



- (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
(51)^{2020.01} C03C 21/00; C03C 3/093; C03C 3/097; (13) B
C03C 3/083

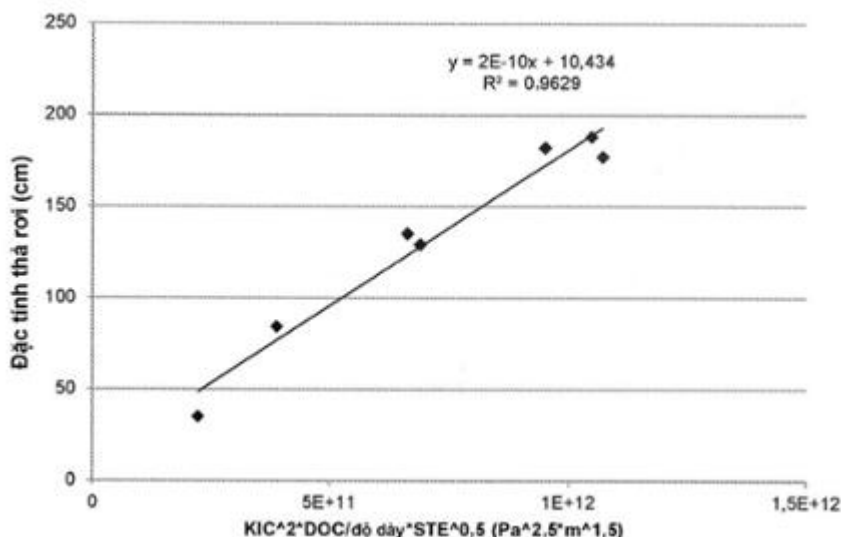


1-0042055

- (21) 1-2020-07463 (22) 29/05/2019
(86) PCT/US2019/034273 29/05/2019 (87) WO 2019/231967 05/12/2019
(30) 62/678,560 31/05/2018 US
(45) 25/12/2024 441 (43) 25/03/2021 396
(73) CORNING INCORPORATED (US)
1 Riverfront Plaza, Corning, New York 14831, United States of America
(72) GUO, Xiaojun (CN); LEZZI, Peter Joseph (US); LUO, Jian (CN); ROUSSEV,
Rostislav Vatchev (BG).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) VẬT PHẨM GỐC THỦY TINH VỚI ĐẶC TÍNH THẢ RƠI ĐƯỢC CẢI THIỆN,
PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT PHẨM GỐC THỦY TINH VÀ SẢN PHẨM
ĐIỆN TỬ TIÊU DÙNG BAO GỒM VẬT PHẨM GỐC THỦY TINH NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh có đặc tính thả rơi được cải thiện. Đặc tính thả rơi được cải thiện được thể hiện bởi mối quan hệ giữa các đặc điểm do hợp phần thủy tinh và biên dạng ứng suất của vật phẩm gốc thủy tinh. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp sản xuất vật phẩm gốc thủy tinh và sản phẩm điện tử tiêu dùng bao gồm vật phẩm gốc thủy tinh này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến các hợp phần thủy tinh thích hợp để sử dụng làm kính che cho các thiết bị điện tử.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bản chất di động của các thiết bị có thể mang đi được, như các điện thoại thông minh, máy tính bảng, thiết bị chơi đa phương tiện có thể mang đi được, máy tính cá nhân, và các máy ghi hình, khiến các thiết bị này thường dễ bị rơi trên các bề mặt cứng, như mặt đất. Các thiết bị này thường kết hợp các kính che, mà có thể bị vỡ ngay khi va đập với các bề mặt cứng. Trong nhiều thiết bị trong số các thiết bị này, các kính che thực hiện chức năng là phần che bộ phận hiển thị, và có thể kết hợp chức năng chạm, khiến cho việc sử dụng các thiết bị này bị ảnh hưởng đáng kể khi các kính che bị vỡ.

