



(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



1-0045114

(51)^{2020.01} C03C 3/083; C03C 3/091; C03C 10/00; (13) B
C03C 21/00

(21) 1-2020-03238

(22) 16/11/2018

(86) PCT/US2018/061490 16/11/2018

(87) WO2019/099807 23/05/2019

(30) 62/587,863 17/11/2017 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/08/2020 389A

(71) CORNING INCORPORATED (US)

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

(72) GROSS, Timothy Michael (US); MITCHELL, Alexandra Lai Ching Kao Andrews (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) CÁC HỢP PHẦN THỦY TINH, VẬT PHẨM THỦY TINH VÀ SẢN PHẨM ĐIỆN
TỬ TIÊU DÙNG

(21) 1-2020-03238

(57) Sáng chế đề cập tới hợp phần thủy tinh chứa lớn hơn hoặc bằng 69,0 % mol SiO_2 , lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol Al_2O_3 , lớn hơn hoặc bằng 14,0 % mol R_2O , và trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$. Điểm cuối thứ nhất là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm ủ và điểm cuối thứ hai là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm biến dạng, và độ nghiêng là thay đổi trong suất Young (GPa) cho mỗi 1°C thay đổi trong nhiệt độ hư cấu. R_2O là lượng tổng cộng của các oxit kim loại kiềm và chứa ít nhất hai oxit kim loại kiềm. Sáng chế cũng đề cập tới vật phẩm thủy tinh và sản phẩm điện tử tiêu dùng.

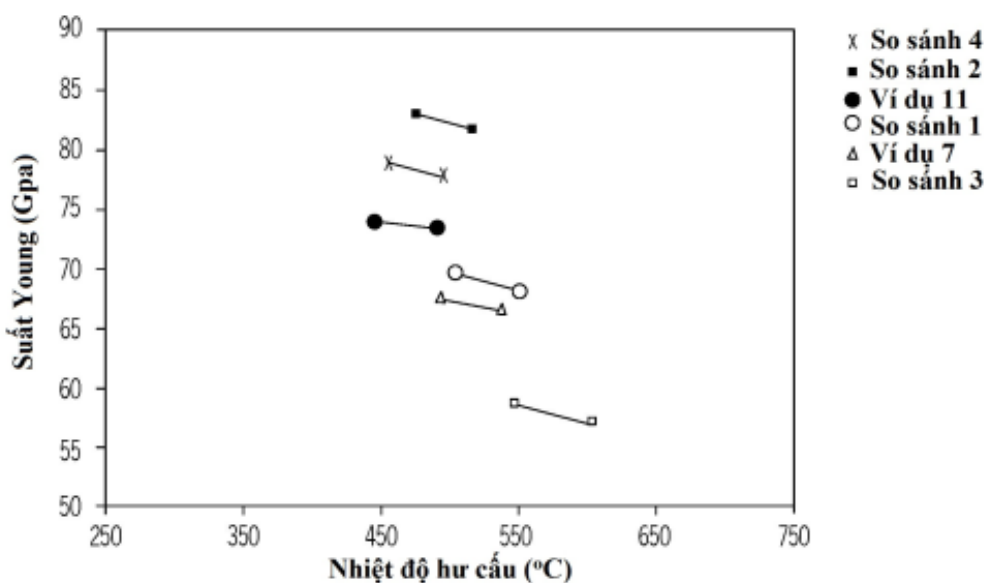


FIG. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập chung tới các hợp phần thủy tinh thích hợp để sử dụng làm thủy tinh che phủ cho các thiết bị điện tử. Cụ thể hơn, sáng chế này đề cập tới các thủy tinh chứa kiềm là không nhạy cảm với lịch sử nhiệt và có thể được tạo thành thủy tinh che phủ cho các thiết bị điện tử.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị điện tử di động, như, các điện thoại thông minh, các máy tính bảng, các thiết bị đeo được (như, ví dụ, các đồng hồ và các thiết bị theo dõi tập luyện) tiếp tục trở nên nhỏ hơn và phức tạp hơn. Như vậy, các thủy tinh hiển thị thường được sử dụng trên ít nhất một bề mặt bên ngoài của các thiết bị điện tử di động cũng tiếp tục trở nên phức tạp hơn. Ví dụ, các thiết bị điện tử di động trở nên nhỏ hơn và mỏng hơn để đáp ứng yêu cầu tiêu dùng, các thủy tinh hiển thị được sử dụng trong các thiết bị điện tử di động này cũng nhỏ hơn và mỏng hơn, tạo ra khả năng chống chịu thấp hơn với các thay đổi trong kích thước và chất lượng của các thủy tinh hiển thị. Theo cách tương tự, các khả năng chống chịu với các thay đổi trong các tính chất của thủy tinh hiển thị, như, ví dụ độ bền, khối lượng riêng, và độ đàn hồi cũng giảm bớt với kích cỡ của thiết bị điện tử di động. Không may là, các kích cỡ và các tính chất của các thủy tinh được sử dụng làm các thủy tinh hiển thị có thể thay đổi khi thủy tinh được làm nguội và được hoàn thiện, vốn dẫn tới việc các thủy tinh đáp ứng các mô tả cho các thiết bị điện tử di động trước khi làm nguội hoặc hoàn thiện, nhưng lại không đáp ứng các mô tả cho các thiết bị điện tử di động sau khi làm nguội hoặc hoàn thiện.

Theo đó, tồn tại nhu cầu về các thủy tinh vẫn duy trì các kích cỡ và các tính chất của chúng mà không quan tâm tới lịch sử nhiệt của thủy tinh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo phương án thực hiện thứ nhất, hợp phần thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 69,0 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 14,0 %

mol R_2O ; và trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$. Điểm cuối thứ nhất là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm ủ và điểm cuối thứ hai là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm biến dạng, và độ nghiêng là thay đổi trong suất Young (GPa) cho mỗi $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ thay đổi trong nhiệt độ hư cấu. R_2O là lượng tổng cộng của các oxit kim loại kiềm và bao gồm ít nhất hai oxit kim loại kiềm.

Theo phương án thực hiện thứ hai, vật phẩm thủy tinh bao gồm: bề mặt thứ nhất; bề mặt thứ hai; vùng trung tâm được định vị giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai; và lớp ứng suất nén kéo dài từ ít nhất một bề mặt trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai vào trong vùng trung tâm của vật phẩm thủy tinh. Vật phẩm thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng $69,0\%$ mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng $7,0\%$ mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng $14,0\%$ mol R_2O ; và trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$. Điểm cuối thứ nhất là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm ủ và điểm cuối thứ hai là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm biến dạng, và độ nghiêng là thay đổi trong suất Young (GPa) cho mỗi $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ thay đổi trong nhiệt độ hư cấu. R_2O là lượng tổng cộng của các oxit kim loại kiềm và bao gồm ít nhất hai oxit kim loại kiềm.

Theo phương án thực hiện thứ ba, sản phẩm điện tử tiêu dùng, bao gồm: vỏ bao gồm bề mặt trước, bề mặt sau và các bề mặt bên; các thành phần điện nằm ít nhất một phần trong vỏ, các thành phần điện bao gồm ít nhất là bộ phận điều khiển, bộ nhớ, bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị tại hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và để che phủ được bố trí bên trên bộ phận hiển thị. Ít nhất một phần của vỏ hoặc để che phủ bao gồm bề mặt thứ nhất; bề mặt thứ hai; vùng trung tâm được định vị giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai; và lớp ứng suất nén kéo dài từ ít nhất một bề mặt trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai vào trong vùng trung tâm của vật phẩm thủy tinh. Vật phẩm thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng $69,0\%$ mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng $7,0\%$ mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng $14,0\%$ mol R_2O ; và trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$. Điểm cuối thứ nhất là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt

độ điểm ủ và điểm cuối thứ hai là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm biến dạng, và độ nghiêng là thay đổi trong suất Young (GPa) cho mỗi 1 °C thay đổi trong nhiệt độ hư cấu. R_2O là lượng tổng cộng của các oxit kim loại kiềm và bao gồm ít nhất hai oxit kim loại kiềm.

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

Cần phải hiểu rằng, cả phần mô tả chung trên đây và mô tả chi tiết dưới đây đều mô tả các phương án khác nhau, và được nhằm để cung cấp cái nhìn tổng thể hoặc vấn đề cốt lõi để hiểu bản chất và đặc điểm của các đối tượng được yêu cầu bảo hộ. Các hình vẽ kèm theo được đưa vào để giúp hiểu rõ hơn về các phương án thực hiện và được kết hợp vào và tạo 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 mô tả một cách sơ lược mặt cắt của thủy tinh có các lớp ứng suất nén trên bề mặt của chúng theo các phương án thực hiện được bộ lọc và được mô tả ở đây;

Fig.2A là hình chiếu bằng của thiết bị điện tử làm ví dụ tích hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh được bộ lọc ở đây;

Fig.2B là hình phối cảnh của thiết bị điện tử làm ví dụ của Fig.2A.

Fig.3 mô tả theo đồ thị, độ nghiêng của suất Young so với nhiệt độ hư cấu của các ví dụ so sánh và các ví dụ theo các phương án thực hiện được bộ lọc và được mô tả ở đây; và

Fig.4 mô tả theo đồ thị, độ nghiêng của suất Young so với nhiệt độ hư cấu của thủy tinh silicat vô xút, không chứa kiềm và thủy tinh chứa kiềm theo các phương án thực hiện được bộc lộ và được mô tả ở đây.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sẽ tham khảo chi tiết tới các thủy tinh chứa kiềm theo các phương án thực hiện khác nhau. Cụ thể, các thủy tinh nhôm silicat chứa kiềm có khả năng trao đổi ion tốt, và các quy trình gia cường hóa học đã được sử dụng để đạt được các tính chất độ bền cao độ cứng cao trong các thủy tinh nhôm silicat kiềm. Do đó, các thủy tinh nhôm silicat chứa kiềm với các tính chất vật lý, độ bền hóa học, và khả năng trao đổi ion tốt có thể thu hút chú ý trong việc sử dụng làm các thủy tinh che phủ cho các bộ phận hiển thị.

Tuy nhiên, các tính chất khác nhau của thủy tinh có thể thay đổi phụ thuộc vào phương pháp sản xuất được sử dụng để sản xuất thủy tinh. Ví dụ, các tính chất của thủy tinh được tạo nên trong các lượng nhỏ trong quá trình nghiên cứu và phát triển có thể khác một cách hoàn toàn so với các tính chất của cùng thủy tinh này khi được tạo ra ở quy mô sản xuất. Giống vậy, các phương pháp sản xuất được sử dụng thậm chí tại quy mô sản xuất có thể thay đổi khác nhau, vốn làm cho các tính chất của thủy tinh với các hợp phần tương đương sẽ thay đổi phụ thuộc vào phương pháp sản xuất được sử dụng để sản xuất thủy tinh. Không bị bó buộc vào lý thuyết cụ thể nào, tin rằng tốc độ làm mát mà thủy tinh trải qua - vốn có thể tác động tới các tính chất cuối cùng và cấu trúc của thủy tinh - thay đổi dựa trên phương pháp sản xuất từ các phần nóng chảy nôi nung tới các bộ phận làm nóng chảy ở quy mô nghiên cứu tới các bể ở quy mô sản xuất. Do đó, nỗ lực đáng kể là cần thiết để tái tạo lịch sử nhiệt mà thủy tinh phải trải qua trong suốt quá trình sản xuất tại các quy mô nhỏ hơn để thiết kế các việc lập lịch trao đổi ion và xác định theo lý thuyết các tính chất của các thủy tinh theo quy mô sản xuất. Tuy nhiên, các thủy tinh không nhạy với lịch sử nhiệt theo các phương án thực hiện được bộc lộ và được mô tả ở đây vẫn duy trì các tính chất của chúng qua các nền tảng sản xuất khác nhau, làm cho việc tạo thành và việc xử lý sau khác, như, ví dụ, trao đổi ion,

trở nên dễ hơn và có thể đoán được hơn, khi so sánh với các thủy tinh nhạy với lịch sử nhiệt.

