,3% mol, lớn hơn hoặc bằng 0,1% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,2% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Theo các phương án, arsen oxit có thể có mặt trong gốm thủy tinh với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol

đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,1% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Theo các phương án, arsen oxit cũng có thể tác động như chất tẩy trắng. Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể không chứa hoặc hầu như không chứa một hoặc cả hai chất trong số arsen và antimon.

Từ phần trên đây, gốm thủy tinh theo các phương án có thể được tạo ra từ các vật phẩm thủy tinh tiền thân tạo ra được bằng phương pháp thích hợp bất kỳ, như tạo hình qua khe, tạo hình thả nổi, quy trình cán, quy trình tạo hình dung hợp, v.v.

Vật phẩm thủy tinh tiền thân có thể được đặc trưng bởi cách trong đó nó được tạo ra. Chẳng hạn, trong đó vật phẩm thủy tinh tiền thân có thể được đặc trưng là có thể tạo hình thả nổi được (tức là, được tạo ra bằng quy trình thả nổi), có thể kéo xuống được và, đặc biệt, có thể tạo hình dung hợp được hoặc có thể kéo qua khe được (tức là, được tạo ra bằng quy trình kéo xuống như quy trình kéo dung hợp hoặc quy trình kéo qua khe).

Một số phương án về các vật phẩm thủy tinh tiền thân được mô tả trong bản mô tả này có thể được tạo hình bằng quy trình kéo xuống. Các quy trình kéo xuống tạo ra các vật phẩm thủy tinh có độ dày đồng đều mà có các bề mặt tương đối nguyên sơ. Do độ bền uốn trung bình của vật phẩm thủy tinh được kiểm soát bởi lượng và kích thước của các khuyết tật bề mặt, bề mặt nguyên sơ mà có sự tiếp xúc tối thiểu sẽ có độ bền ban đầu cao hơn. Ngoài ra, các vật phẩm thủy tinh được kéo xuống có bề mặt rất phẳng và mịn có thể được sử dụng trong ứng dụng cuối cùng của nó mà không cần thêm việc mài và đánh bóng tốn kém.

Một số phương án về các vật phẩm thủy tinh tiền thân có thể được mô tả là có thể tạo hình dung hợp được (tức là, có thể tạo hình được bằng cách sử dụng quy trình kéo dung hợp). Quy trình dung hợp sử dụng bể kéo mà có kênh để tiếp nhận vật liệu thô thủy tinh nóng chảy. Kênh này có các cửa tràn mà mở ở trên cùng dọc theo chiều dài của kênh trên cả hai bên của kênh. Khi kênh nạp đầy vật liệu nóng chảy, thủy tinh nóng chảy sẽ tràn qua các cửa tràn. Nhờ trọng lực, thủy tinh nóng chảy chảy xuống các bề mặt bên ngoài của bể kéo dưới dạng hai màng thủy tinh chảy. Các bề mặt ngoài này của bể kéo kéo dài xuống và vào phía trong sao cho chúng gặp nhau ở mép dưới bể kéo. Hai màng thủy tinh chảy gặp nhau ở mép này để hợp lại và tạo ra một vật phẩm thủy tinh

chảy. Phương pháp kéo dung hợp có ưu điểm ở chỗ, vì hai màng thủy tinh chảy tràn trên kênh dung hợp với nhau nên không có bề mặt ngoài nào của vật phẩm thủy tinh thu được sẽ tiếp xúc với phần bất kỳ của thiết bị. Do đó, các tính chất bề mặt của vật phẩm thủy tinh được kéo dung hợp không bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc này.

Một số phương án về các vật phẩm thủy tinh tiền thân được mô tả trong bản mô tả này có thể được tạo hình bằng quy trình kéo qua khe. Quy trình kéo qua khe khác với phương pháp kéo dung hợp. Trong quy trình kéo qua khe, thủy tinh nguyên liệu thô nóng chảy được cấp vào bể kéo. Đáy của bể kéo có khe mở với vòi mà kéo dài theo độ dài của khe này. Thủy tinh nóng chảy chảy qua khe/vòi và được kéo xuống dưới dưới dạng vật phẩm thủy tinh liên tục và vào trong vùng ủ.

Gốm thủy tinh có thể được tạo ra bằng cách gốm hóa thủy tinh tiền thân dưới các điều kiện thích hợp bất kỳ. Việc gốm hóa không nhất thiết bao gồm việc xử lý tạo mầm riêng rẽ nhằm mục đích tạo ra mầm tinh thể trong thủy tinh tiền thân. Khả năng tạo ra gốm thủy tinh trong suốt mà không có bước tạo mầm riêng rẽ làm giảm mức độ phức tạp của quy trình sản xuất, và giúp tiết kiệm năng lượng và thời gian. Theo một số phương án, sự bao gồm việc xử lý tạo mầm có thể cho phép kiểm soát thêm kích cỡ vi tinh thể được tạo ra.

Theo các phương án, việc gốm hóa xảy ra ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng khoảng 750°C, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 800°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 850°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 900°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 950°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1000°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1050°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1100°C, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, việc gốm hóa xảy ra ở nhiệt độ từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 750°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1100°C, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 800°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1050°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 850°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1000°C, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 900°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 950°C, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, việc gốm hóa kéo dài trong thời gian lớn hơn hoặc bằng khoảng 30 phút, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,5 giờ, lớn hơn hoặc

bằng khoảng 3,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 9,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 10,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 11,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 12,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 13,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 13,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 14,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 14,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 15,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 15,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 16,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 16,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 17,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 17,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 18,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 18,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 19,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 19,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 20,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 20,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 21,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 21,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 22,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 22,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 23,0 giờ, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 23,5 giờ. Theo các phương án, việc gồm hóa kéo dài trong thời gian từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 30 phút đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 24,0 giờ, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 23,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 22,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 21,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 20,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 19,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 18,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 17,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 16,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 15,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 5,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 14,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 13,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 6,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 12,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 11,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 7,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10,0 giờ, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 8,0 giờ đến nhỏ hơn

hoặc bằng khoảng 9,0 giờ, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án bao gồm việc xử lý tạo mầm riêng rẽ, việc xử lý tạo mầm xảy ra ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng khoảng 700°C, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 750°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 800°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 850°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 900°C, lớn hơn hoặc bằng khoảng 950°C, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 1000°C, hoặc lớn hơn nữa. Theo các phương án, việc xử lý tạo mầm xảy ra ở nhiệt độ từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 700°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1000°C, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 750°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 950°C, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 800°C đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 900°C, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, việc xử lý tạo mầm kéo dài trong khoảng thời gian lớn hơn 0 phút, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 30 phút, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,0 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 3,5 giờ, lớn hơn hoặc bằng khoảng 4,0 giờ, hoặc hơn nữa. Theo các phương án, việc gồm hóa kéo dài trong khoảng thời gian từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 30 phút đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,0 giờ, như từ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,0 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,5 giờ, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 1,5 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,0 giờ, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Theo các phương án, việc gồm hóa có thể được thực hiện bằng cách chiếu xạ thủy tinh tiền thân bằng laze. Việc sử dụng laze cho phép gồm hóa cục bộ các vùng hoặc các phần của vật phẩm thủy tinh tiền thân, việc gồm hóa cục bộ như vậy có thể tạo ra các ứng suất và các ứng suất kéo dư trong gồm thủy tinh. Ứng suất và ứng suất kéo này sau đó có thể tạo ra các vùng của vật phẩm gồm thủy tinh với độ bền cơ học tăng, như các mép của vỏ hoặc tấm ốp lưng cho thiết bị điện tử di động. Theo các phương án, laze được sử dụng trong quy trình gồm hóa có thể là laze cacbon dioxit. Ngoài ra, việc sử dụng laze trong quy trình gồm hóa cho phép tạo ra các hoa văn của vùng gồm trong gồm thủy tinh.