Có hai phương thức hư hỏng chính của kính che khi thiết bị có thể mang đi được kết hợp bị rơi xuống bề mặt cứng. Một trong hai phương thức này là vỡ uốn, mà gây ra bằng cách uốn thủy tinh khi thiết bị chịu tải động do va đập với bề mặt cứng. Một phương thức khác là vỡ do tiếp xúc mạnh, mà gây ra bằng cách đưa sự hư hại vào bề mặt kính. Việc va đập của thủy tinh với các bề mặt cứng nhám, như nhựa đường, granit, v.v., có thể tạo ra các rãnh lõm sắc trên bề mặt thủy tinh. Các rãnh lõm này trở thành các điểm vỡ trên bề mặt thủy tinh mà từ đó các nứt vỡ có thể phát triển và lan truyền.

Thủy tinh có thể được chế tạo để có khả năng chống chịu tốt hơn với các nứt vỡ do uốn bằng kỹ thuật trao đổi ion, mà gây ra ứng suất nén trên bề mặt thủy tinh. Tuy nhiên, thủy tinh được trao đổi ion sẽ dễ bị hư hại khi tiếp xúc mạnh, do sự tập trung ứng suất cao gây ra bởi các rãnh lõm cục bộ trong thủy tinh do việc tiếp xúc mạnh.

Các nhà chế tạo thủy tinh và nhà sản xuất thiết bị cầm tay liên tục nỗ lực để cải thiện khả năng chống chịu của các thiết bị cầm tay với nứt vỡ do việc tiếp xúc mạnh. Các giải pháp bao gồm các lớp phủ lên kính che đến các mép vát mà ngăn không cho kính che va đập trực tiếp với bề mặt cứng khi thiết bị rơi trên bề mặt cứng. Tuy nhiên, do những hạn

ché về các yêu cầu thẩm mỹ và chức năng, nên rất khó để hoàn toàn ngăn kính che không bị va đập với bề mặt cứng.

Cũng mong muốn rằng các thiết bị có thể mang đi được càng mỏng càng tốt. Do đó, ngoài độ bền, người ta cũng mong muốn là thủy tinh được sử dụng làm kính che cho các thiết bị mang đi được được chế tạo càng mỏng càng tốt. Vì thế, ngoài việc tăng độ bền cho thủy tinh che phủ, người ta cũng mong muốn là thủy tinh có các đặc điểm cơ học mà cho phép nó được tạo ra bằng các quy trình mà có thể chế tạo vật phẩm thủy tinh mỏng, như tấm thủy tinh mỏng.

Do đó, hiện nay vẫn có nhu cầu đối với thủy tinh mà có thể được gia cường, như bằng cách trao đổi ion, và có các đặc tính cơ học mà cho phép chúng được chế tạo thành vật phẩm thủy tinh mỏng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo khía cạnh (1), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh. Vật phẩm gốc thủy tinh này bao gồm: lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén. Vật phẩm gốc thủy tinh được đặc trưng bởi $K_{IC}^2 \times DOC/t \times \sqrt{STE} \geq 7,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$.

Theo khía cạnh (2), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (1), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC/t \times \sqrt{STE} \geq 8,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.

Theo khía cạnh (3), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (1) hoặc (2), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC/t \times \sqrt{STE} \geq 9,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.

Theo khía cạnh (4), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (3), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC/t \times \sqrt{STE} \geq 9,5 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.

Theo khía cạnh (5), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (4), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 1,0 \times 10^{12} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.

Theo khía cạnh (6), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh. Vật phẩm gốc thủy tinh này bao gồm: lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén. Vật phẩm gốc thủy tinh được đặc trưng bởi $K_{IC}^2 \times DOC \times \sqrt{STE} \geq 5,6 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$.

Theo khía cạnh (7), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (6), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC \times \sqrt{STE} \geq 6,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$.

Theo khía cạnh (8), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (6) hoặc (7), $K_{IC}^2 \times DOC \times \sqrt{STE} \geq 7,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$.

Theo khía cạnh (9), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (6) đến (8), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC \times \sqrt{STE} \geq 8,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$.

Theo khía cạnh (10), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh. Vật phẩm gốc thủy tinh này bao gồm: lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén. Vật phẩm gốc thủy tinh này được đặc trưng bởi $K_{IC}^2 \times DOC \times H/E \times \sqrt{STE} \geq 4,1 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, H là độ cứng theo Pascal của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, E là mô-đun Young theo Pascal của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$.

Theo khía cạnh (11), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (10), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC \times H/E \times \sqrt{STE} \geq 4,5 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$.