Không chỉ các cấu trúc và các tính chất thủy tinh là dễ bị thay đổi như là hàm của các tốc độ làm nguội thủy tinh, mà chúng cũng có thể bị ảnh hưởng bởi các bước xử lý sau đó, có nhiệt độ cao, như, ví dụ, việc lắng đọng tranzito màng mỏng trên thủy tinh hiển thị. Các lượng nhỏ của việc nén của các thủy tinh trải qua các quy trình xử lý nhiệt độ cao có thể tác động tới kết quả của việc xử lý sau. Trong trường hợp của thủy tinh hiển thị, mẫu mạch điện tử và để thủy tinh có thể không khớp, và cần thiết phải có các việc điều chỉnh và hiệu chỉnh cho việc xử lý, vốn là khó và không giải quyết vấn đề một cách hoàn toàn. Theo đó, dù có duy trì các tính chất trong suốt việc tạo thành ban đầu của thủy tinh hay loại bỏ các thay đổi trong quá trình xử lý sau, thì vẫn có nhu cầu về các thủy tinh với cấu trúc và các tính chất không nhạy với lịch sử nhiệt. Các thủy tinh chứa kiềm không nhạy với lịch sử nhiệt được bộc lộ và được mô tả ở đây tạo ra các thủy tinh với cấu trúc và các tính chất ổn định.

Các tính chất vật lý của các hợp phần thủy tinh chứa kiềm như được mô tả ở trên sẽ được thảo luận. Các tính chất vật lý này có thể đạt được bằng cách biến đổi các lượng thành phần của hợp phần thủy tinh chứa kiềm, như sẽ được thảo luận chi tiết hơn với tham khảo tới các ví dụ.

Nhiệt độ hư cấu là thông số để đặc trưng cho cấu trúc và các tính chất của thủy tinh. Tốc độ làm nguội từ phần nóng chảy làm ảnh hưởng tới nhiệt độ hư cấu. Tốc độ làm nguội càng nhanh thì nhiệt độ hư cấu càng cao. Với nhiều thủy tinh, các tính chất như suất Young, môđun cắt, chiết xuất, và khối lượng riêng sẽ giảm với việc tăng nhiệt độ hư cấu. Tốc độ của thay đổi trong các tính chất này với nhiệt độ hư cấu phụ thuộc vào hợp phần thủy tinh. Nhiệt độ hư cấu của thủy tinh có thể được đặt bằng cách giữ thủy tinh tại nhiệt độ đã cho trong khoảng giới hạn chuyển tiếp thủy tinh. Thời gian tối thiểu cần thiết để đặt lại nhiệt độ hư cấu là xấp xỉ $30^* ((\text{độ nhớt của thủy tinh tại nhiệt độ xử lý sơ bộ}) / \text{môđun cắt})$. Để đảm bảo việc thư giãn hoàn toàn cho nhiệt độ hư cấu mới, các thủy tinh có thể được giữ tại các thời điểm vượt xa $30^* ((\text{độ nhớt của thủy tinh tại nhiệt độ xử lý sơ bộ}) / \text{môđun cắt})$.

Khi nhiệt độ hư cấu giảm, thủy tinh cụ thể (như, ví dụ, các silicat vô định hình) thể hiện khối lượng riêng, độ cứng, suất đàn hồi, và chiết xuất tăng. Với các thủy tinh này, cấu trúc của thủy tinh tạo thành cấu trúc mở của phần nóng chảy theo việc làm nguội nhanh (nhiệt độ hư cấu cao), nhưng nó thu gọn thành cấu trúc đậm đặc hơn gần với chất rắn theo việc làm nguội chậm (nhiệt độ hư cấu thấp). Các loại thủy tinh khác (như, ví dụ, các thủy tinh của SiO_2) thể hiện các xu hướng tính chất trái ngược: làm giảm khối lượng riêng, độ cứng, suất đàn hồi, và chiết xuất như là hàm của việc giảm nhiệt độ hư cấu. Các xu hướng trái ngược được thể hiện bởi các loại thủy tinh khác nhau này được sử dụng để làm rõ các hợp phần thủy tinh có các tính chất là không nhạy với lịch sử nhiệt (còn được đề cập tới ở đây như là “độc lập với nhiệt độ hư cấu”).

Các thủy tinh độc lập với nhiệt độ hư cấu có thể được làm nóng chảy sử dụng các kỹ thuật truyền thống và có các tính chất không thay đổi (hoặc thay đổi rất ít) như là hàm của lịch sử nhiệt. Các thủy tinh với các tính chất ổn định nhiệt là giá trị cho các sản phẩm bất kỳ yêu cầu việc xử lý sau ở nhiệt độ do thủy tinh không co rút khi được phơi ra trước nhiệt độ cao.

Theo các phương án thực hiện, sự nhạy cảm của nhiệt độ với lịch sử nhiệt của nó có thể được đo bởi việc so sánh suất Young của thủy tinh với nhiệt độ hư cấu được đặt tới nhiệt độ điểm ủ (còn được đề cập tới ở đây như là “điểm cuối thứ nhất”) và suất Young của thủy tinh với nhiệt độ hư cấu được đặt tới nhiệt độ điểm biến dạng (được đề cập tới ở đây như là “điểm cuối thứ hai”). Cần hiểu rằng các thủy tinh với độ nhạy thấp hơn với lịch sử nhiệt của chúng sẽ có suất Young tại điểm cuối thứ nhất là tương tự như suất Young tại điểm cuối thứ hai, do nó thể hiện rằng suất Young là không bị ảnh hưởng một cách đáng kể bởi lịch sử nhiệt của thủy tinh. Do đó, độ nhạy của hợp phần thủy tinh với lịch sử nhiệt của nó có thể được xác định bởi độ nghiêng của đường giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai. Theo các phương án thực hiện này, độ nghiêng có thể được định nghĩa như là thay đổi trong suất Young (GPa) cho mỗi 1°C thay đổi trong nhiệt độ hư cấu. Cụ thể là, độ nghiêng của đường này càng gần 0,0, thì thủy tinh càng ít nhạy với lịch sử nhiệt của nó. Hàm này là tuyệt đối và nó không quan tâm tới việc xem liệu độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai là dương hay âm. Ví dụ, khi suất Young của thủy tinh được đo tại điểm cuối thứ nhất và

điểm cuối thứ hai, và đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai có độ nghiêng là 0,02, thì độ nhảy của thủy tinh với lịch sử nhiệt của nó sẽ khoảng giống như độ nhảy của thủy tinh mà trong đó đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai và có độ nghiêng là -0,02. Do đó, theo các phương án thực hiện độ nghiêng của thủy tinh được xem xét như là trị số tuyệt đối.

Suất Young được sử dụng làm điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai để xác định độ nhảy của thủy tinh với lịch sử nhiệt của nó do suất Young có thể được đo với độ chính xác cao, như bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả bên dưới để đo suất Young. Theo các phương án thực hiện, trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng |0,020|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,019|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,018|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,017|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,016|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,015|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,014|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,013|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,012|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,011|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,010|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,009|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,008|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,007|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,006|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,005|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,004|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,003|, nhỏ hơn hoặc bằng |0,002|, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng |0,001|. Cần hiểu rằng với từng trị số trong các trị số nêu trên, trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai là lớn hơn hoặc bằng |0,000|. Không bị bó buộc vào lý thuyết cụ thể nào, tin rằng các thủy tinh mà trong đó trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng |0,020| là đặc biệt hữu dụng do thể tích của các thủy tinh này không thay đổi, không quan tâm tới các phương pháp và các điều kiện sản xuất được sử dụng để sản xuất thủy tinh. Tin rằng, một lần nữa không bị bó buộc vào lý thuyết cụ thể nào, các thủy tinh bao gồm các lượng lớn silic đioxit, và có thể là các đơn vị tứ diện khác, và ít nhất hai oxit kim loại kiềm là có vẻ là không nhạy với các lịch sử nhiệt và, do đó, có thể là có trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai là nhỏ hơn hoặc bằng |0,020|. Các hợp phần thủy tinh đáp ứng các yêu cầu này được mô tả bên dưới. Như được sử dụng ở đây, trong đó khoảng giới hạn của trị số số học của độ nghiêng được chỉ thị là trị số tuyệt đối bởi các cột thẳng đứng, các khoảng giới hạn đề cập tới trị số tuyệt đối của độ nghiêng. Ví dụ, trong đó độ

ngiên được chỉ thị là “nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$ ” thì cách biểu diễn đề cập tới trị số tuyệt đối của độ nghiêng, sao cho độ nghiêng trong khoảng giới hạn từ -0,020 đến 0,020 sẽ được bao gồm.

Các hợp phần thủy tinh theo các phương án thực hiện có thể có khối lượng riêng, không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng $2,20 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,60 \text{ g/cm}^3$, như từ lớn hơn hoặc bằng $2,25 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,60 \text{ g/cm}^3$, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng $2,30 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,60 \text{ g/cm}^3$, từ lớn hơn hoặc bằng $2,35 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,60 \text{ g/cm}^3$, từ lớn hơn hoặc bằng $2,40 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,60 \text{ g/cm}^3$, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng $2,45 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,60 \text{ g/cm}^3$. Theo các phương án thực hiện khác, hợp phần thủy tinh có thể có khối lượng riêng từ lớn hơn hoặc bằng $2,20 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,45 \text{ g/cm}^3$, từ lớn hơn hoặc bằng $2,20 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,40 \text{ g/cm}^3$, từ lớn hơn hoặc bằng $2,20 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,35 \text{ g/cm}^3$, từ lớn hơn hoặc bằng $2,20 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,30 \text{ g/cm}^3$, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng $2,20 \text{ g/cm}^3$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $2,25 \text{ g/cm}^3$, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Các giá trị khối lượng riêng được nêu trong bản mô tả này để chỉ giá trị khi được đo bằng phương pháp nổi theo tiêu chuẩn ASTM C693-93(2013).

Các hợp phần thủy tinh theo các phương án thực hiện có thể có hệ số giãn nở nhiệt (coefficient of thermal expansion - CTE), không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng $65 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $105 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, như từ lớn hơn hoặc bằng $70 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $100 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, từ lớn hơn hoặc bằng $75 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $95 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng $80 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $90 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}$, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. CTE được đo qua khoảng giới hạn nhiệt độ từ 0°C đến 300°C và được biểu diễn theo nghĩa của $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ và được xác định sử dụng nở kế cần ẩn phù hợp với tiêu chuẩn ASTM E228-11.

Các hợp phần thủy tinh theo các phương án thực hiện có thể có suất Young, không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng $60,0 \text{ GPa}$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $80,0 \text{ GPa}$, như từ lớn hơn hoặc bằng $62,0 \text{ GPa}$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $78,0 \text{ GPa}$, từ lớn

hơn hoặc bằng 64,0 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 76,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 66,0 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 74,0 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 68,0 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 72,0 GPa, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Trị số suất Young được nêu trong bản mô tả này để chỉ một trị số được đo bằng kỹ thuật quang phổ siêu âm cộng hưởng thường được trình bày trong tiêu chuẩn ASTM E2001-13, có tên “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts.”

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh có thể có hệ số Poisson, không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng 0,185 tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,220, như từ lớn hơn hoặc bằng 0,190 tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,215, từ lớn hơn hoặc bằng 0,195 tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,210, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 0,200 tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,205, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Các trị số hệ số Poisson được trích dẫn trong phần mô tả này để cập tới trị số như được đo bởi kỹ thuật quang phổ kế cộng hưởng từ theo loại chung được nêu trong tiêu chuẩn ASTM E2001-13, có tên là “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts.”

Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh có thể có môđun cắt, không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng 27,0 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 33,0 GPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 27,5 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 32,5 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 28,0 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 32,0 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 28,5 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 31,5 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 29,0 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 31,0 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 29,5 GPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 30,5 GPa, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Các trị số môđun cắt được trích dẫn trong bản mô tả này để cập tới trị số được đo bởi kỹ thuật quang phổ kế cộng hưởng từ theo loại chung được nêu trong tiêu chuẩn ASTM E2001-13, có tên là “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts.”

Hợp phần thủy tinh có thể, theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, có điểm biến dạng, không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng 440 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 535 °C, như từ lớn hơn hoặc bằng 445 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 530 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 450 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 525 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 455 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 520 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 460 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 515 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 465 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 510 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 470 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 505 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 475 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 500 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 480 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 495 °C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 485 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 490 °C, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Điểm biến dạng được xác định sử dụng phương pháp độ nhót uốn chùm theo tiêu chuẩn ASTM C598-93(2013).

Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh có thể có điểm ủ, không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng 480 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 590 °C, như từ lớn hơn hoặc bằng 485 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 585 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 490 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 580 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 495 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 575 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 500 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 570 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 505 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 565 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 510 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 560 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 515 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 555 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 520 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 550 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 525 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 545 °C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 530 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 540 °C, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Điểm ủ được xác định sử dụng phương pháp độ nhót uốn chùm theo tiêu chuẩn ASTM C598-93(2013).

Hợp phần thủy tinh may, theo các phương án thực hiện, có điểm làm mềm, không quan tâm tới nhiệt độ hư cấu, từ lớn hơn hoặc bằng 700 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 870 °C, như từ lớn hơn hoặc bằng 705 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 865 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 710 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 860 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 715 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 855 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 720 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 850 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 725 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 845 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 730 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 840 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 735 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 835 °C,

từ lớn hơn hoặc bằng 740 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 830 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 745 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 825 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 750 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 820 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 755 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 815 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 760 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 810 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 765 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 805 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 770 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 800 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 775 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 795 °C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 780 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 790 °C, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Điểm làm mềm được xác định bằng phương pháp độ nhót tấm song song theo tiêu chuẩn ASTM C1351M-96(2012).

Các hợp phần thủy tinh chứa kiềm là không nhạy với lịch sử nhiệt sẽ được mô tả ở đây. Theo các phương án thực hiện của các hợp phần thủy tinh được mô tả ở đây, nồng độ của các thành phần hợp thành (ví dụ, SiO_2 , Al_2O_3 , Li_2O , Na_2O và dạng tương tự) được cho theo phần trăm mol (% mol) trên cơ sở oxit, trừ khi được chỉ ra theo cách khác. Các thành phần của hợp phần thủy tinh chứa kiềm, không nhạy với lịch sử nhiệt theo các phương án thực hiện được thảo luận một cách riêng rẽ dưới đây. Cần hiểu rằng khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn được trích dẫn khác nhau của một thành phần có thể được kết hợp một cách riêng rẽ với khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn được trích dẫn khác nhau cho thành phần bất kỳ khác.

Theo các phương án thực hiện của các hợp phần thủy tinh chứa kiềm không nhạy với nhiệt độ được bộc lộ ở đây, SiO_2 là thành phần cấu tạo lớn nhất và, như vậy, SiO_2 là thành phần cấu tạo sơ cấp của mạng lưới thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh. SiO_2 nguyên chất có CTE tương đối thấp và là không có kiềm. Tuy nhiên, SiO_2 nguyên chất có điểm nóng chảy cao. Theo đó, nếu nồng độ của SiO_2 trong hợp phần thủy tinh là quá cao, thì việc tạo thành của hợp phần thủy tinh có thể được giảm khi các nồng độ cao của SiO_2 tăng độ khó của việc làm nóng chảy thủy tinh, vốn, đến lượt nó gây tác động bất lợi lên khả năng hình thành của thủy tinh. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh nói chung bao gồm SiO_2 trong lượng lớn hơn hoặc bằng 69,0 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 70,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 71,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 72,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 73,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 74,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 75,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 76,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 77,0 % mol, lớn

hơn hoặc bằng 78,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 79,0 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 80,0 % mol. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm SiO_2 trong các lượng nhỏ hơn hoặc bằng 82,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 81,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 80,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 79,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 78,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 77,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 76,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 74,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 73,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 72,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 71,0 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 70,0 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, hợp phần thủy tinh bao gồm SiO_2 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 69,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 82,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 81,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 71,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 80,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 72,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 79,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 73,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 78,0 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 74,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 77,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm SiO_2 với các lượng từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Hợp phần thủy tinh theo các phương án thực hiện còn có thể chứa Al_2O_3 . Al_2O_3 có thể phục vụ như thành phần tạo thành mạng lưới thủy tinh, tương tự như SiO_2 . Al_2O_3 có thể làm tăng độ nhớt của hợp phần thủy tinh do tọa độ tứ diện của nó trong phần nóng chảy thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh, làm giảm khả năng tạo thành của hợp phần thủy tinh khi lượng Al_2O_3 là quá cao. Tuy nhiên, khi nồng độ của Al_2O_3 được làm cân bằng so 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 lỏng của phần nóng chảy thủy tinh, nhờ đó tăng cường độ nhớt đường lỏng và cải thiện khả năng tương thích của hợp phần thủy tinh với các quy trình tạo hình cụ thể, như quy trình tạo hình dung hợp. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh nói chung bao gồm Al_2O_3 ở nồng độ lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 9,0 % mol,

lớn hơn hoặc bằng 10,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 11,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 12,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 13,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 14,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 16,0 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 17,0 % mol. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm Al_2O_3 với các lượng nhỏ hơn hoặc bằng 18,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 17,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 16,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 14,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 13,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, hợp phần thủy tinh bao gồm Al_2O_3 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 18,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 17,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 9,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 16,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 10,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 11,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 14,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm lượng Al_2O_3 từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

SiO_2 và Al_2O_3 là các thành phần tạo thành mạng lưới thủy tinh và, theo các phương án thực hiện, các thành phần tạo thành mạng lưới thủy tinh này chứa phần đáng kể của hợp phần thủy tinh. Ví dụ, theo các phương án thực hiện, tổng của SiO_2 và Al_2O_3 trong hợp phần thủy tinh là lớn hơn hoặc bằng 80,0 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 81,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 82,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 83,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 84,0 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 85,0 % mol. Theo các phương án thực hiện, tổng của SiO_2 và Al_2O_3 trong hợp phần thủy tinh là nhỏ hơn hoặc bằng 86,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 85,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 84,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 83,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 82,0 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 81,0 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương

án thực hiện khác, tổng của SiO_2 và Al_2O_3 trong hợp phần thủy tinh là từ lớn hơn hoặc bằng 80,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 86,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 81,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 85,0 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 82,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 84,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Việc thêm vào của lithi trong thủy tinh cho phép thực hiện quy trình trao đổi ion và còn làm giảm điểm làm mềm của thủy tinh. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh nói chung bao gồm Li_2O trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,0 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 1,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 1,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 2,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 2,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 3,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 3,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 4,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 4,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 5,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 5,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 6,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 6,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 7,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 8,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 9,0 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 9,5 % mol. Theo một số phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm Li_2O với các lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 % mol, như nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 7,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 6,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 5,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 4,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác nữa, hợp phần thủy tinh bao gồm Li_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 2,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 % mol, từ lớn hơn hoặc

bằng 2,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 3,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 7,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 3,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 4,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 6,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Giống như Li_2O , Na_2O trợ giúp khả năng trao đổi ion của hợp phần thủy tinh, và cũng làm giảm điểm làm mềm của hợp phần thủy tinh và cải thiện khả năng tạo hình của hợp phần thủy tinh. Tuy nhiên, nếu quá nhiều Na_2O được thêm vào hợp phần thủy tinh, thì CTE có thể quá cao. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh nói chung bao gồm Na_2O trong lượng lớn hơn hoặc bằng 3,0 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 3,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 4,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 4,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 5,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 5,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 6,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 6,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 7,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 8,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 9,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 9,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 10,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 10,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 11,0 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 11,5 % mol. Theo một số phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm Na_2O trong các lượng nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 11,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 7,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 6,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 5,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 4,0 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, hợp phần thủy tinh bao gồm Na_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 3,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 3,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 11,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 4,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 4,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 5,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 5,5 % mol tới nhỏ hơn

hoặc bằng 9,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 6,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 6,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Giống như Na_2O , K_2O cũng thúc đẩy việc trao đổi ion và làm tăng DOC của lớp ứng suất nén. Tuy nhiên, việc thêm K_2O có thể gây ra việc tăng CTE. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh nói chung bao gồm K_2O trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,0 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 1,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 1,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 2,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 2,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 3,0 % mol, as lớn hơn hoặc bằng 3,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 4,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 4,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 5,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 5,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 6,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 6,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 7,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 8,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 9,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 9,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 10,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 10,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 11,0 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 11,5 % mol. Theo một số phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm K_2O với các lượng nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 11,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 7,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 6,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 5,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 4,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, hợp phần thủy tinh bao gồm K_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 3,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 11,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 4,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 4,5 % mol tới nhỏ hơn

hoặc bằng 10,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 5,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 5,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 6,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 6,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo một số phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm K_2O trong các lượng từ lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 % mol

Tổng của 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 hợp phần thủy tinh có thể được đề cập tới như là " R_2O ", và R_2O có thể được biểu diễn theo % mol. Tuy nhiên, như được sử dụng ở đây, R_2O chứa ít nhất hai oxit kim loại kiềm và, theo một số phương án thực hiện, chứa hai oxit kim loại kiềm, chứa ba oxit kim loại kiềm, hoặc chứa bốn oxit kim loại kiềm. Theo một số phương án thực hiện, R_2O có thể là tổ hợp của Li_2O và Na_2O . Theo các phương án thực hiện khác, R_2O có thể là tổ hợp của Na_2O và K_2O . Theo các phương án thực hiện khác nữa, R_2O có thể là tổ hợp của Li_2O và K_2O . Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, R_2O có thể là tổ hợp của Li_2O , Na_2O , và K_2O . Theo các phương án thực hiện, mỗi oxit trong các oxit kim loại kiềm bao gồm R_2O có mặt trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol. Ví dụ, nếu R_2O bao gồm Li_2O và Na_2O , thì cả Li_2O và Na_2O có mặt trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol, và nếu R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , thì tất cả trong số Li_2O , Na_2O , và K_2O có mặt trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm R_2O trong lượng lớn hơn hoặc bằng 14,0 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 14,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 15,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 16,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 16,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 17,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 17,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 18,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 18,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 19,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 19,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 20,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 20,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 21,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 21,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 22,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 22,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 23,0 % mol, lớn hơn hoặc bằng 23,5 % mol, lớn hơn hoặc bằng 24,0 % mol, hoặc lớn hơn

hoặc bằng 24,5 % mol. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm R_2O trong lượng nhỏ hơn hoặc bằng 25,0 % mol, như nhỏ hơn hoặc bằng 24,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 24,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 23,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 23,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 22,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 22,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 21,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 20,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 20,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 19,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 19,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 18,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 18,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 17,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 17,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 16,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 16,0 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 15,5 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 14,5 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, hợp phần thủy tinh bao gồm R_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 14,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 14,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 24,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 24,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 15,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 23,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 23,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 22,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 17,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 22,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 17,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21,5 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 18,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Theo các phương án thực hiện, R_2O bao gồm Na_2O và Li_2O . Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm Na_2O và Li_2O , tỉ lệ của Na_2O/Li_2O , theo % mol, là lớn hơn hoặc bằng 1,0, như lớn hơn hoặc bằng 1,2, lớn hơn hoặc bằng 1,4, lớn hơn hoặc bằng 1,6, lớn hơn hoặc bằng 1,8, lớn hơn hoặc bằng 2,0, lớn hơn hoặc bằng 2,2, lớn hơn hoặc bằng 2,4, lớn hơn hoặc bằng 2,6, hoặc lớn hơn hoặc bằng 2,8. Theo một số phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm Na_2O và Li_2O , thì tỉ lệ của Na_2O/Li_2O , theo % mol, là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0, như nhỏ hơn hoặc bằng 2,8, nhỏ hơn hoặc bằng 2,6, nhỏ hơn hoặc bằng 2,4, nhỏ hơn hoặc bằng 2,2, nhỏ hơn hoặc bằng 2,0, nhỏ hơn hoặc bằng 1,8, nhỏ hơn hoặc bằng 1,6, nhỏ hơn hoặc bằng 1,4, hoặc nhỏ hơn