Theo các phương án, gồm thủy tinh cũng được gia cường về mặt hóa học, như bằng cách trao đổi ion, tạo ra gồm thủy tinh có khả năng chống hư hỏng cho các ứng dụng như, nhưng không chỉ giới hạn ở, các bộ phận che màn hiển thị. Tham chiếu đến FIG. 1, gồm thủy tinh có vùng thứ nhất chịu ứng suất nén (ví dụ, các lớp ứng suất nén thứ nhất và thứ hai 120, 122 trên FIG. 1) kéo dài từ bề mặt đến độ sâu nén (depth of compression - DOC) của gồm thủy tinh và vùng thứ hai (ví dụ, vùng trung tâm 130 trên FIG. 1) chịu ứng suất kéo hoặc ứng suất kéo trung tâm (central tension - CT) kéo dài từ DOC vào trong vùng trung tâm hoặc vùng bên trong của thủy tinh. Như được sử dụng trong bản mô tả này, DOC chỉ độ sâu tại đó ứng suất trong gồm thủy tinh thay đổi từ nén sang kéo. Tại DOC, ứng suất chuyển từ ứng suất dương (nén) sang ứng suất âm (kéo) và do đó, thể hiện trị số ứng suất bằng 0.

Theo quy ước thông thường được sử dụng trong trạng thái kỹ thuật của sáng chế, sự nén hoặc ứng suất nén được biểu diễn như là ứng suất âm (< 0) và sự căng hoặc ứng suất kéo được biểu diễn là ứng suất dương (> 0). Tuy nhiên, trong toàn bộ phần mô tả này, CS được biểu thị bằng trị số dương hoặc trị số tuyệt đối— tức là, khi được nêu trong bản mô tả, $CS = |CS|$. Ứng suất nén (compressive stress - CS) có thể có trị số tối đa tại bề mặt của thủy tinh, và CS có thể thay đổi theo khoảng cách d từ bề mặt theo hàm số. Tham chiếu tiếp đến FIG. 1, lớp nén thứ nhất 120 kéo dài từ bề mặt thứ nhất 110 đến độ sâu d_1 và lớp nén thứ hai 122 kéo dài từ bề mặt thứ hai 112 đến độ sâu d_2 . Cùng với nhau, các đoạn này xác định sự nén hoặc CS của gồm thủy tinh 100. Ứng suất nén (bao gồm CS bề mặt) được đo bằng máy đo ứng suất bề mặt (surface stress meter - FSM) bằng cách sử dụng các thiết bị có bán trên thị trường như FSM-6000, do Orihara Industrial Co., Ltd. (Nhật Bản) sản xuất. Các phép đo ứng suất bề mặt dựa vào việc đo chính xác hệ số quang ứng suất (stress optical coefficient - SOC), mà liên quan đến tính lưỡng chiết của thủy tinh. SOC được đo theo Quy trình C (Phương pháp đĩa thủy tinh - Glass Disc Method) được mô tả trong tiêu chuẩn ASTM C770-16, với tiêu đề “Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient,” nội dung của tiêu chuẩn này được kết hợp toàn bộ vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Ứng suất nén của cả hai vùng ứng suất nén (120, 122 trên FIG. 1) được cân bằng bởi ứng suất kéo được lưu trữ trong vùng trung tâm (130) của thủy tinh. Các trị số căng trung tâm (ứng suất kéo trung tâm - CT) tối đa và DOC được đo sử dụng kỹ thuật nghiệm

phân cực ánh sáng tán xạ (scattered light polariscope - SCALP) đã biết trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Các lớp ứng suất nén có thể được tạo ra trong thủy tinh bằng cách cho thủy tinh tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion. Theo các phương án, dung dịch trao đổi ion có thể là muối nitrat nóng chảy. Theo một số phương án, dung dịch trao đổi ion có thể là KNO_3 nóng chảy, NaNO_3 nóng chảy, hoặc các tổ hợp của chúng. Theo các phương án nhất định, dung dịch trao đổi ion có thể chứa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 100% KNO_3 nóng chảy, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 95% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 90% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 80% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 75% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 70% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 65% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 60% KNO_3 nóng chảy, hoặc nhỏ hơn. Theo các phương án nhất định, dung dịch trao đổi ion có thể chứa lớn hơn hoặc bằng khoảng 10% NaNO_3 nóng chảy, như lớn hơn hoặc bằng khoảng 15% NaNO_3 nóng chảy, lớn hơn hoặc bằng khoảng 20% NaNO_3 nóng chảy, lớn hơn hoặc bằng khoảng 25% NaNO_3 nóng chảy, lớn hơn hoặc bằng khoảng 30% NaNO_3 nóng chảy, lớn hơn hoặc bằng khoảng 35% NaNO_3 nóng chảy, lớn hơn hoặc bằng khoảng 40% NaNO_3 nóng chảy, hoặc hơn nữa. Theo các phương án khác, dung dịch trao đổi ion có thể chứa khoảng 80% KNO_3 nóng chảy và khoảng 20% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 75% KNO_3 nóng chảy và khoảng 25% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 70% KNO_3 nóng chảy và khoảng 30% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 65% KNO_3 nóng chảy và khoảng 35% NaNO_3 nóng chảy, hoặc khoảng 60% KNO_3 nóng chảy và khoảng 40% NaNO_3 nóng chảy, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Theo các phương án, các muối natri và kali khác có thể được sử dụng trong dung dịch trao đổi ion, như, ví dụ, natri hoặc kali nitrit, phosphat, hoặc sulfat. Theo các phương án, dung dịch trao đổi ion có thể chứa axit silixic, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1% khối lượng axit silixic.

Gốm thủy tinh có thể được tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion bằng cách ngâm gốm thủy tinh vào trong bể chứa dung dịch trao đổi ion, phun dung dịch trao đổi ion lên trên gốm thủy tinh, hoặc cách khác là áp dụng theo cách vật lý dung dịch trao đổi ion vào gốm thủy tinh. Khi tiếp xúc với gốm thủy tinh, dung dịch trao đổi ion có thể, theo các phương án, ở nhiệt độ từ lớn hơn hoặc bằng 400°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 500°C ,

như từ lớn hơn hoặc bằng 410°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 490°C , từ lớn hơn hoặc bằng 420°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 480°C , từ lớn hơn hoặc bằng 430°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 470°C , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 440°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 460°C , và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu. Theo các phương án, gốm thủy tinh có thể được tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion trong khoảng thời gian từ lớn hơn hoặc bằng 4 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 48 giờ, như từ lớn hơn hoặc bằng 8 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 44 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 12 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 40 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 16 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 36 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 20 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 32 giờ, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 24 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 giờ, và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các trị số đã nêu.