Theo khía cạnh (12), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (10) hoặc (11), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC \times H/E \times \sqrt{STE} \geq 5,0 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$.

Theo khía cạnh (13), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (10) đến (12), trong đó: $K_{IC}^2 \times DOC \times H/E \times \sqrt{STE} \geq 5,5 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$.

Theo khía cạnh (14), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó $DOC \geq 75 \text{ } \mu\text{m}$.

Theo khía cạnh (15), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó $DOC \leq 300 \text{ } \mu\text{m}$.

Theo khía cạnh (16), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó $DOC \leq 0,4t$.

Theo khía cạnh (17), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó $DOC \geq 0,1t$.

Theo khía cạnh (18), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, bao gồm ứng suất kéo trung tâm tối đa CT lớn hơn hoặc bằng 95 MPa.

Theo khía cạnh (19), sáng chế vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, bao gồm ứng suất kéo trung tâm CT nhỏ hơn hoặc bằng $120/\sqrt{t}$ MPa, trong đó t là mm.

Theo khía cạnh (20), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh này có độ dày $t \leq 1,0 \text{ mm}$.

Theo khía cạnh (21), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có độ dày $t \geq 0,3 \text{ mm}$.

Theo khía cạnh (22), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó $STE \geq 20 \text{ Pa} \cdot \text{m}$.

Theo khía cạnh (23), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (21), trong đó $5 \text{ Pa} \cdot \text{m} \leq \text{STE} \leq 10 \text{ Pa} \cdot \text{m}$.

Theo khía cạnh (24), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 100 MPa.

Theo khía cạnh (25), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 400 MPa.

Theo khía cạnh (26), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS nhỏ hơn hoặc bằng 1300 MPa.

Theo khía cạnh (27), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm thủy tinh.

Theo khía cạnh (28), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh này bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , và ít nhất một oxit kim loại kiềm.

Theo khía cạnh (29), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} lớn hơn hoặc bằng $0,75 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.

Theo khía cạnh (30), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.

Theo khía cạnh (31), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh này có độ cứng H lớn hơn hoặc bằng 6,0 GPa.

Theo khía cạnh (32), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh này có độ cứng H nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 GPa.

Theo khía cạnh (33), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh này có mô-đun Young E lớn hơn hoặc bằng 80 GPa.

Theo khía cạnh (34), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh nêu trên, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có mô-đun Young E nhỏ hơn hoặc bằng 120 GPa.

Theo khía cạnh (35), sáng chế đề cập đến phương pháp. Phương pháp này bao gồm các bước: trao đổi ion nền gốc thủy tinh để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén. Vật phẩm gốc thủy tinh này được đặc trưng bởi $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 7,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$.

Theo khía cạnh (36), sáng chế đề cập đến phương pháp. Phương pháp này bao gồm các bước: trao đổi ion nền gốc thủy tinh để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén. Vật phẩm gốc thủy tinh này được đặc trưng bởi $K_{IC}^2 \times DOC \times H/E \times \sqrt{STE} \geq 4,1 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, H là độ cứng theo Pascal của nền gốc thủy tinh, E là mô-đun Young theo Pascal của nền gốc thủy tinh, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$.

Theo khía cạnh (37), sáng chế đề cập đến phương pháp theo khía cạnh (35) hoặc (36), trong đó nền gốc thủy tinh bao gồm thủy tinh.

Theo khía cạnh (38), sáng chế đề cập đến phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (35) đến (37), trong đó bước trao đổi ion bao gồm bước cho nền gốc thủy tinh tiếp xúc với bể muối nóng chảy.

Theo khía cạnh (39), sáng chế đề cập đến phương pháp theo khía cạnh (38), trong đó bể muối nóng chảy này bao gồm ít nhất một natri nitrat và kali nitrat.

Theo khía cạnh (40), sáng chế đề cập đến phương pháp theo khía cạnh (38) hoặc (39), trong đó việc tiếp xúc diễn ra trong thời gian kéo dài từ lớn hơn hoặc bằng 4 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 48 giờ.

Theo khía cạnh (41), sáng chế đề cập đến phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (38) đến (40), trong đó trong quá trình tiếp xúc bể muối nóng chảy có nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 400°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 500°C.