hoặc bằng 1,2. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác nữa, trong đó R_2O bao gồm Na_2O và Li_2O , thì tỉ lệ của Na_2O/Li_2O , theo % mol, là từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 tới nhỏ hơn hoặc bằng 3,0, như từ lớn hơn hoặc bằng 1,2 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,8, từ lớn hơn hoặc bằng 1,4 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,6, từ lớn hơn hoặc bằng 1,6 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,4, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 1,8 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,2, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Theo các phương án thực hiện, R_2O bao gồm K_2O và Na_2O , và tổng của K_2O và Na_2O là từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 15,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 19,5 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 17,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 19,0 % mol. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm K_2O và Na_2O , tỉ lệ của K_2O/Na_2O , theo % mol, là lớn hơn hoặc bằng 1,0, như lớn hơn hoặc bằng 1,2, lớn hơn hoặc bằng 1,4, lớn hơn hoặc bằng 1,6, lớn hơn hoặc bằng 1,8, lớn hơn hoặc bằng 2,0, lớn hơn hoặc bằng 2,2, lớn hơn hoặc bằng 2,4, lớn hơn hoặc bằng 2,6, hoặc lớn hơn hoặc bằng 2,8. Theo một số phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm K_2O và Na_2O , tỉ lệ của K_2O/Na_2O , theo % mol, là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0, như nhỏ hơn hoặc bằng 2,8, nhỏ hơn hoặc bằng 2,6, nhỏ hơn hoặc bằng 2,4, nhỏ hơn hoặc bằng 2,2, nhỏ hơn hoặc bằng 2,0, nhỏ hơn hoặc bằng 1,8, nhỏ hơn hoặc bằng 1,6, nhỏ hơn hoặc bằng 1,4, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1,2. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác nữa, trong đó R_2O bao gồm K_2O và Na_2O , tỉ lệ của K_2O/Na_2O , theo % mol, là từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 tới nhỏ hơn hoặc bằng 3,0, như từ lớn hơn hoặc bằng 1,2 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,8, từ lớn hơn hoặc bằng 1,4 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,6, từ lớn hơn hoặc bằng 1,6 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,4, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 1,8 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,2, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Theo các phương án thực hiện, R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , và tổng của Li_2O , Na_2O , và K_2O là từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 15,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20,5 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 19,5 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 17,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 19,0 % mol. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , tỉ lệ của K_2O/Li_2O , theo % mol, là lớn hơn hoặc bằng 1,0, như lớn hơn hoặc bằng 1,5, lớn hơn hoặc bằng 2,0, lớn hơn hoặc bằng 2,5, lớn hơn hoặc bằng 3,0, lớn hơn hoặc bằng 3,5, lớn hơn hoặc bằng 4,0, lớn hơn hoặc bằng 4,5, lớn hơn hoặc bằng 5,0, lớn hơn hoặc bằng 5,5, lớn hơn hoặc bằng 6,0, lớn hơn hoặc bằng 6,5, hoặc lớn hơn hoặc bằng 7,0. Theo một số phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , tỉ lệ của K_2O/Li_2O , theo % mol, là nhỏ hơn hoặc bằng 7,5, như nhỏ hơn hoặc bằng 7,0, nhỏ hơn hoặc bằng 6,5, nhỏ hơn hoặc bằng 6,0, nhỏ hơn hoặc bằng 5,5, nhỏ hơn hoặc bằng 5,0, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5, nhỏ hơn hoặc bằng 4,0, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5, nhỏ hơn hoặc bằng 3,0, nhỏ hơn hoặc bằng 2,8, nhỏ hơn hoặc bằng 2,6, nhỏ hơn hoặc bằng 2,4, nhỏ hơn hoặc bằng 2,2, nhỏ hơn hoặc bằng 2,0, nhỏ hơn hoặc bằng 1,8, nhỏ hơn hoặc bằng 1,6, nhỏ hơn hoặc bằng 1,4, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1,2. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác nữa trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , tỉ lệ của K_2O/Li_2O , theo % mol, là từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 tới nhỏ hơn hoặc bằng 7,5, như từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 tới nhỏ hơn hoặc bằng 7,0, từ lớn hơn hoặc bằng 2,0 tới nhỏ hơn hoặc bằng 6,5, từ lớn hơn hoặc bằng 2,5 tới nhỏ hơn hoặc bằng 6,0, từ lớn hơn hoặc bằng 3,0 tới nhỏ hơn hoặc bằng 5,5, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 3,5 tới nhỏ hơn hoặc bằng 5,0, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo một số phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , tỉ lệ của K_2O/Na_2O , theo % mol, là lớn hơn hoặc bằng 1,0, như lớn hơn hoặc bằng 1,2, lớn hơn hoặc bằng 1,4, lớn hơn hoặc bằng 1,6, lớn hơn hoặc bằng 1,8, lớn hơn hoặc bằng 2,0, lớn hơn hoặc bằng 2,2, lớn hơn hoặc bằng 2,4, lớn hơn hoặc bằng 2,6, hoặc lớn hơn hoặc bằng 2,8. Theo một số phương án thực hiện trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , tỉ lệ của K_2O/Na_2O , theo % mol, là nhỏ hơn hoặc bằng

3,0, nhỏ hơn hoặc bằng 2,8, nhỏ hơn hoặc bằng 2,6, nhỏ hơn hoặc bằng 2,4, nhỏ hơn hoặc bằng 2,2, nhỏ hơn hoặc bằng 2,0, nhỏ hơn hoặc bằng 1,8, nhỏ hơn hoặc bằng 1,6, nhỏ hơn hoặc bằng 1,4, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1,2. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác nữa trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , tỉ lệ của K_2O/Na_2O , theo % mol, là từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 tới nhỏ hơn hoặc bằng 3,0, như từ lớn hơn hoặc bằng 1,2 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,8, từ lớn hơn hoặc bằng 1,4 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,6, từ lớn hơn hoặc bằng 1,6 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,4, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 1,8 tới nhỏ hơn hoặc bằng 2,2, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh có thể còn tùy chọn chứa một hoặc nhiều tác nhân tinh chế. Theo một số phương án thực hiện, các tác nhân tinh chế có thể bao gồm, ví dụ, SnO_2 . Theo các phương án thực hiện này, SnO_2 có thể có mặt trong hợp phần thủy tinh trong lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 0,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo các phương án thực hiện khác, SnO_2 có thể có mặt trong hợp phần thủy tinh trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,1 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo một số phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh có thể không có SnO_2 .

Theo các phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh có thể về cơ bản là không có một trong hai hoặc cả hai acsen và antimon. Theo các phương án thực hiện khác, vật phẩm thủy tinh có thể không có một trong hai hoặc cả hai acsen và antimon.

Từ phần nêu trên, các hợp phần thủy tinh theo các phương án thực hiện có thể được tạo thành bởi phương pháp thích hợp bất kỳ, như tạo hình nóng, tạo hình nổi, các xử lý cuộn, các xử lý tạo hình dung hợp, v.v.

Vật phẩm thủy tinh có thể đặc trưng bởi cách thức tạo ra nó. Ví dụ, vật phẩm thủy tinh có thể được đặc trưng là có thể tạo ra bằng phương pháp nổi (tức là, được tạo ra bằng quy trình nổi), có thể được tạo ra bằng phương pháp rút xuống và, cụ thể là, có thể tạo ra bằng phương pháp dung hợp hoặc kéo qua khe (tức là, được tạo ra bằng quy trình rút xuống như quy trình kéo dung hợp hoặc quy trình rút qua khe).

Một số phương án thực hiện của các vật phẩm thủy tinh được mô tả ở đây có thể được tạo thành bởi truy trình rút xuống. Các quy trình rút xuống tạo ra các vật phẩm thủy tinh có độ dày đồng đều mà có các bề mặt tương đối tinh khôi. Vì độ bền uốn trung bình của vật phẩm thủy tinh được kiểm soát bằng số lượng và kích cỡ các vết rạn trên bề mặt, nên bề mặt ban sơ có sự tiếp xúc tối thiểu sẽ có độ bền ban đầu cao hơn. Ngoài ra, các vật phẩm thủy tinh được rút 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 thực hiện của các vật phẩm thủy tinh có thể được mô tả là có thể tạo hình được bằng dung hợp (tức là, tạo hình được sử dụng các quy trình rút dung hợp). Ví dụ, quy trình dung hợp sử dụng bể rút có kênh nhận vật liệu thô thủy tinh nóng chảy. Kênh này có các cửa tràn mở ở phần trên, dọc theo chiều dài kênh trên cả hai phía 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 rút dưới dạng hai màng thủy tinh chảy. Các bề mặt ngoài này của bể rút kéo dài xuống dưới và hướng vào phía trong sao cho chúng gặp nhau ở mép dưới bể rút. Hai màng thủy tinh chảy này gặp nhau ở cạnh này để dung hợp và tạo ra một vật phẩm thủy tinh chảy duy nhất. Phương pháp rút 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 thực hiện của các vật phẩm thủy tinh được mô tả ở đây có thể được tạo thành bởi truy trình rút qua khe. Quy trình rút qua khe khác với quy trình rút dung hợp. Trong các quy trình rút qua khe, vật liệu thủy tinh thô nóng chảy được cấp

vào bể rút. Đáy của bể rút có khe mở với miệng kéo dài theo độ dài của khe này. Thủy tinh nóng chảy chảy qua khe/vòi và được kéo xuôi xuống dưới dạng vật phẩm thủy tinh liên tục và chuyển vào vùng ủ.

Theo các phương án thực hiện, các hợp phần thủy tinh chứa kiềm có thể được gia cường, như bởi việc trao đổi ion, làm cho thủy tinh có khả năng chống lại phá hủy cho các ứng dụng như, nhưng không hạn chế ở, thủy tinh cho các phần che phủ thủy tinh. Với tham khảo tới Fig.1, thủy tinh có vùng thứ nhất dưới ứng suất nén (ví dụ, các lớp nén thứ nhất và thứ hai 120, 122 trên Fig.1) kéo dài từ bề mặt tới độ sâu nén (depth of compression - DOC) của thủy tinh và vùng thứ hai (ví dụ, vùng trung tâm 130 trên Fig.1) dưới ứng suất căng hoặc việc căng trung tâm (central tension - CT) kéo dài từ DOC vào trong trung tâm hoặc vùng bên trong của thủy tinh. Như được sử dụng ở đây, DOC đề cập tới độ sâu mà tại đó ứng suất nằm trong vật phẩm thủy tinh thay đổi từ nén thành kéo. Tại DOC, ứng suất vượt từ ứng suất dương (nén) tới ứng suất âm (kéo) và do đó thể hiện trị số ứng suất bằng không.

Theo cách thông thường được sử dụng trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế, việc nén ứng suất nén được biểu diễn như là ứng suất âm (< 0) và việc 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 với khoảng cách d từ bề mặt theo hàm. Đề cập lần nữa tới Fig.1, lớp nén thứ nhất 120 mở rộng từ bề mặt thứ nhất 110 tới độ sâu d_1 và lớp nén thứ hai 122 mở rộng từ bề mặt thứ hai 112 tới độ sâu d_2 . Cùng với nhau, các đoạn này xác định việc nén hoặc CS của thủy tinh 100. Ứng suất nén (bao gồm CS bề mặt) được đo bằng dụng cụ đo ứng suất bề mặt (surface stress meter - FSM) sử dụng các thiết bị sẵn có trên thị trường như FSM-6000 do Orihara Industrial Co., Ltd. (Japan) sản xuất. Các số đo ứng suất bề mặt phụ thuộc vào phép đo chính xác của hệ số quang ứng suất (stress optical coefficient - SOC), vốn liên quan tới tính lưỡng chiết quang của thủy tinh. Đến lượt nó, 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 nó được hợp nhất 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 việc căng được lưu trữ trong vùng trung tâm (130) của thủy tinh. Các trị số căng trung tâm (central tension - CT) tối đa 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. Phương pháp trường gần khúc xạ (Refracted near-field - RNF) hoặc SCALP có thể được sử dụng để đo biên dạng ứng suất. Khi phương pháp RNF được sử dụng để đo biên dạng ứng suất, trị số CT tối đa được tạo ra bởi SCALP được sử dụng trong phương pháp RNF. Cụ thể là, biên dạng ứng suất được đo bởi RNF được cân bằng lực và được hiệu chỉnh tới trị số CT tối đa được cấp phép đo SCALP. Phương pháp RNF được mô tả trong bằng sáng chế Mỹ số 8,854,623, có tiêu đề “Systems and methods for measuring a profile characteristic của glass sample”, được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn toàn bộ. Cụ thể, phương pháp RNF bao gồm bước đặt vật thể gốc thủy tinh liền kề với khối tham chiếu, tạo chùm ánh sáng chuyển trạng thái phân cực được chuyển giữa các trạng thái phân cực trực giao ở tốc độ từ 1 Hz đến 50 Hz, đo lường công suất trong chùm ánh sáng chuyển trạng thái phân cực và tạo tín hiệu tham chiếu chuyển trạng thái phân cực, trong đó các lượng công suất đo được trong mỗi trạng thái phân cực trực giao nằm trong khoảng 50% so với nhau. Phương pháp này còn bao gồm bước truyền chùm ánh sáng chuyển trạng thái phân cực qua mẫu thủy tinh và khối tham chiếu ở những độ sâu khác nhau vào mẫu thủy tinh, sau đó chuyển tiếp chùm ánh sáng chuyển trạng thái phân cực đã truyền vào bộ phát hiện quang tín hiệu bằng cách sử dụng hệ thống quang học chuyển tiếp, với bộ phát hiện quang tín hiệu sinh ra tín hiệu bộ phát hiện chuyển trạng thái phân cực. Phương pháp này cũng bao gồm bước chia tín hiệu của bộ phát hiện cho tín hiệu tham chiếu để tạo ra tín hiệu bộ phát hiện chuẩn hóa và xác định biên dạng đặc trưng cho mẫu thủy tinh từ tín hiệu bộ phát hiện đã chuẩn hóa.