Quá trình trao đổi ion có thể được thực hiện trong dung dịch trao đổi ion dưới các điều kiện xử lý mà tạo ra biên dạng ứng suất nén được cải thiện như được bộc lộ, ví dụ, trong công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2016/0102011, tài liệu này được kết hợp toàn bộ vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Sau khi quá trình trao đổi ion được thực hiện, cần hiểu rằng thành phần ở bề mặt của gốm thủy tinh có thể khác với thành phần của gốm thủy tinh vốn được tạo ra (*tức là* gốm thủy tinh trước khi nó trải qua quá trình trao đổi ion). Điều này là do một loại ion kim loại kiềm trong thủy tinh vốn được tạo ra, như, ví dụ, Li^+ hoặc Na^+ , được thay thế bằng các ion kim loại kiềm lớn hơn, như, ví dụ, Na^+ hoặc K^+ tương ứng. Tuy nhiên, thành phần của gốm thủy tinh tại hoặc gần trung tâm của độ sâu của vật phẩm thủy tinh sẽ, theo các phương án, bị thay đổi ít nhất bởi quy trình xử lý trao đổi ion và có thể có thành phần hầu như giống với hoặc giống với gốm thủy tinh vốn được tạo ra.

Các vật phẩm gốm thủy tinh được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được kết hợp vào trong một vật phẩm khác như vật phẩm có màn hiển thị (hoặc các vật phẩm hiển thị) (ví dụ, các thiết bị điện tử tiêu dùng, bao gồm điện thoại di động, máy tính bảng, máy tính, hệ thống dẫn đường, và các thiết bị tương tự), các vật phẩm kiến trúc, các vật phẩm vận tải (ví dụ, ô tô, tàu, máy bay, tàu biển, v.v.), các vật phẩm gia dụng, hoặc vật phẩm bất kỳ mà yêu cầu độ trong suốt, tính chống xước, khả năng chịu mài mòn nhất định hoặc kết hợp của chúng. Vật phẩm làm ví dụ tích hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm gốm thủy tinh được bộc lộ ở đây được thể hiện trên các FIG. 2A và 2B. Cụ thể là, các Fig. 2A và 2B thể hiện thiết bị điện tử tiêu dùng 200 bao gồm vỏ

202 có mặt trước 204, mặt sau 206, và các mặt bên 208; các thành phần điện (không được thể hiện) mà ít nhất một phần ở bên trong hoặc toàn bộ ở bên trong vỏ và bao gồm ít nhất bộ phận điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị 210 tại hoặc liền kề với mặt trước của vỏ; và nền che phủ 212 tại hoặc trên mặt trước của vỏ sao cho nó ở trên bộ phận hiển thị. Theo một số phương án, ít nhất một phần của ít nhất một trong số nền che phủ 212 và/hoặc vỏ 202 có thể bao gồm vật phẩm thủy tinh bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh được bộc lộ trong bản mô tả này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các phương án sẽ được làm rõ hơn bằng các ví dụ dưới đây. Cần hiểu rằng các ví dụ này không hạn chế ở các phương án thực hiện được mô tả ở trên.

Các thủy tinh tiền thân có thành phần nêu trong bảng 1 dưới đây được tạo ra. Trong bảng 1, tất cả các thành phần được tính theo % mol, và các tính chất khác nhau của hợp phần thủy tinh được đo theo các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này.

Bảng 1

Phân tích được (% mol)	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	50,0	54,0	54,1	54,2	54,2	48,3
Al ₂ O ₃	21,0	20,8	20,9	21,0	21,3	23,6
ZnO	10,1	10,5	10,6	10,4	10,5	12,5
MgO	5,8	6,0	6,1	6,0	6,0	6,9
ZrO ₂	3,4	2,3	1,9	2,2	2,2	2,3
TiO ₂	4,1	2,2	2,2	1,7	1,2	2,2
Li ₂ O	3,9					
Na ₂ O	0,1	2,6	2,6	2,9	3,1	2,6
BaO	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
As ₂ O ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
NO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
B ₂ O ₃						
CaO						
Eu ₂ O ₃						
Ta ₂ O ₅						
La ₂ O ₃						
P ₂ O ₅						
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,934	2,864	2,848	2,853	2,845	2,949
Độ cứng (GPa)		8,47				
Hệ số Poisson		0,254				
Môđun cắt (GPa)		39,30				
Môđun Young (GPa)		98,60				
RI tại 589,3 nm		1,5847				

Bảng 1 (tiếp theo)

Phân tích được (% mol)	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	47,8	46,1	44,5	54,1	54,1	54,1
Al ₂ O ₃	23,8	24,7	25,6	20,8	20,6	21,3
ZnO	12,7	13,2	13,7	10,5	10,4	10,3
MgO	7,1	7,4	7,7	6,0	6,0	5,8
ZrO ₂	2,2	2,3	2,2	2,3	2,4	3,2
TiO ₂	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	0,0
Li ₂ O						
Na ₂ O	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	3,7
BaO	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
As ₂ O ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
NO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
B ₂ O ₃						
CaO						
Eu ₂ O ₃						
Ta ₂ O ₅						
La ₂ O ₃						
P ₂ O ₅						
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,957	2,98	3,006	2,856	2,858	0
Độ cứng (GPa)				8,36	8,30	
Hệ số Poisson				0,257	0,252	
Môđun cắt (GPa)				39,0	39,0	
Môđun Young (GPa)				97,9	97,6	
RI tại 589,3 nm				1,5830	1,5840	

Bảng 1 (tiếp theo)

Phân tích được (% mol)	13	14	15	16	17	18
SiO ₂	54,9	47,7	44,1	49,7	54,3	52,7
Al ₂ O ₃	20,7	23,6	25,4	19,7	20,5	19,7
ZnO	10,4	12,5	13,6	9,6		10,1
MgO	6,0	7,0	7,7	5,4	15,9	5,6
ZrO ₂	2,9	2,8	2,9	4,3	3,0	3,2
TiO ₂	2,2	2,2	2,2		2,2	2,2
Li ₂ O						
Na ₂ O	2,7	2,7	2,6	3,6	2,6	2,5
BaO	0,0	1,2	1,2	1,1	1,2	1,2
As ₂ O ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
NO ₂		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
B ₂ O ₃				3,9		
CaO						
Eu ₂ O ₃						
Ta ₂ O ₅						
La ₂ O ₃						2,5
P ₂ O ₅				2,2		
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,829	2,967	3,016		2,726	0
Độ cứng (GPa)						
Hệ số Poisson						
Môđun cắt (GPa)						
Môđun Young (GPa)						
RI tại 589,3 nm	1,5832	1,6026	1,6117		1,5745	

Bảng 1 (tiếp theo)

Phân tích được (% mol)	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	51,4	53,1	51,7	54,1	52,9	56,7
Al ₂ O ₃	19,1	18,9	20,1	20,9	21,6	22,4
ZnO	9,9	10,5	9,7	10,1	10,1	10,7
MgO	5,4	5,3	5,7	5,8	6,0	6,2
ZrO ₂	3,3	3,3	4,8			
TiO ₂	2,1	2,2				
Li ₂ O						
Na ₂ O	2,5	2,6	3,7	3,8	3,9	3,9
BaO	1,1	1,2	1,1			
As ₂ O ₅	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
NO ₂	0,2	0,2	0,2			
B ₂ O ₃						
CaO			0,3			
Eu ₂ O ₃		2,4				
Ta ₂ O ₅					5,2	
La ₂ O ₃	4,8					
P ₂ O ₅			2,6	5,2		
Khối lượng riêng (g/cm ³)	0	0	2,851			
Độ cứng (GPa)			8,48			
Hệ số Poisson			0,252			
Môđun cắt (GPa)			37,6			
Môđun Young (GPa)			94,0			
RI tại 589,3 nm			1,5728			

Các trị số khối lượng riêng chỉ trị số như được đo bằng phương pháp nổi theo ASTM C693-93(2013). Độ cứng được đo bằng dụng cụ tạo lõm nano, như được mô tả trên đây. Môđun Young và môđun cắt được đo bằng kỹ thuật quang phổ siêu âm cộng hưởng loại thông thường được nêu trong ASTM E2001-13, có tiêu đề “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts.” Chỉ số khúc xạ (refractive index - RI) của thủy tinh tiền thân được đo ở bước sóng là 589,3 nm.