Theo khía cạnh (42), sáng chế đề cập đến vật phẩm gốc thủy tinh được sản xuất theo phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (35) đến (41).

Theo khía cạnh (43), sáng chế đề cập đến sản phẩm điện tử tiêu dùng. Sản phẩm điện tử tiêu dùng bao gồm: hộp vỏ có mặt trước, mặt sau và các mặt bên; các linh kiện điện được cung cấp ít nhất một phần trong hộp vỏ, linh kiện điện này bao gồm ít nhất là bộ phận điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị được cung cấp tại hoặc liền kề với bề mặt trước của hộp vỏ; và kính che được bố trí trên bộ phận hiển thị, trong đó ít nhất một phần của hộp vỏ hoặc một phần của kính che bao gồm vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (34) hoặc (42).

Các dấu hiệu và các 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 kỹ thuật này từ phần mô tả đó hoặc được thừa nhận bằng cách thực hành 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 bao hàm để hiểu hơn nữa về phương án thực hiện khác nhau, và được kết

hợp và đóng vai trò là một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ minh họa các phương án thực hiện khác nhau đã được mô tả ở đây, và cùng với phần mô tả có tác dụng giải thích các nguyên lý và các cách vận hành của đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là sự biểu diễn bằng sơ đồ mẫu được sử dụng để xác định độ bền chống nứt vỡ K_{IC} và mặt cắt của nó,

Fig. 2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện mặt cắt của vật phẩm gốc thủy tinh có các lớp ứng suất nén trên các bề mặt của chúng theo các phương án thực hiện được bộc lộ và đã được mô tả ở đây;

Fig. 3A là hình chiếu bằng của thiết bị điện tử làm ví dụ tích hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm gốc thủy tinh được bộc lộ ở đây.

Fig. 3B là hình phối cảnh của thiết bị điện tử làm ví dụ của Fig. 3A;

Fig. 4 là đồ thị thể hiện đặc tính thả rơi là hàm của các giá trị trong công thức (I) đối với các ví dụ so sánh và các phương án khác nhau; và

Fig. 5 là đồ thị thể hiện đặc tính thả rơi là hàm của các giá trị trong công thức (II) đối với các ví dụ so sánh và các phương án khác nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sẽ tham khảo chi tiết tới các vật phẩm gốc thủy tinh theo các phương án nhau. Như được sử dụng trong bản mô tả này, “gốc thủy tinh” để chỉ vật phẩm bao gồm thủy tinh, như hợp phần thủy tinh hoặc gốm thủy tinh. Nói chung, “nền gốc thủy tinh” để chỉ vật phẩm trước khi trao đổi ion, và “vật phẩm gốc thủy tinh” để chỉ vật phẩm được trao đổi ion.

Vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện đặc tính thả rơi được cải thiện. Vật phẩm gốc thủy tinh này bao gồm lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén. Vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện giá trị tối thiểu của các công thức tương quan với đặc tính thả rơi mong muốn dựa trên nhiều đặc điểm chịu ảnh hưởng bởi các đặc điểm của hợp phần thủy tinh và biên dạng ứng suất của các vật phẩm gốc thủy tinh.

Theo một số phương án, vật phẩm gốc thủy tinh được đặc trưng bởi công thức (I) sau đây:

$$K_{IC}^2 \frac{DOC}{t} \sqrt{STE} \geq 7,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$$

trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$. Sự phụ thuộc của công thức (I) về độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh cho phép so sánh tính năng của vật phẩm gốc thủy tinh theo các độ dày khác nhau. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể thể hiện các giá trị của công thức (I) lớn hơn hoặc bằng $8,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng lớn hơn hoặc bằng $9,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$, lớn hơn hoặc bằng $9,5 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$, lớn hơn hoặc bằng $1,0 \times 10^{12} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$, hoặc lớn hơn.

Theo một số phương án, vật phẩm gốc thủy tinh được đặc trưng bởi công thức (IA) sau đây:

$$K_{IC}^2 DOC \sqrt{STE} \geq 5,6 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$$

trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể thể hiện các giá trị của công thức (IA) lớn hơn hoặc bằng $6,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng lớn hơn hoặc bằng $6,5 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$, lớn hơn hoặc bằng $7,5 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$, lớn hơn hoặc bằng $8,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$, hoặc lớn hơn.