Các lớp ứng suất nén có thể được tạo thành trong thủy tinh bằng cách phơi thủy tinh ra trước dung dịch trao đổi ion. Theo các phương án thực hiện, dung dịch trao đổi ion có thể là muối nitrat nóng chảy. Theo một số phương án thực hiện, 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 thực hiện cụ thể, dung dịch trao đổi ion có thể chứa khoảng 80% KNO_3 nóng chảy, khoảng 75% KNO_3 nóng chảy, khoảng 70% KNO_3 nóng chảy, khoảng 65% KNO_3 nóng chảy, hoặc khoảng 60% KNO_3 nóng chảy. Theo các phương án thực hiện cụ thể, dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm khoảng 20% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 25% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 30% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 35% NaNO_3 nóng chảy, hoặc khoảng 40% NaNO_3 nóng chảy. Theo các phương án thực hiện khác, dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm 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 giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo các phương án thực hiện, các muối natri và kali khác cũng có thể được sử dụng trong dung dịch trao đổi ion, như, ví dụ các natri hoặc kali nitrit, các phosphat, hoặc các sulfat.

Hợp phần thủy tinh có thể được phơi ra trước dung dịch trao đổi ion bằng cách nhúng vật phẩm thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh vào trong bể của dung dịch trao đổi ion, phun dung dịch trao đổi ion lên trên vật phẩm thủy tinh được tạo ra từ hợp phần thủy tinh, hoặc theo cách khác là áp dụng một cách vật lý dung dịch trao đổi ion vào vật phẩm thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh. Theo việc phơi tới hợp phần thủy tinh, dung dịch trao đổi ion có thể, theo các phương án thực hiện, ở nhiệt độ từ lớn hơn hoặc bằng 400 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 500 °C, như từ lớn hơn hoặc bằng 410 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 490 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 420 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 480 °C, từ lớn hơn hoặc bằng 430 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 470 °C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 440 °C tới nhỏ hơn hoặc bằng 460 °C, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh có thể được phơi ra trước dung dịch trao đổi ion trong khoảng thời gian từ lớn hơn hoặc bằng 4 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 48 giờ, như từ lớn hơn hoặc bằng 8 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 44 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 12 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 40 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 16 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 36 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 20 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 32 giờ, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 24 giờ tới nhỏ hơn hoặc

bằng 28 giờ, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Quy trình trao đổi ion có thể được thực hiện trong dung dịch trao đổi ion dưới các điều kiện xử lý tạo ra biên dạng ứng suất nén được cải thiện như được bộc lộ, ví dụ, trong công bố đơn sáng chế Mỹ số No. 2016/0102011, vốn được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn.

Sau khi quy trình trao đổi ion đã được thực hiện, cần phải hiểu rằng hợp phần tại bề mặt của vật phẩm thủy tinh có thể khác với hợp phần của vật phẩm thủy tinh khi vừa được tạo thành (*tức là*, vật phẩm thủy tinh trước khi nó trải qua quy trình trao đổi ion). Kết quả này từ một loại của ion kim loại kiềm trong thủy tinh như được tạo thành, như, ví dụ Li^+ hoặc Na^+ , đang được thay thế với các ion kim loại kiềm lớn hơn, ví dụ Na^+ hoặc K^+ , theo cách tương ứng. Tuy nhiên, hợp phần thủy tinh tại hoặc gần tâm của độ sâu của vật phẩm thủy tinh sẽ, theo các phương án thực hiện, vẫn có hợp phần của vật phẩm thủy tinh như vừa được tạo thành.

Các vật phẩm được bộc lộ ở đây có thể được tích hợp vào trong vật phẩm khác như vật phẩm với bộ phận hiển thị (hoặc các vật phẩm hiển thị) (ví dụ, các thiết bị điện tử tiêu dùng, gồm các điện thoại di động, các máy tính bảng, các máy tính, các hệ thống định vị và dạng tương tự), các vật phẩm kiến trúc, các vật phẩm giao thông (ví dụ, xe, tàu hỏa, máy bay, tàu biển, v.v.), các vật phẩm ứng dụng, hoặc vật phẩm bất kỳ yêu cầu mức độ trong suốt, chịu cào xước, chịu ăn mòn nào đó hoặc tổ hợp của chúng. Vật phẩm làm ví dụ tích hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh được bộc lộ ở đây được thể hiện trên các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B. Cụ thể là, các Fig.2A và Fig.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 tử (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 để che phủ 212 tại hoặc trên mặt trước của vỏ sao cho nó ở trên bộ phận hiển thị. Theo một số phương án thực hiện, ít nhất một phần của để che phủ 212 và/hoặc một của vỏ 202 có thể bao gồm vật phẩm bất kỳ trong số các các vật phẩm thủy tinh được bộc lộ ở đây.

Mệnh đề thứ nhất bao gồm hợp phần thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 69,0 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 14,0 % mol R_2O ; và trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$, trong đó điểm cuối thứ nhất là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm ủ và điểm cuối thứ hai là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm biến dạng, độ nghiêng là thay đổi trong suất Young (GPa) cho mỗi 1°C thay đổi trong nhiệt độ hư cấu, và R_2O là lượng tổng cộng của các oxit kim loại kiềm và bao gồm ít nhất hai oxit kim loại kiềm.

Mệnh đề thứ hai bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề thứ nhất, trong đó trị số tuyệt đối của độ nghiêng là nhỏ hơn hoặc bằng $|0,015|$.

Mệnh đề thứ ba bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề thứ nhất và thứ hai, trong đó trị số tuyệt đối của độ nghiêng là nhỏ hơn hoặc bằng $|0,010|$.

Mệnh đề thứ tư bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ hai, trong đó $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ là lớn hơn 80,0 % mol.

Mệnh đề thứ năm bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ tư, trong đó R_2O là lớn hơn hoặc bằng 18,0 % mol.

Mệnh đề thứ sáu bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới mệnh đề thứ năm, trong đó R_2O bao gồm K_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 % mol.

Mệnh đề thứ bảy gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ sáu, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm lớn hơn hoặc bằng 72,0 % mol SiO_2 .

Mệnh đề thứ tám bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ bảy, trong đó từng oxit trong số ít nhất hai oxit kim loại kiềm là có mặt trong hợp phần thủy tinh trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol.

Mệnh đề thứ chín bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ tám, trong đó R_2O bao gồm Na_2O và Li_2O , và tỉ lệ của Na_2O/Li_2O là lớn hơn hoặc bằng 1,0.

Mệnh đề thứ mười bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới mệnh đề thứ chín, trong đó R_2O bao gồm K_2O và Na_2O , và tỉ lệ của K_2O/Na_2O là lớn hơn hoặc bằng 1,0.

Mệnh đề thứ mười một bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ mười, trong đó R_2O bao gồm ít nhất ba oxit kim loại kiềm.

Mệnh đề thứ mười hai bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề thứ mười một, trong đó từng oxit trong ít nhất ba oxit kim loại kiềm là có mặt trong hợp phần thủy tinh trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol.

Mệnh đề thứ mười ba bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ mười hai, trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , tỉ lệ của K_2O/Li_2O là lớn hơn hoặc bằng 1,0, và tỉ lệ của K_2O/Na_2O là lớn hơn hoặc bằng 1,0.

Mệnh đề thứ mười bốn bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề thứ mười ba, trong đó tỉ lệ của K_2O/Li_2O là lớn hơn hoặc bằng 5,0.

Mệnh đề thứ mười lăm bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ mười bốn, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm: từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 % mol SiO_2 ; và từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol Al_2O_3 , trong đó R_2O là lớn hơn hoặc bằng 16,0 % mol.

Mệnh đề thứ mười sáu bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ mười lăm, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm: từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 % mol SiO_2 ; và từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol Al_2O_3 , trong đó R_2O bao gồm Li_2O và

Na_2O , và $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ là từ lớn hơn hoặc bằng 14,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 % mol.

Mệnh đề thứ mười bảy bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ mười sáu, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm: từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 % mol SiO_2 ; và từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol Al_2O_3 , trong đó R_2O bao gồm Na_2O và K_2O , và $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ là từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 % mol.

Mệnh đề thứ mười tám bao gồm hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ mười bảy, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm: từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 % mol SiO_2 ; và từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 % mol Al_2O_3 , trong đó R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , và $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ là từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 % mol.

Mệnh đề thứ mười chín bao gồm vật phẩm thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ trong số các mệnh đề từ thứ nhất tới thứ mười tám, bao gồm: bề mặt thứ nhất; bề mặt thứ hai; vùng trung tâm được định vị giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai; và lớp ứng suất nén kéo dài từ ít nhất một bề mặt trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai vào trong vùng trung tâm của vật phẩm thủy tinh.

Mệnh đề thứ hai mươi bao gồm sản phẩm điện tử tiêu dùng, bao gồm: vỏ bao gồm bề mặt trước, bề mặt sau và các bề mặt bên; các thành phần điện ít nhất một phần là nằm trong vỏ, các thành phần điện bao gồm ít nhất là bộ xử lý, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị tại hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và để che phủ được bố trí qua bộ phận hiển thị, trong đó ít nhất một phần của vỏ hoặc để che phủ bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề mười chín.

Các ví dụ

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

Các hợp phần thủy tinh có các thành phần được liệt kê trong bảng 1 bên dưới được chuẩn bị bởi các phương pháp tạo hình thủy tinh truyền thống. Trong bảng 1, tất cả các thành phần là theo % mol, và các tính chất khác nhau của các hợp phần thủy tinh được đo theo các phương pháp được bộc lộ trong bản mô tả này. Mỗi mẫu trong số các mẫu trong bảng 2 tạo ra thủy tinh mà trong đó độ nghiêng của đường kéo dài từ điểm cuối thứ nhất tới điểm cuối thứ hai— như được định nghĩa ở trên và được liệt kê trong bảng 1 là “độ nghiêng dE/dT (GPa/°C)— là nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$.