Bảng 2

Lịch trình gốm hóa	Điều kiện
B	1000°C trong 4 giờ
D	950°C trong 4 giờ
E	850°C trong 4 giờ
H	800°C trong 4 giờ
I	900°C trong 4 giờ
N	Tốc độ gia nhiệt chậm 1 950°C trong 4 giờ
O	Tốc độ gia nhiệt chậm 1 850°C trong 4 giờ
P	895°C trong 4 giờ
X	1050°C trong 4 giờ

Lịch trình gốm hóa để tạo ra gốm thủy tinh từ hợp phần thủy tinh tiền thân được cung cấp trong bảng 2. Trừ khi có chỉ dẫn khác, lịch trình gốm hóa bao gồm việc làm nóng thủy tinh tiền thân trong buồng đốt từ nhiệt độ trong phòng ở tốc độ gia nhiệt là 5°C/phút đến điều kiện xử lý được chỉ định, giữ trong thời gian được chỉ định, và sau đó, buồng đốt được cho làm mát xuống nhiệt độ môi trường. Lịch trình gốm hóa mà chỉ ra điều kiện tốc độ gia nhiệt chậm 1 bao gồm việc làm nóng thủy tinh tiền thân trong buồng đốt từ nhiệt độ trong phòng ở tốc độ gia nhiệt là 5°C/phút đến 700°C và sau đó, ở tốc độ gia nhiệt là 1°C/phút đến điều kiện xử lý được chỉ định.

Tập hợp pha của gốm thủy tinh được tạo ra bằng cách gốm hóa hợp phần thủy tinh tiền thân được xác định dựa trên sự phân tích nhiễu xạ tia X (x-ray diffraction - XRD) và được báo cáo trong bảng 4 dưới đây. Lượng của các pha thủy tinh dư, ganit, và ZrO₂ tứ phương có mặt trong gốm thủy tinh, tính theo % khối lượng, được đo bằng cách sử dụng phân tích định lượng Rietveld. Các pha được phát hiện trong quá trình xác định tập hợp pha được mô tả trong bảng 3 dưới đây.

Bảng 3

Pha	
T	ZrO ₂ tứ phương
G	ganit
V	virgilit
B3	baddeleyit

Các gốm thủy tinh được tạo ra bằng cách sử dụng các lịch trình gốm hóa nêu ở bảng 2 từ các hợp phần nêu ở bảng 1. Các tính chất của các gốm thủy tinh thu được và các lịch trình gốm hóa mà tạo ra các gốm thủy tinh được báo cáo trong bảng 4 dưới đây. Ngoài ra, một số trong số các gốm thủy tinh được trao đổi ion, như được báo cáo trong bảng 4. Độ chênh lệch khối lượng riêng được báo cáo trong bảng 5 được dùng để chỉ mức độ thay đổi về khối lượng riêng của thủy tinh tiền thân khi tạo ra gốm thủy tinh.

Bảng 4

Hợp phần thủy tinh	1	2	3	4	5	6
Lịch trình gốm hóa	E	B	B	B	B	B
Khối lượng riêng (g/cm ³)	3,061	2,975	2,957	2,963	2,950	3,091
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)	4,15	3,73	3,69	3,71	3,56	4,59
Pha 1	G	G	G	G	G	G
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)	68	148	200	263	523	169
Pha 2	T, V	T	T	T	T	T
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)		115	137	190	233	166
Thủy tinh (% khối lượng)		59	59	58	60	51
Ganit (% khối lượng)		38,1	39,3	39,3	37,0	46,4
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)		3,0	2,2	2,9	3,3	3,0
Độ cứng (GPa)		9,92				
Hệ số Poisson		0,208				
Môđun cắt (GPa)		44,1				
Môđun Young (GPa)		106,6				
RI tại 589,3 nm						

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	7	8	9	10	11	12
Lịch trình gôm hóa	I	I	I	D	D	B
Khối lượng riêng (g/cm ³)				2,978	2,981	
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)				4,10	4,13	
Pha 1	G	G	G	G	G	
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)	141	135	134	126	99	
Pha 2	T	T	T	T	T	
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)	131	130	77	117	88	
Thủy tinh (% khối lượng)				60	61	
Ganit (% khối lượng)				27	37	
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)				2,7	2,8	
Độ cứng (GPa)						
Hệ số Poisson						
Môđun cắt (GPa)						
Môđun Young (GPa)						
RI tại 589,3 nm						

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	13	14	15	16	17	18
Lịch trình gốm hóa	B	B	B	O		B
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,949	3,117	3,196	2,88		
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)	4,07	4,81	5,63			
Pha 1	G	G	G		G	
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)	104	158	132		180	
Pha 2	T	T	T		T	
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)	102	168	152		112	
Thủy tinh (% khối lượng)	60	50	44	64	68	
Ganit (% khối lượng)	37	46	51	28	26	
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)	3,4	4,0	4,3	8,2	6	
Độ cứng (GPa)						
Hệ số Poisson						
Môđun cắt (GPa)						
Môđun Young (GPa)						
RI tại 589,3 nm						

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	19	20	21
Lịch trình gôm hóa	B	B	N
Khối lượng riêng (g/cm ³)			2,931
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)			2,73
Pha 1			G
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)			152
Pha 2			T
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)			139
Thủy tinh (% khối lượng)			62
Ganit (% khối lượng)			30
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)			7,9
Độ cứng (GPa)			8,95
Hệ số Poisson			0,21
Môđun cắt (GPa)			39,9
Môđun Young (GPa)			96,4
RI tại 589,3 nm			1,5717

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	1	2	3	4	5	6
Lịch trình gồm hóa	H	I	I	I	I	I
Khối lượng riêng (g/cm ³)	3,056					
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)	3,99					
Pha 1	G	G	G	G	G	G
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)	55	130	145	183	220	151
Pha 2	V	T	T	T		T
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)		117	131	165		158
Thủy tinh (% khối lượng)		61	63	61	94	52
Ganit (% khối lượng)		37,3	36,1	36,4	6,3	45,6
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)		2,2	1,1	2,2	n/a	2,2
Baddeleyit (% khối lượng)						
MgTa ₂ O ₆ (% khối lượng)						
Mulit (% khối lượng)						
Cordierit (% khối lượng)						