Theo một số phương án, vật phẩm gốc thủy tinh được đặc trưng bởi công thức (II) sau đây:

$$K_{IC}^2 DOC \frac{H}{E} \sqrt{STE} \geq 4,1 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$$

Trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh,

DOC là độ sâu nén theo mét, H là độ cứng theo Pascal của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, E là mô-đun Young theo Pascal của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, và STE là năng lượng căng biến dạng lưu trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo Pa·m. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể thể hiện các giá trị của công thức (II) lớn hơn hoặc bằng $4,5 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng $5,0 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$, lớn hơn hoặc bằng $5,5 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$, hoặc lớn hơn.

Vật phẩm gốc thủy tinh thỏa mãn một hoặc tất cả các công thức (I), (IA), và (II) thể hiện đặc tính thả rơi được cải thiện, chất lượng làm cho vật phẩm gốc thủy tinh đặc biệt thích hợp để sử dụng cho các thiết bị điện tử. Theo cách này, hiệu quả của tổ hợp các đặc điểm cụ thể góp phần làm cho hợp phần thủy tinh và các đặc điểm có thể do biên dạng ứng suất của vật phẩm gốc thủy tinh có thể được xem xét tổng thể khi chọn vật phẩm gốc thủy tinh để sử dụng cho các thiết bị điện tử. K_{IC} được bao gồm trong các công thức để chỉ ra năng lượng cần thiết để lan truyền vết rạn, và vỡ của vật phẩm gốc thủy tinh phụ thuộc ít nhất một phần vào sự lan truyền của vết rạn trong vùng kéo căng. Đặc tính thả rơi tỷ lệ với bình phương của K_{IC} . Giá trị DOC được bao gồm trong các công thức để chỉ ra độ sâu mà vết nứt phải lan truyền để đến được vùng kéo căng, với DOC sâu hơn cung cấp khả năng chống gãy vỡ tốt hơn do cần đạt được độ sâu lan truyền nứt vỡ lớn hơn trong vùng kéo căng. Giá trị STE được bao gồm trong các công thức để chỉ ra mức độ gia cường do trao đổi ion, mà có thể làm tăng khả năng chống gãy vỡ của vật phẩm gốc thủy tinh. Căn bậc hai của STE được kết hợp do mối quan hệ giữa căn bậc hai của STE và giới hạn dễ vỡ của vật phẩm gốc thủy tinh.

Trong các công thức (I), (IA), và (II), các đặc điểm đề cập đến nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh thường phụ thuộc vào hợp phần và tập hợp pha của nền gốc thủy tinh được trao đổi ion để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh. Trên thực tế, hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có thể được xác định bằng các kỹ thuật đã biết trong lĩnh vực này, và các K_{IC} , H, và E của nền gốc thủy tinh được sản xuất có hợp phần được xác định và tập hợp pha có thể được xác định. Ngoài ra, tâm của vật phẩm gốc thủy tinh không bị

ảnh hưởng hoặc không bị ảnh hưởng đáng kể bởi quá trình trao đổi ion, khiến cho hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh về cơ bản giống hoặc giống như hợp phần của nền gốc thủy tinh. Vì lý do này, các K_{IC} , H , và E của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha ở tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có thể được xác định bằng cách đo các đặc điểm của nền gốc thủy tinh trước khi xử lý trao đổi ion.

Các đặc điểm của vật phẩm gốc thủy tinh sẽ được thảo luận dưới đây. Những đặc điểm này có thể đạt được bằng cách thay đổi lượng thành phần hợp phần gốc thủy tinh hoặc biên dạng ứng suất của vật phẩm gốc thủy tinh.