Bảng 1

% mol	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	72,94	75,29	73,96	74,26	74,26	74,35	69,70
Al ₂ O ₃	10,03	9,94	10,07	10,08	10,11	9,93	9,88
Li ₂ O		7,11			0,94	0,97	
Na ₂ O	8,31	7,48	7,84	7,66	7,30	7,21	9,96
K ₂ O	8,55	0,01	7,96	7,81	7,20	7,37	10,29
SnO ₂	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Tổng	100	100	100	100	100	100	100

Bảng 1 – tiếp theo

Các tính chất của thủy tinh vừa được rút							
	1	2	3	4	5	6	7
Các hệ số nhớt VFT							
A		-2,541					
B		8893,6					
To		-101					
Các nhiệt độ tại các độ nhớt cố định (P)							
200		1736					
35000		1154					
50000		1127					
100000		1078					
160000		1047					
200000		1033					
250000		1019					
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,42	2,378	2,411	2,408	2,407	2,407	2,446
Hệ số giãn nở (10^{-7} /°C)	91,2	67	87,4	86,1	85,1	85,6	104
Điểm biến dạng (°C)	518	497	525	529	510	508	490
Điểm ủ (°C)	567	543	576	581	562	558	537

Điểm làm mềm (°C)	822,1	794,9	845,8	853,1	836,8	832,1	766,4
Không khí đường pha lỏng (Liquidus Air) (°C)			1055	1105	1000	1015	
Bên trong đường pha lỏng (Liquidus Internal) (°C)			1080	1080	1015	1015	
Platin đường pha lỏng (Liquidus Platinum) (°C)			1060	1040	1010	1085	
Pha sơ cấp			Leuxit	Leuxit	Leuxit	Leuxit	
Pha thứ cấp			Sanidin	Sanidin	Sanidin	Sanidin	
Chỉ số khúc xạ	1,4969	1,5005	1,4956	1,4949	1,4959	1,4960	
Chiết xuất (2*stdev)	0,0003	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	
Đĩa CTE 25-300	9,30	6,81	8,27	8,44	8,74	8,61	
E (suất Young, Mpsi)	9,9	11,32	9,9	9,94	10,16	10,14	
G (môđun cắt, Mpsi)	4,09	4,73	4,12	4,13	4,23	4,2	
Hệ số Poisson	0,210	0,197	0,201	0,203	0,201	0,206	
E (suất Young, GPa)	68,3	78,1	68,3	68,5	70,1	69,9	
G (môđun cắt, GPa)	28,2	32,6	28,4	28,5	29,2	29,0	
Điểm biến dạng BBV (°C)	511,7	493,8	533,5	526,7	507,2	504,7	487,1
Điểm ủ BBV (°C)	561,8	541,6	585,6	579,4	559,2	556,7	534,4
Điểm làm mềm PPV (°C)	825,1	800,4	845,1	855,2	836,7	830,3	

Bảng 1 – tiếp theo

Các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu							
	1	2	3	4	5	6	7
Thời gian (giờ)	21	24,6	26	24,5	25	24	20
Nhiệt độ (°C)	562	542	586	579	559	557	539
E (suất Young, Mpsi)	9,8	11,25	9,87	9,89	10,12	10,1	9,65
G (môđun cắt, Mpsi)	4,05	4,7	4,1	4,13	4,21	4,195	3,97
Hệ số Poisson	0,209	0,197	0,205	0,198	0,202	0,205	0,217
E (suất Young, GPa)	67,57	77,57	68,05	68,19	69,77	69,64	66,53
G (môđun cắt, GPa)	27,92	32,41	28,27	28,48	29,03	28,92	27,37
Chiết xuất	1,4968	1,5004	1,4949	1,4947	1,4959	1,496	
Chiết xuất (2*stdev)	0,0001	0,0001	0,0003	0,0002	0,0003	0,0003	
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,419	2,377	2,41	2,406	2,405	2,406	
Thời gian (giờ)	143	166	168	258	169	258	165
Nhiệt độ (°C)	512	494	534	527	507	505	494
E (suất Young, Mpsi)	9,95	11,34	9,9	9,98	10,17	10,165	9,77
G (môđun cắt, Mpsi)	4,1	4,73	4,13	4,15	4,26	4,245	4
Hệ số Poisson	0,213	0,198	0,199	0,202	0,193	0,197	0,222
E (suất Young, GPa)	68,60	78,19	68,26	68,81	70,12	70,09	67,36

G (môđun cắt, GPa)	28,27	32,61	28,48	28,61	29,37	29,27	27,58
Chiết xuất	1,4977	1,5014	1,4960	1,4956	1,4968	1,4968	
Chiết xuất (2*stdev)	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,423	2,382	2,411	2,410	2,410	2,409	
Các thay đổi của các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu tại các điểm biến dạng và điểm ủ							
Độ nghiêng dE/dT (GPa/°C)	-0,020	-0,013	-0,004	-0,012	-0,007	-0,009	-0,018
Độ nghiêng dG/dT (GPa/°C)	-0,007	-0,004	-0,004	-0,003	-0,007	-0,007	-0,004

Bảng 1 – tiếp theo

% mol	8	9	10	11
SiO ₂	72,02	74,80	74,87	69,42
Al ₂ O ₃	9,89	9,99	10,01	9,82
Li ₂ O			0,94	6,51
Na ₂ O	8,86	7,42	6,95	6,89
K ₂ O	9,06	7,61	7,04	7,19
SnO ₂	0,10	0,10	0,10	0,10
Tổng	100	100	100	100

Bảng 1 – tiếp theo

Các tính chất của thủy tinh vừa được rút				
	8	9	10	11
Các hệ số nhớt VFT				
A				
B				
To				
Các nhiệt độ tại các độ nhớt cố định (P)				
200				
35000				
50000				
100000				
160000				
200000				
250000				
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,428	2,404	2,402	2,428
Hệ số giãn nở (10 ⁻⁷ /°C)	95,4	83,8	83,7	
Điểm biến dạng (°C)	507	535	515	
Điểm ủ (°C)	555	588	566	
Điểm làm mềm (°C)	804,4	862,7	843,9	704

Không khí đường pha lỏng (Liquidus Air) (°C)		1035	1015	1045
Bên trong đường pha lỏng (Liquidus Internal) (°C)		1025	1015	1065
Platin đường pha lỏng (Liquidus Platinum) (°C)		1015	985	1045
Pha sơ cấp		Leuxit	Leuxit	Leuxit
Pha thứ cấp		Sanidin	Sanidin	
Chiết xuất	1,4985	1,4944	1,4951	1,5059
Chiết xuất (2*stdev)	0,0002	0,0003	0,0003	0,0007
Đĩa CTE 25-300	9,80	8,42	8,59	
E (suất Young, Mpsi)	9,84	9,93	10,12	10,72
G (môđun cắt, Mpsi)	4,1	4,1	4,2	4,4
Hệ số Poisson	0,212	0,201	0,193	0,211
E (suất Young, GPa)	67,8	68,5	69,8	73,9
G (môđun cắt, GPa)	28,0	28,5	29,2	30,3
Điểm biến dạng BBV (°C)	503,9	524,7	509,1	446,2
Điểm ủ BBV (°C)	552,8	576,6	562,3	489,3
Điểm làm mềm PPV (°C)	800,9	862,5	841,3	704

Bảng 1 – tiếp theo

Các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu				
	8	9	10	11
Thời gian (giờ)	64	78	78	24
Nhiệt độ (°C)	553	577	562,3	489
E (suất Young, Mpsi)	9,77	9,91	10,12	10,65
G (môđun cắt, Mpsi)	4,03	4,12	4,22	4,4
Hệ số Poisson	0,213	0,203	0,199	0,209
E (suất Young, GPa)	67,36	68,33	69,77	73,43
G (môđun cắt, GPa)	27,79	28,41	29,10	30,34
Chiết xuất	1,4985		1,4948	
Chiết xuất (2*stdev)	0,0002		0,0007	
Khối lượng riêng (g/cm ³)				
Thời gian (giờ)	173	162	162	166
Nhiệt độ (°C)	504	525	509,1	446
E (suất Young, Mpsi)	9,88	10	10,22	10,73
G (môđun cắt, Mpsi)	4,07	4,16	4,26	4,43
Hệ số Poisson	0,215	0,202	0,200	0,211
E (suất Young, GPa)	68,12	68,95	70,46	73,98
G (môđun cắt, GPa)	28,06	28,68	29,37	30,54
Chiết xuất	1,4992		1,4957	1,5073
Chiết xuất (2*stdev)	0,0003		0,0001	0,0002
Khối lượng riêng (g/cm ³)			2,406	2,432
Các thay đổi của các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu tại các điểm biến dạng và điểm ủ				
Độ nghiêng dE/dT (GPa/°C)	-0,016	-0,012	-0,013	-0,013
Độ nghiêng dG/dT (GPa/°C)	-0,006	-0,005	-0,005	-0,005

Các hợp phần thủy tinh có các thành phần được liệt kê trong bảng 2 bên dưới được chuẩn bị bởi các phương pháp tạo thành thủy tinh truyền thống. Trong bảng 2, tất cả các thành phần là theo % mol, và các tính chất khác nhau của các hợp phần thủy tinh được đo theo các phương pháp được bộc lộ trong bản mô tả này. Độ nhớt của thủy tinh tại nhiệt độ đường lỏng được đo theo tiêu chuẩn ASTM C965-96(2012), có tên là “Standard Practice for Measuring Viscosity of Glass Above the Softening Point”. Mỗi mẫu trong số các mẫu trong bảng 2 là các ví dụ so sánh tạo ra thủy tinh mà trong đó độ nghiêng của đường kéo dài từ điểm cuối thứ nhất tới điểm cuối thứ hai— như được định nghĩa ở trên và được liệt kê trong bảng 2 là “độ nghiêng dE/dT (GPa/°C)— là lớn hơn $|0,020|$.

Bảng 2

% mol	So sánh 1	So sánh 2	So sánh 3	So sánh 4	So sánh 5	So sánh 6
SiO ₂	70,35	69,94	72,20	70,06	57,08	70,03
Al ₂ O ₃	10,00	9,98	8,18	9,85	15,52	9,82
Li ₂ O		19,97		9,63		9,89
Na ₂ O	19,57	0,03	0,06	10,28	0,07	0,05
K ₂ O	0,01	0,01	19,38	0,01	13,49	10,04
B ₂ O ₃					13,66	
SnO ₂			0,10	0,10	0,09	0,09
Tổng	100	100	100	100	100	100

Bảng 2 – tiếp theo

Các tính chất của thủy tinh vừa được rút						
	So sánh 1	So sánh 2	So sánh 3	So sánh 4	So sánh 5	So sánh 6
Các hệ số nhớt VFT						
A	-3,217	-3,218				
B	8351	8532,4				
To	103,3	94,3				
Các nhiệt độ tại các độ nhớt cố định (P)						
200	1617	1640				
35000	1179	1194				
50000	1158	1172				
100000	1120	1133				
160000	1095	1107				
200000	1084	1096				
250000	1073	1085				
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,437	2,37	2,42	2,42	2,32	2,401

Hệ số giãn nở ($10^{-7} / ^\circ\text{C}$)	92		101	83,70	83,80	87
Điểm biến dạng ($^\circ\text{C}$)	505		549	456	537	484
Điểm ủ ($^\circ\text{C}$)	551		603	495	595	528
Điểm làm mềm ($^\circ\text{C}$)	762,6		844,1	694	921,1	742,4
Không khí đường pha lỏng (Liquidus Air) ($^\circ\text{C}$)						
Bên trong đường pha lỏng (Liquidus Internal) ($^\circ\text{C}$)						
Platin đường pha lỏng (Liquidus Platinum) ($^\circ\text{C}$)						
Pha sơ cấp						
Pha thứ cấp						
Chiết xuất						
Chiết xuất ($2 \cdot \text{stdev}$)						
Đĩa CTE 25-300	8,99					
E (suất Young, Mpsi)	11,44	11,64				
G (môđun cắt, Mpsi)	4,72	4,79				
Hệ số Poisson	0,212	0,216				
E (suất Young, GPa)	78,9	80,3				
G (môđun cắt, GPa)	32,5	33,0				
Điểm biến dạng BBV ($^\circ\text{C}$)	502,6	476,3				487,1
Điểm ủ BBV ($^\circ\text{C}$)	547,2	516,4				531
Điểm làm mềm PPV ($^\circ\text{C}$)	765,7					