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	7	8	9	10	11
Lịch trình gồm hóa	H	H	H	P	P
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,954	2,976	3,006	2,98	2,982
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)	-0,10	-0,13	0,00	4,16	4,16
Pha 1	Không có pha nào	Không có pha nào	Không có pha nào	G	G
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)				125	91
Pha 2				T	T
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)				127	117
Thủy tinh (% khối lượng)	51	48	46	59	61
Ganit (% khối lượng)	47	49	51	38	36
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)	2,3	2,6	2,8	2,6	2,6
Baddeleyit (% khối lượng)					
MgTa ₂ O ₆ (% khối lượng)					
Mulit (% khối lượng)					
Cordierit (% khối lượng)					

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	13	16	21	22	23	24
Lịch trình gốm hóa	N	N	Q	N	N	N
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,953		2,937	2,631	3,453	2,741
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)	4,20		2,93			
Pha 1	G		G			
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)	76		149			
Pha 2	T		T			
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)	*		98			
Thủy tinh (% khối lượng)	63	64	62	100	69	55
Ganit (% khối lượng)	33	28	30		17	11
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)	3,6	6,6	8,2			
Baddeleyit (% khối lượng)		1,2				
MgTa ₂ O ₆ (% khối lượng)					13,42	
Mulit (% khối lượng)						27,95
Cordierit (% khối lượng)						6,03

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	2	10	11	2	10	11
Lịch trình gốm hóa	I	I	I	D	D	D
Khối lượng riêng (g/cm ³)		2,978	2,976	2,972	2,969	2,974
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)		4,10	3,97	3,63	3,81	3,90
Pha 1	G	G	G	G	G	G
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)	138	156	163	167	226	168
Pha 2	T	T	T	T	T	T
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)	128	159	138	140	174	144
Thủy tinh (% khối lượng)	61	60	60	60	60	60
Ganit (% khối lượng)	37	38	37	37	37	37
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)	2,58	2,52	3,13	3,3	3,1	3,7

Bảng 4 (tiếp theo)

Hợp phần thủy tinh	2	2	10	11	10	11
Lịch trình gốm hóa	N	X	X	X	N	N
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,969	2,961	2,957	2,96	2,974	2,972
Độ chênh lệch khối lượng riêng (%)	3,54	3,28	3,42	3,45	3,97	3,84
Pha 1	G	G	G	G	G	G
Pha kích cỡ vi tinh thể 1 (Å)	107	250	334	256	115	108
Pha 2	T	T	T	T	T	T
Pha kích cỡ vi tinh thể 2 (Å)	95	172	199	173	97	80
Thủy tinh (% khối lượng)	61	60	60	60	61	60
Ganit (% khối lượng)	36	37	37	36	36	37
ZrO ₂ tứ phương (% khối lượng)	3,2	3,4	3,5	3,9	3,2	3,5

Các kích cỡ vi tinh thể được báo cáo theo đơn vị ăngstrom. Trong đó “*” được biểu thị đối với kích cỡ vi tinh thể, kích cỡ vi tinh thể đối với pha liên quan không được xác định.

FIG. 3 là ảnh kính hiển vi điện tử xuyên hầm (tunneling electron microscope - TEM) của hợp phần thủy tinh 5 sau khi được gốm hóa ở 1000°C trong 4 giờ. Các vùng tối nhất của FIG. 3 tương ứng với pha thủy tinh dư, các vùng xám tương ứng với pha tinh thể dung dịch rắn ganit-spinel, và các vùng sáng nhất tương ứng với pha tinh thể ZrO₂ tứ phương chứa titan. Như được thể hiện trên FIG. 3, các pha tinh thể tạo thành cấu trúc hình cây.

FIG. 4 cung cấp tổng độ truyền qua đo được của mẫu thủy tinh trong suốt so sánh, mẫu gốm thủy tinh trong suốt so sánh, và gốm thủy tinh được tạo ra bằng cách gốm hóa hợp phần thủy tinh 2 trong vùng bước sóng nhìn thấy. Mỗi mẫu có độ dày 1 mm.

FIG. 5 là ảnh chụp mặt trước và mặt bên của thủy tinh tiên thân theo một phương án mà đã được gồm hóa cục bộ bằng cách chiếu xạ laze cacbon dioxit. Các vùng trong suốt là thủy tinh dư và vùng mờ chứa pha tinh thể.

Tất cả các thành phần tạo thành, các mối quan hệ, và các tỷ lệ được mô tả trong bản mô tả này được đưa ra theo % mol trừ khi có chỉ dẫn khác. Tất cả các khoảng giới hạn được được bộc lộ ở đây bao gồm các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con bất kỳ và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con được bao hàm bởi các khoảng giới hạn đã được bộc lộ rộng ở đây dù nó có hay không được tuyên bố một cách rõ ràng trước hay sau khoảng giới hạn được bộc lộ.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các cải biến và các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra cho các phương án thực hiện được mô tả ở đây mà không tách khỏi tinh thần hoặc phạm vi của các đối tượng được yêu cầu bảo hộ. Do đó dự tính rằng bản mô tả này bao hàm cả các cải biến và các thay đổi của các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây miễn là các cải biến và các thay đổi này nằm trong phạm vi bảo hộ của các yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Gồm thủy tinh, bao gồm:

pha tinh thể thứ nhất chứa $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ trong đó x nhỏ hơn 1; và

pha tinh thể thứ hai chứa ít nhất một trong số ZrO_2 tứ phương, $MgTa_2O_6$, mulit, và cordierit;

trong đó gồm thủy tinh này mờ trong vùng nhìn thấy, có môđun Young lớn hơn hoặc bằng 90 GPa, và có độ cứng lớn hơn hoặc bằng 7,5 GPa; và

trong đó gồm thủy tinh này còn chứa:

35% mol đến 55% mol SiO_2 ;

lớn hơn hoặc bằng 18% mol Al_2O_3 ;

lớn hơn hoặc bằng 5% mol MgO ; và

lớn hơn hoặc bằng 2% mol P_2O_5 .

2. Gồm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gồm thủy tinh này còn chứa ít nhất một trong số Li_2O và Na_2O .

3. Gồm thủy tinh theo điểm 1, trong đó x lớn hơn 0.

4. Gồm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gồm thủy tinh này còn chứa:

ZnO với lượng nhỏ hơn 14% mol ZnO ;

0% mol đến 5% mol TiO_2 ;

0% mol đến 5% mol Na_2O ;

0% mol đến 5% mol Li_2O ;

0% mol đến 2% mol BaO ;

0% mol đến 4% mol B_2O_3 ;

0% mol đến 1% mol CaO ;

0% mol đến 3% mol Eu_2O_3 ;

0% mol đến 6% mol Ta_2O_5 ;

0% mol đến 5% mol La_2O_3 ;

0% mol đến 0,1% mol As_2O_5 ; và

0% mol đến 0,3% mol SnO_2 .

5. Gồm thủy tinh theo điểm 1, trong đó $ZrO_2+TiO_2+Eu_2O_3+Ta_2O_5+La_2O_3 \leq 6\%$ mol.

6. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh này hầu như không chứa TiO_2 .
7. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó $\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{La}_2\text{O}_3 \leq 5,5\%$ mol, và gốm thủy tinh này chứa ít nhất một trong số:
 La_2O_3 ;
 Ta_2O_5 ; và
lớn hơn hoặc bằng 2% mol Li_2O .
8. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó $\text{ZrO}_2 + \text{TiO}_2 + \text{Eu}_2\text{O}_3 + \text{Ta}_2\text{O}_5 + \text{La}_2\text{O}_3 \leq 5,1\%$ mol, và gốm thủy tinh này chứa nhỏ hơn 2% mol Li_2O và hầu như không chứa La_2O_3 và Ta_2O_5 .
9. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh này thể hiện độ kết tinh ít nhất là 35% khối lượng.
10. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh này có môđun Young từ lớn hơn hoặc bằng 100 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 125 GPa.
11. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh có độ cứng từ lớn hơn hoặc bằng 8 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 13 GPa.
12. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh này hầu như không màu.
13. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó pha tinh thể thứ hai chứa ZrO_2 tứ phương.
14. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh này hầu như không chứa ZrO_2 và pha tinh thể thứ hai chứa MgTa_2O_6 .
15. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh này hầu như không chứa các chất tạo mầm và pha tinh thể thứ hai chứa mulit và cordierit.
16. Gốm thủy tinh theo điểm 1, trong đó gốm thủy tinh này còn bao gồm vùng ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của gốm thủy tinh đến độ sâu nén.
17. Sản phẩm điện tử tiêu dùng, bao gồm:
vỏ bao gồm bề mặt phía trước, bề mặt phía sau và các bề mặt bên;

các thành phần điện ít nhất một phần nằm trong vỏ, các thành phần điện này bao gồm ít nhất là bộ điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị nằm tại hoặc liền kề với bề mặt phía trước của vỏ; và

nền che phủ được bố trí trên bộ phận hiển thị,
trong đó ít nhất một phần của vỏ chứa gốm thủy tinh theo điểm 1.

18. Sản phẩm điện tử tiêu dùng, bao gồm:

vỏ bao gồm bề mặt phía trước, bề mặt phía sau và các bề mặt bên;
các thành phần điện ít nhất một phần nằm trong vỏ, các thành phần điện này bao gồm ít nhất là bộ điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị nằm tại hoặc liền kề với bề mặt phía trước của vỏ; và

nền che phủ được bố trí trên bộ phận hiển thị,
trong đó ít nhất một phần của vỏ chứa gốm thủy tinh theo điểm 16.

19. Gốm thủy tinh, bao gồm:

pha tinh thể thứ nhất chứa $(Mg_xZn_{1-x})Al_2O_4$ trong đó x nhỏ hơn 1; và
pha tinh thể thứ hai chứa $MgTa_2O_6$;
trong đó gốm thủy tinh này mờ trong vùng nhìn thấy, có môđun Young lớn hơn hoặc bằng 90 GPa, và có độ cứng lớn hơn hoặc bằng 7,5 GPa;
trong đó gốm thủy tinh này hầu như không chứa ZrO_2 .

20. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gốm thủy tinh này còn chứa ít nhất một trong số Li_2O và Na_2O .

21. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó x lớn hơn 0.

22. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gốm thủy tinh này còn chứa từ lớn hơn hoặc bằng 35% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 60% mol SiO_2 .

23. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gốm thủy tinh này còn chứa:

35% mol đến 55% mol SiO_2 ;
lớn hơn hoặc bằng 18% mol Al_2O_3 ;
lớn hơn hoặc bằng 5% mol MgO ; và
lớn hơn hoặc bằng 2% mol P_2O_5 .

24. Gốm thủy tinh theo điểm 23, trong đó gốm thủy tinh này còn chứa:

ZnO với lượng nhỏ hơn 14% mol ZnO;

0% mol đến 5% mol TiO₂;

0% mol đến 5% mol Na₂O;

0% mol đến 5% mol Li₂O;

0% mol đến 2% mol BaO;

0% mol đến 4% mol B₂O₃;

0% mol đến 1% mol CaO;

0% mol đến 3% mol Eu₂O₃;

0% mol đến 6% mol Ta₂O₅;

0% mol đến 5% mol La₂O₃;

0% mol đến 0,1% mol As₂O₅; và

0% mol đến 0,3% mol SnO₂.

25. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó $ZrO_2+TiO_2+Eu_2O_3+Ta_2O_5+La_2O_3 \leq 6\%$ mol.

26. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gốm thủy tinh này hầu như không chứa TiO₂.

27. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó $ZrO_2+TiO_2+Eu_2O_3+Ta_2O_5+La_2O_3 \leq 5,5\%$ mol, và gốm thủy tinh này chứa ít nhất một trong số:

La₂O₃; và

lớn hơn hoặc bằng 2% mol Li₂O.

28. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó $ZrO_2+TiO_2+Eu_2O_3+Ta_2O_5+La_2O_3 \leq 5,1\%$ mol, và gốm thủy tinh này chứa nhỏ hơn 2% mol Li₂O và hầu như không chứa La₂O₃.

29. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gốm thủy tinh này thể hiện độ kết tinh ít nhất là 35% khối lượng.

30. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gốm thủy tinh này có môđun Young từ lớn hơn hoặc bằng 100 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 125 GPa.

31. Gốm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gốm thủy tinh có độ cứng từ lớn hơn hoặc bằng 8 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 13 GPa.

32. Gồm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gồm thủy tinh này hầu như không màu.
33. Gồm thủy tinh theo điểm 19, trong đó gồm thủy tinh này hầu như không chứa chất tạo mầm.