Bảng 2 – tiếp theo

Các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu						
	So sánh 1	So sánh 2	So sánh 3	So sánh 4	So sánh 5	So sánh 6
Thời gian (giờ)	2	2	2	3	66	4,5
Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	550	516	600	495	595	531
E (suất Young, Mpsi)	9,86	11,84	8,29	11,3	7,43	10,42
G (môđun cắt, Mpsi)	4,09	4,9	3,39	4,68	2,99	4,31
Hệ số Poisson	0,206	0,208	0,223	0,207	0,242	0,21
E (suất Young, GPa)	67,98	81,63	57,16	77,91	51,23	71,84
G (môđun cắt, GPa)	28,20	33,78	23,37	32,27	20,62	29,72
Chiết xuất	1,4997	1,5196				
Chiết xuất ($2 \cdot \text{stdev}$)						
Khối lượng riêng (g/cm^3)						
Thời gian (giờ)	286	241	289	288	185	239
Nhiệt độ ($^\circ\text{C}$)	505	476	549	456	538	487
E (suất Young, Mpsi)	10,06	12,03	8,46	11,44	7,63	10,64
G (môđun cắt, Mpsi)	4,15	4,97	3,45	4,73	3,05	4,35
Hệ số Poisson	0,212	0,21	0,226	0,21	0,25	0,223
E (suất Young, GPa)	69,36	82,94	58,33	78,88	52,61	73,36
G (môđun cắt, GPa)	28,61	34,27	23,79	32,61	21,03	29,99

Chiết xuất	1,4997	1,5196				
Chiết xuất (2*stdev)						
Khối lượng riêng (g/cm ³)						
Các thay đổi của các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu tại các điểm biến dạng và điểm ủ						
Độ nghiêng dE/dT (GPa/°C)	-0,030	-0,032	-0,023	-0,025	-0,024	-0,035
Độ nghiêng dG/dT (GPa/°C)	-0,009	-0,012	-0,008	-0,009	-0,007	-0,006

Bảng 2 - tiếp theo

% mol	So sánh 7	So sánh 8
SiO ₂	71,48	72,97
Al ₂ O ₃	9,92	9,85
Li ₂ O	8,99	8,23
Na ₂ O	9,43	8,75
K ₂ O	0,01	0,01
SnO ₂	0,10	0,10
Tổng	100	100
Các tính chất của thủy tinh vừa được rút		
Các hệ số nhớt VFT		
A	-1,781	-1,996
B	6221,4	7077,8
To	38,4	-14,1
Các nhiệt độ tại các độ nhớt cố định (P)		
200	1562	1633
35000	1022	1068
50000	998	1043
100000	956	998
160000	929	969
200000	917	956
250000	905	943
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,406	2,396
Hệ số giãn nở (10 ⁻⁷ /°C)	79,7	75,1
Điểm biến dạng (°C)	464	473
Điểm ủ (°C)	505	516
Điểm làm mềm (°C)	712,8	737,6
Không khí đường pha lỏng (Liquidus Air) (°C)		
Bên trong đường pha lỏng (Liquidus Internal) (°C)		
Platin đường pha lỏng (Liquidus Platinum) (°C)		
Pha sơ cấp		
Pha thứ cấp		
chiết xuất	1,5076	1,5047
Chiết xuất (2*stdev)	0,0003	0,0002
Đĩa CTE 25-300	8,07	7,68

E (suất Young, Mpsi)	11,039	11,31
G (môđun cắt, Mpsi)	4,73	4,71
Hệ số Poisson	0,205	0,202
E (suất Young, GPa)	76,1	78,0
G (môđun cắt, GPa)	32,6	32,5
Điểm biến dạng BBV (°C)	461	469,7
Điểm ủ BBV (°C)	503,4	513,4
Điểm làm mềm PPV (°C)	715,2	741,4

Bảng 2 – tiếp theo

Các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu		
	So sánh 7	So sánh 8
Thời gian (giờ)	21	24,2
Nhiệt độ (°C)	503	513
E (suất Young, Mpsi)		11,28
G (môđun cắt, Mpsi)		4,7
Hệ số Poisson		0,201
E (suất Young, GPa)		77,77
G (môđun cắt, GPa)		32,41
Chiết xuất	1,5072	1,5050
Chiết xuất (2*stdev)	0,0003	0,0001
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,405	2,431
Thời gian (giờ)	143	190
Nhiệt độ (°C)	461	470
E (suất Young, Mpsi)		11,42
G (môđun cắt, Mpsi)		4,74
Hệ số Poisson		0,204
E (suất Young, GPa)		78,74
G (môđun cắt, GPa)		32,68
Chiết xuất	1,5082	1,5057
Chiết xuất (2*stdev)	0,0003	0,0001
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,409	2,400
Các thay đổi của các tính chất như là hàm của nhiệt độ hư cấu tại các điểm biến dạng và điểm ủ		
Độ nghiêng dE/dT (GPa/°C)		-0,022
Độ nghiêng dG/dT (GPa/°C)		-0,006

Các bảng 1 và 2 thể hiện các hợp phần được phân tích và các tính chất của các thủy tinh vừa được rót cũng như các thủy tinh được xử lý như là hàm của nhiệt độ hư cấu tại điểm ủ và điểm biến dạng. Các điểm ủ và điểm biến dạng được đo thông qua phương pháp độ nhót uốn chùm theo tiêu chuẩn ASTM C598-93(2013). Nhiệt độ hư cấu được cố định bằng cách xử lý nhiệt thủy tinh sau khi rót ban đầu và ủ tại các nhiệt độ của

điểm ủ và điểm biến dạng. Việc xử lý nhiệt được thực hiện lâu hơn một cách đáng kể so với các thời gian cần thiết cho việc xuất hiện việc thư giãn cấu trúc của thủy tinh. Thời gian xử lý nhiệt tối thiểu là 30*độ nhót của thủy tinh tại nhiệt độ xử lý/môđun cắt. Fig.3 thể hiện suất Young so với nhiệt độ hư cấu cho các thủy tinh $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$ minh họa việc kiểm được trộn lẫn tác động lên việc giảm của các độ nghiêng của suất Young so với nhiệt độ hư cấu. Các thủy tinh của ví dụ so sánh 1, ví dụ so sánh 2, ví dụ so sánh 3 có các độ nghiêng là -0,0324, -0,0301 và -0,0227, theo cách tương ứng, trong đó ví dụ so sánh 4 có độ nghiêng là -0,0249 (hoặc độ nghiêng thấp hơn 17-23%), Ví dụ 7 có độ nghiêng là -0,018 (hoặc khoảng độ nghiêng thấp hơn 19-44%), và ví dụ 11 có độ nghiêng là -0,0128 (hoặc độ nghiêng thấp hơn khoảng 44-60%). Bảng 3 bên dưới thể hiện cải thiện phần trăm trong các độ nghiêng suất Young so với nhiệt độ hư cấu cho các thủy tinh $R_2O-Al_2O_3-SiO_2$ được thể hiện trên Fig.3, minh họa việc kiểm được trộn lẫn tác động lên việc giảm của các độ nghiêng của suất Young so với nhiệt độ hư cấu.

Bảng 3

Ví dụ	So sánh 1	So sánh 2	So sánh 3	So sánh 4	7	11
kiềm (% mol được tạo mẻ)	20 Na ₂ O	20 Li ₂ O	20 K ₂ O	10 Li ₂ O + 10 Na ₂ O	10 Na ₂ O + 10 K ₂ O	6,8 Li ₂ O + 6,8 Na ₂ O + 6,8 K ₂ O
Độ nghiêng dE/dT	-0,030	-0,032	-0,023	-0,025	-0,018	-0,013
Phần trăm cải thiện so với ví dụ so sánh 1				17	39	57
Phần trăm cải thiện so với ví dụ so sánh 2				23	44	60
Phần trăm cải thiện so với ví dụ so sánh 3					19	44

Như được thể hiện trên bảng 3 nêu trên, việc sử dụng các oxit kim loại kiềm được trộn trong các hợp phần thủy tinh làm cho độ nghiêng của dE/dT gần hơn tới 0,000, và việc chứa các oxit kim loại kiềm lớn hơn, như Na₂O và K₂O khi so sánh với Li₂O, trong thủy tinh cũng làm cho độ nghiêng của dE/dT gần hơn với 0,000.

Thêm vào đó, các thủy tinh vô xút và các thủy tinh hiển thị tính thể lỏng không chứa kiềm có các độ nghiêng là -0,0200 và -0,0259, theo cách tương ứng, trong đó thủy tinh theo ví dụ 3 có độ nghiêng là -0,0040 (hoặc độ nghiêng thấp hơn 80-85%). Fig.4 mô tả theo đồ thị Young so với so sánh nhiệt độ của các thủy tinh silicat vô xút, không chứa kiềm, và thủy tinh theo ví dụ 3.

Tất cả các thành phần tạo thành, các quan hệ, các tỉ lệ được mô tả trong bản mô tả này được tạo ra theo % mol trừ khi được chỉ ra theo cách 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 được tuyên bố một cách rõ ràng trước hay sau khoảng giới hạn được bộc lộ hay không.

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 bản mô tả này nhằm mục đích 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 tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hợp phần thủy tinh bao gồm:

lớn hơn hoặc bằng 69,0 mol % SiO_2 ;

lớn hơn hoặc bằng 7,0 mol % Al_2O_3 ;

lớn hơn hoặc bằng 14,0 mol % R_2O ; và

trong đó hợp phần thủy tinh có trị số tuyệt đối của độ nghiêng của đường kéo dài giữa điểm cuối thứ nhất và điểm cuối thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng $|0,020|$, trong đó:

điểm cuối thứ nhất là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm ủ và điểm cuối thứ hai là suất Young tại nhiệt độ hư cấu của nhiệt độ điểm biến dạng,

độ nghiêng là thay đổi trong suất Young (GPa) cho mỗi 1°C thay đổi trong nhiệt độ hư cấu, và

R_2O là lượng tổng cộng của các oxit kim loại kiềm và bao gồm ít nhất hai oxit kim loại kiềm.

2. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó R_2O lớn hơn hoặc bằng 18,0 mol%.

3. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó R_2O bao gồm K_2O theo lượng từ lớn hơn hoặc bằng 7,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 mol %.

4. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó từng oxit trong ít nhất hai oxit kim loại kiềm là có mặt trong hợp phần thủy tinh trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol.

5. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó R_2O bao gồm Na_2O và Li_2O , và tỷ lệ $\text{Na}_2\text{O}/\text{Li}_2\text{O}$ lớn hơn hoặc bằng 1,0.

6. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó R_2O bao gồm K_2O và Na_2O , và tỷ lệ của $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ lớn hơn hoặc bằng 1,0.

7. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó R_2O bao gồm ít nhất ba oxit kim loại kiềm.

8. Hợp phần thủy tinh theo điểm 7, trong đó từng oxit trong ít nhất ba oxit kim loại kiềm là có mặt trong hợp phần thủy tinh trong lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 % mol.

9. Hợp phần thủy tinh theo điểm 7, trong đó:

R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O ,

tỷ lệ K_2O/Li_2O lớn hơn hoặc bằng 1,0, và

tỷ lệ K_2O/Na_2O lớn hơn hoặc bằng 1,0.

10. Hợp phần thủy tinh theo điểm 9, trong đó tỷ lệ K_2O/Li_2O lớn hơn hoặc bằng 5,0.

11. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm lớn hơn hoặc bằng 72,0 mol % SiO_2 .

12. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó $SiO_2 + Al_2O_3$ lớn hơn 80,0 mol %.

13. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, bao gồm:

lớn hơn hoặc bằng 9,5 mol % Al_2O_3 ; và

nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 mol % Li_2O .

14. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 mol % SiO_2 ; và

từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 mol % Al_2O_3 ,

trong đó R_2O lớn hơn hoặc bằng 16,0 mol %.

15. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 mol % SiO_2 ; và

từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 mol % Al_2O_3 , trong đó:

R_2O bao gồm Li_2O và Na_2O , và

$Li_2O + Na_2O$ nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 14,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 mol %.

16. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 mol % SiO_2 ; và

từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 mol % Al_2O_3 , trong đó:

R_2O bao gồm Na_2O và K_2O , và

$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 mol %.

17. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó hợp phần thủy tinh bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 70,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 75,0 mol % SiO_2 ; và

từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 mol % Al_2O_3 , trong đó:

R_2O bao gồm Li_2O , Na_2O , và K_2O , và

$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 mol % đến nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 mol %.

18. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó trị số tuyệt đối của độ nghiêng là nhỏ hơn hoặc bằng $|0,015|$.