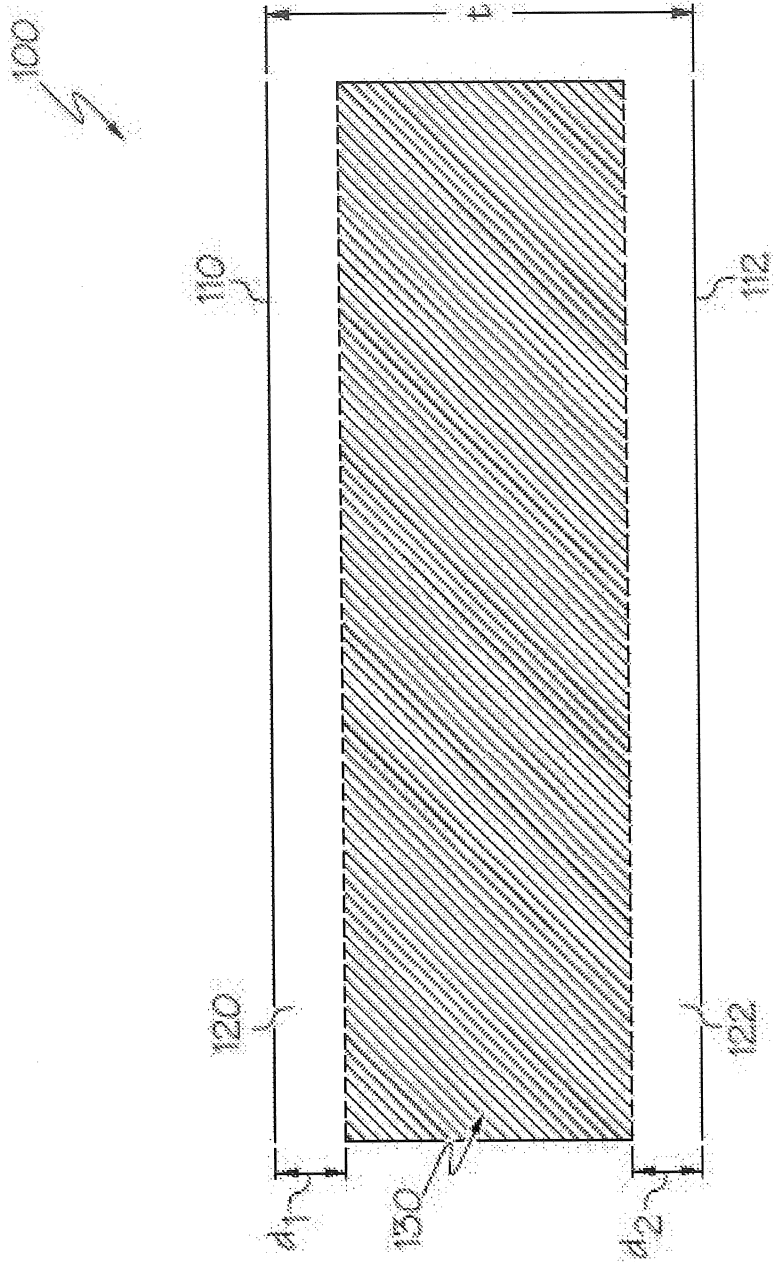


FIG.1

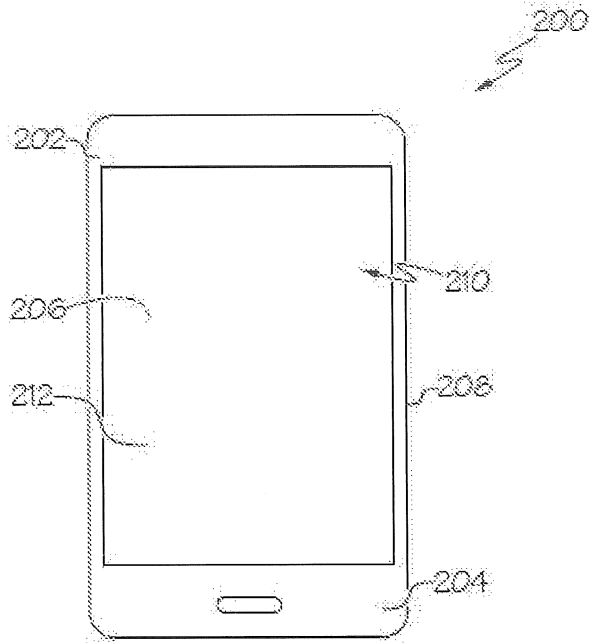


FIG. 2A

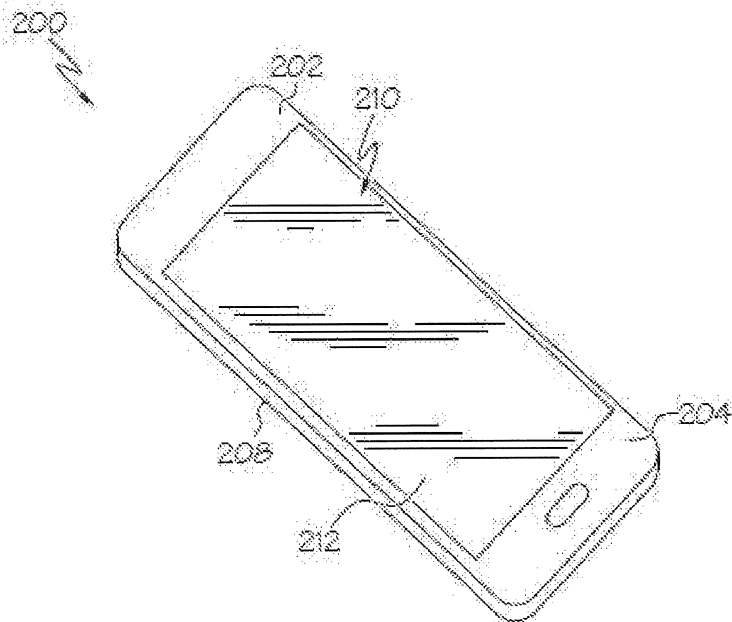


FIG. 2B

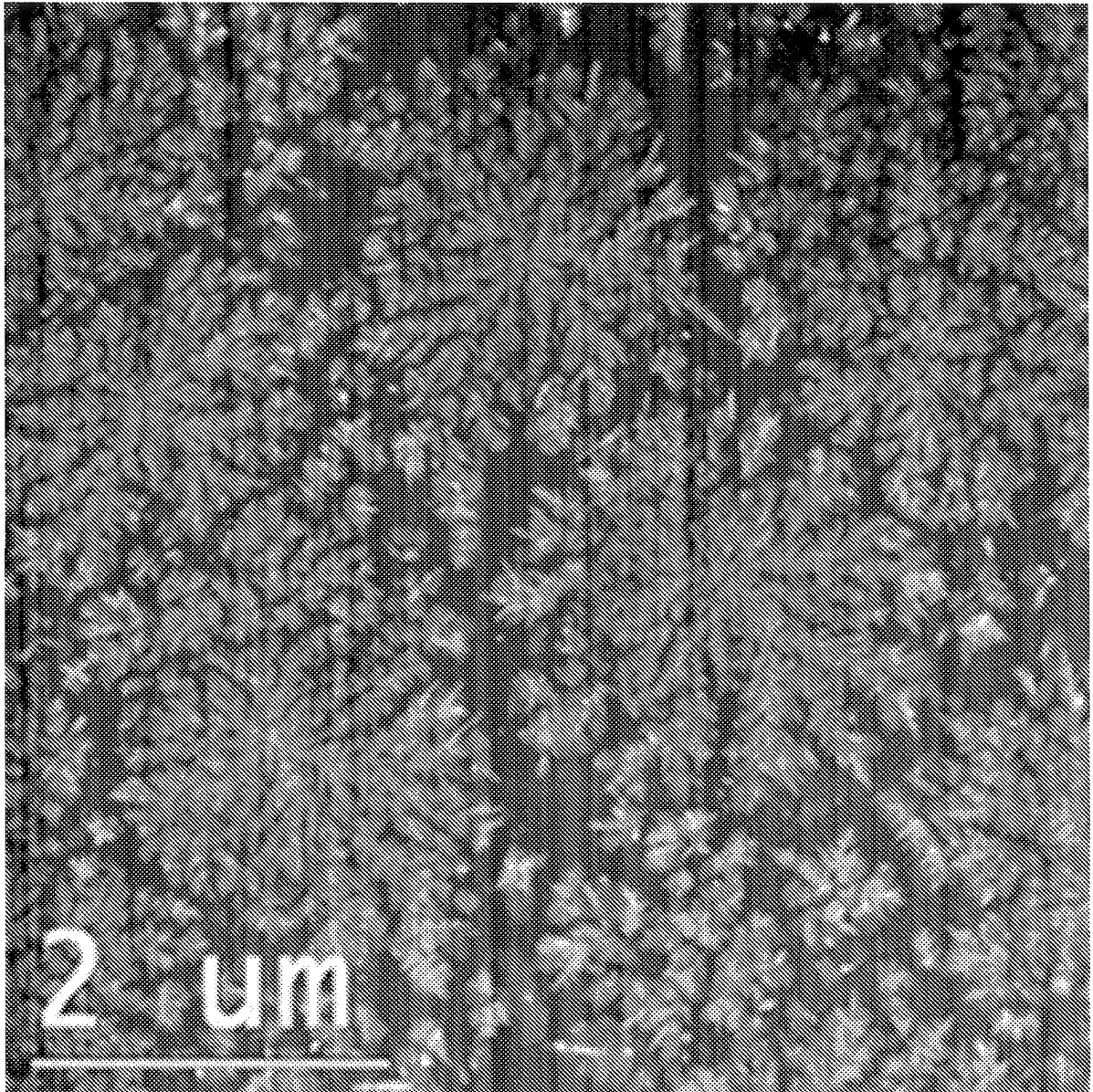


FIG. 3

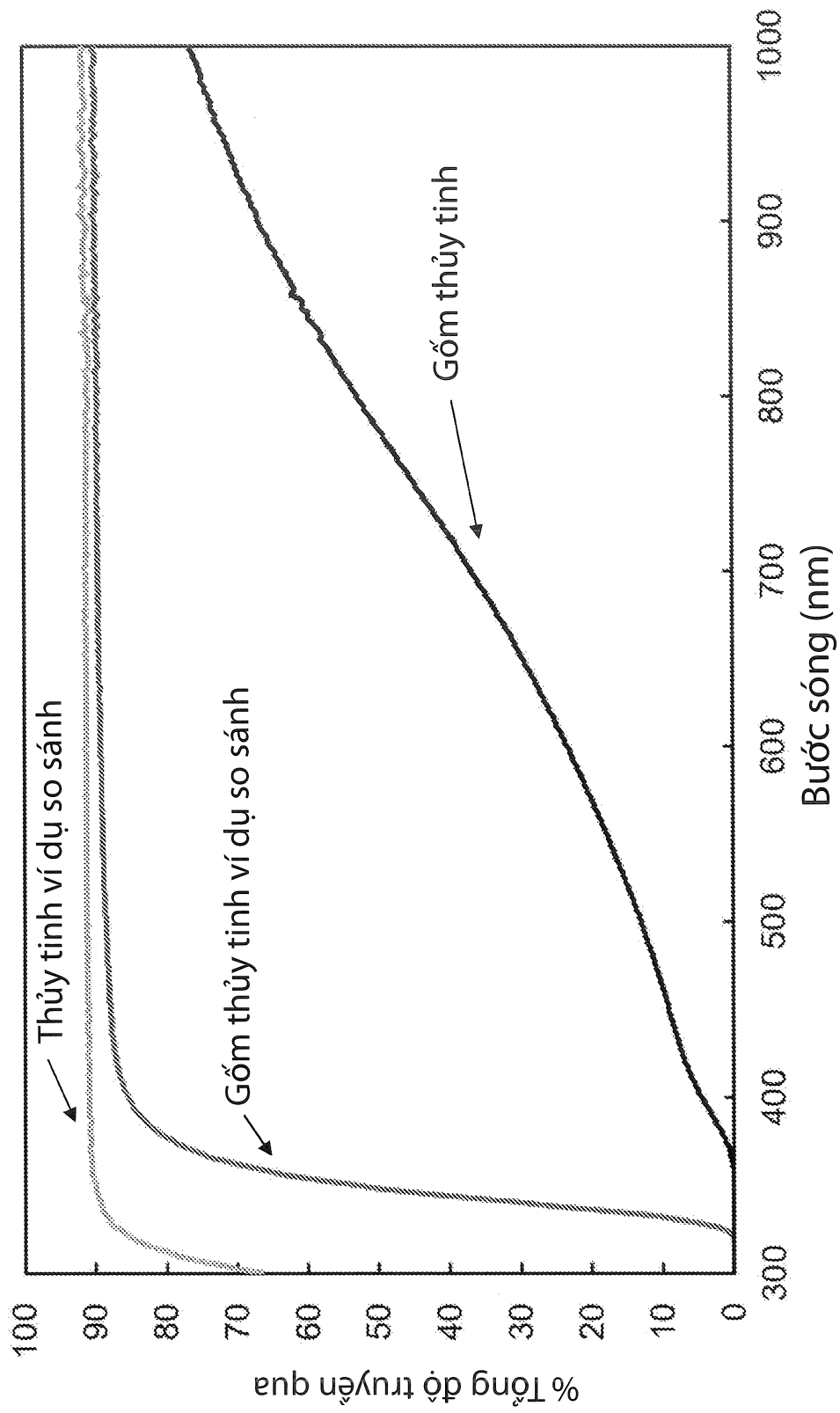


FIG. 4

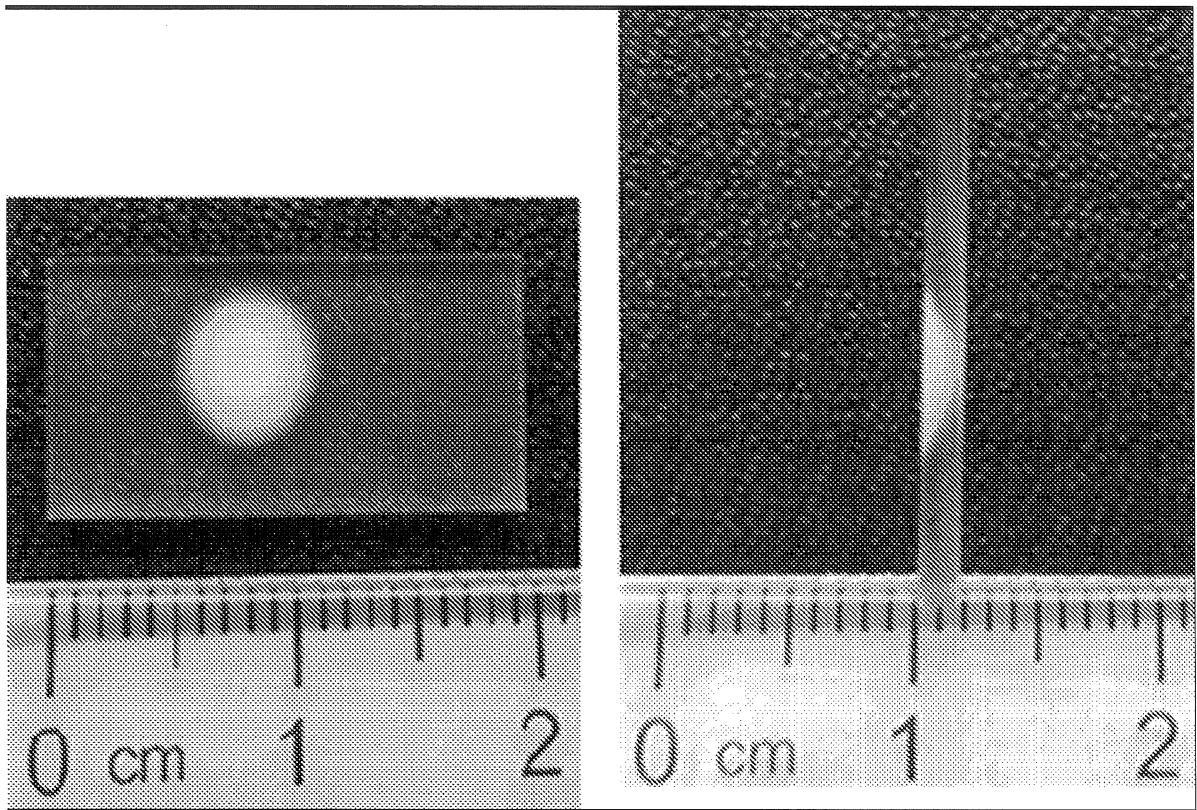


FIG. 5