19. Hợp phần thủy tinh theo điểm 1, trong đó trị số tuyệt đối của độ nghiêng là nhỏ hơn hoặc bằng $|0,010|$.

20. Vật phẩm thủy tinh được tạo ra từ hợp phần thủy tinh theo điểm 1, bao gồm:

bề mặt thứ nhất;

bề mặt thứ hai;

vùng trung tâm được định vị giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai; và

lớp ứng suất nén kéo dài từ ít nhất một bề mặt trong số bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai vào trong vùng trung tâm của vật phẩm thủy tinh.

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

vỏ bao gồm bề mặt trước, bề mặt sau và các bề mặt bên;

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

để che phủ được bố trí trên bộ phận hiển thị,

trong đó ít nhất một phần của vỏ hoặc để che phủ bao gồm vật phẩm thủy tinh theo điểm 20.

1 / 3

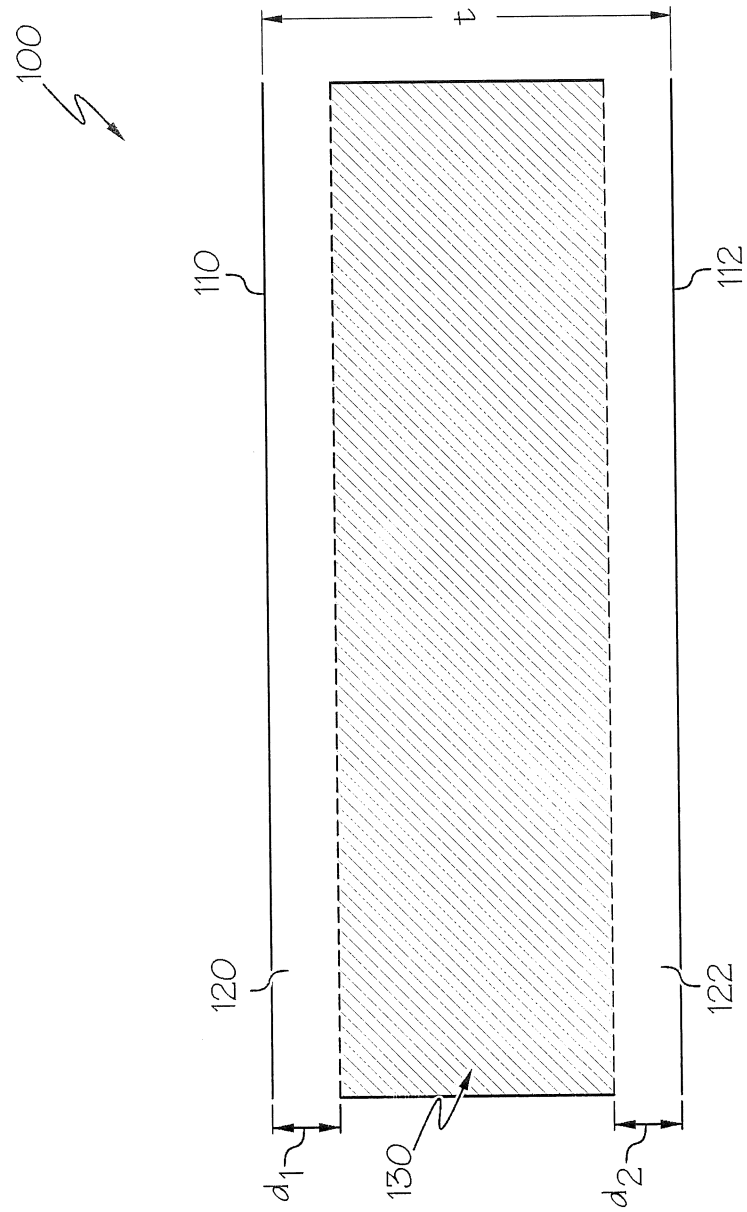


FIG. 1

2 / 3

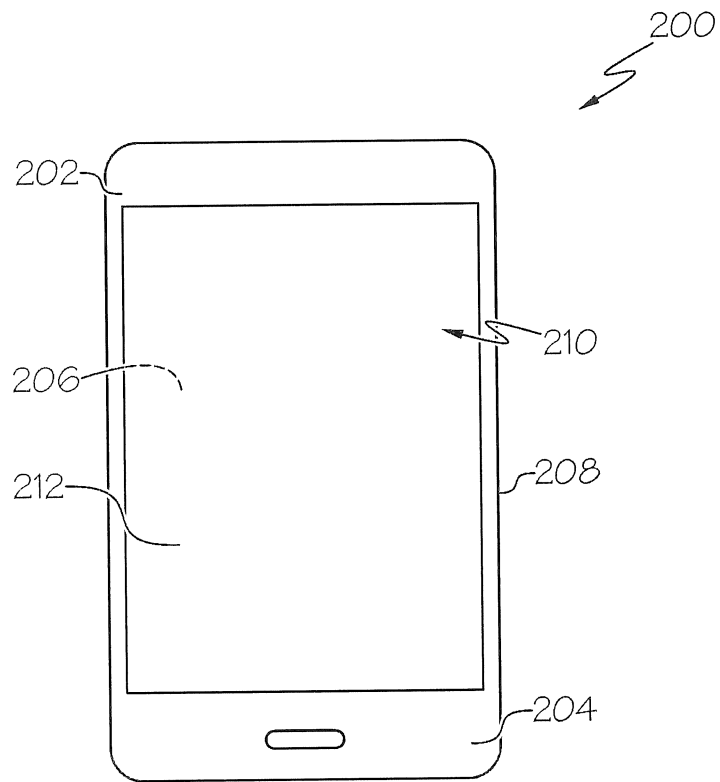


FIG. 2A

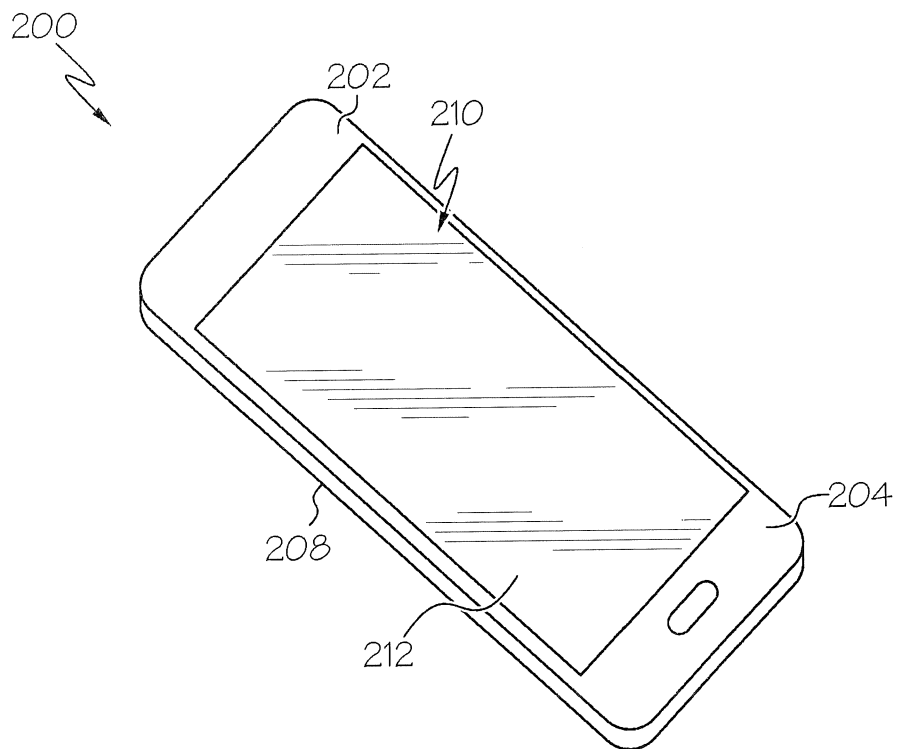


FIG. 2B

3 / 3

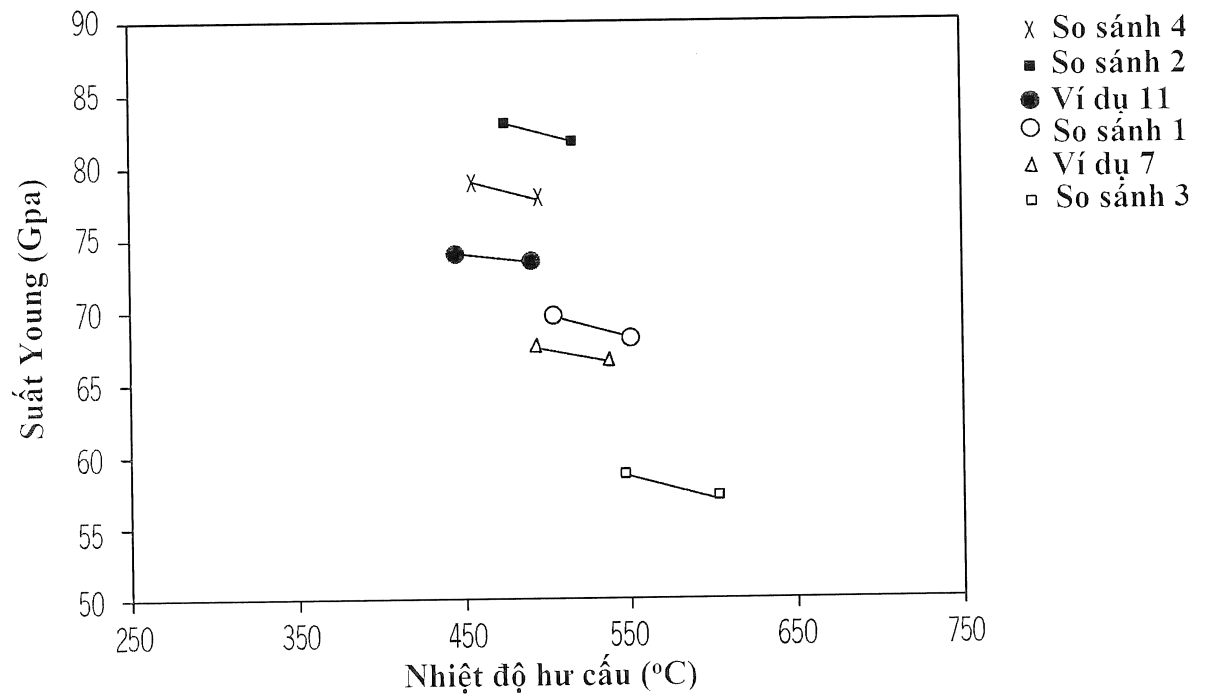


FIG. 3

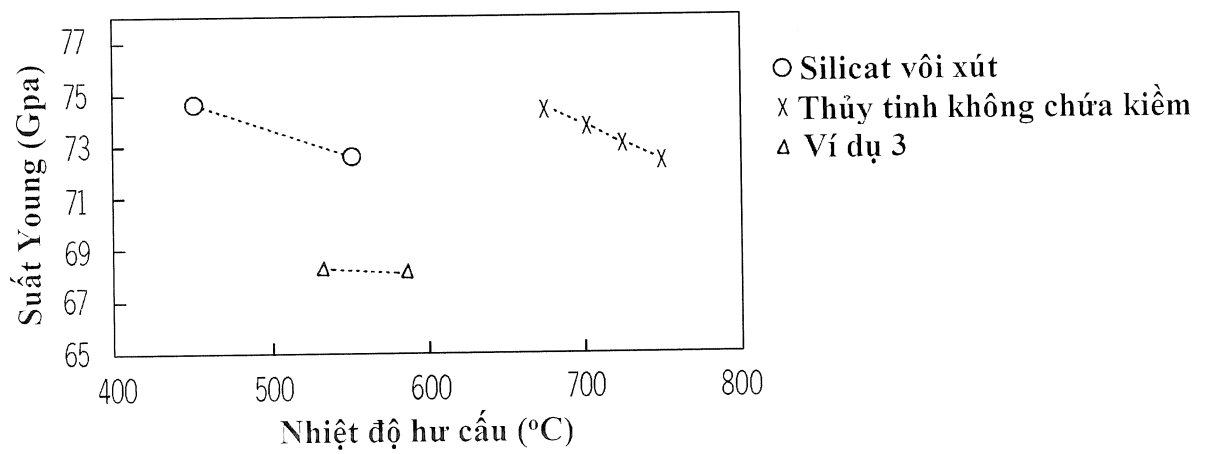


FIG. 4