Các hợp phần được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh theo các phương án có độ bền chống nứt vỡ cao (K_{IC}). Như được chứng tỏ bởi các công thức (I) và (II) nêu trên, độ bền chống nứt vỡ có sự ảnh hưởng lớn lên đặc tính thả rơi của vật phẩm gốc thủy tinh. Theo một số phương án, các hợp phần được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện K_{IC} lớn hơn hoặc bằng 0,75 MPa m^{0,5}, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng 0,76 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,77 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,78 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,79 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,80 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,81 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,82 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,83 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,84 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,86 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,87 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,88 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,89 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,90 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,91 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,92 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,93 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,94 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,95 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,96 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,97 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,98 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 0,99 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,00 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,01 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,02 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,03 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,04 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,05 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,06 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,07 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,08 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,09 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,10 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,11 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,12 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,13 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,14 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,15 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,16 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,17 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,18 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,19 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,20

MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,21 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,22 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,23 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,24 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,25 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,26 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,27 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,28 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,29 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,30 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,31 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,32 MPa m^{0,5}, lớn hơn hoặc bằng 1,33 MPa m^{0,5}, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1,34 MPa m^{0,5}. Theo các phương án, các hợp phần được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện K_{IC} lớn hơn hoặc bằng 0,75 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,34 MPa m^{0,5}, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 0,76 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,33 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,77 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,32 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,78 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,31 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,79 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,30 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,80 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,29, từ lớn hơn hoặc bằng 0,81 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,28 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,82 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,27 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,83 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,26 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,84 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,25 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,85 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,24 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,86 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,23 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,87 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,22 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,88 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,21 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,89 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,20 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,90 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,19 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,91 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,18 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,92 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,17 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,93 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,16 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,94 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,15 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,95 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,14 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,96 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,13 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,97 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,12 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,98 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,11 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 0,99 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,10 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 1,00 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,09 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 1,01 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,08 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn hoặc bằng 1,02 MPa m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,07 MPa m^{0,5}, từ lớn hơn

hoặc bằng $1,03 \text{ MPa m}^{0,5}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $1,06 \text{ MPa m}^{0,5}$, từ lớn hơn hoặc bằng $1,04 \text{ MPa m}^{0,5}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $1,05 \text{ MPa m}^{0,5}$, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo một số phương án, các chế phẩm được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện K_{IC} lớn hơn hoặc bằng $0,90 \text{ MPa m}^{0,5}$. Theo một số phương án, các chế phẩm được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện K_{IC} nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ MPa m}^{0,5}$.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, độ bền chống nứt vỡ K_{IC} được đo bằng phương pháp dầm Côngxon kép (double cantilever beam - DCB). Các K_{IC} được đo trên nền gốc thủy tinh trước khi được trao đổi ion để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh. Hình học của mẫu DCB được thể hiện trên Fig. 1 với các thông số quan trọng là chiều dài vết rạn a , tải trọng được áp dụng P , kích thước mặt cắt ngang w và $2h$, và độ dày của rãnh dẫn hướng vết rạn b . các mẫu được cắt theo hình chữ nhật có chiều rộng $2h = 1,25 \text{ cm}$ và độ dày nằm trong khoảng từ, $w = 0,3 \text{ mm}$ đến 1 mm , với tổng chiều dài của mẫu, không phải là kích thước quan trọng, nằm trong khoảng từ 5 cm đến 10 cm . Một lỗ được khoan ở cả hai đầu bằng mũi khoan kim cương để tạo phương tiện gắn mẫu vào giá giữ mẫu và với tải trọng. “Rãnh dẫn hướng” vết rạn b được cắt theo chiều dài của mẫu trên cả hai mặt phẳng bằng cách sử dụng lưỡi cưa kẻ ô cắt lát có lưỡi bằng kim cương, để lại một “mạng lưới” vật liệu, xấp xỉ một nửa tổng độ dày của tấm (kích thước b trên Fig. 1), với chiều cao $180 \mu\text{m}$ tương ứng với độ dày của lưỡi. Dung sai kích thước có độ chính xác cao của lưỡi cưa kẻ ô cho phép giảm thiểu sự thay đổi giữa các mẫu. Lưỡi cưa kẻ ô cũng được sử dụng để cắt một vết rạn ban đầu có kích thước $a = 15 \text{ mm}$. Kết quả của hoạt động cuối cùng này là tạo ra một nêm vật liệu rất mỏng gần đầu vết rạn (do độ cong của lưỡi) cho phép tạo vết rạn dễ dàng hơn trong mẫu. Các mẫu được gắn lên giá đỡ mẫu bằng kim loại bằng sợi dây thép ở lỗ dưới của mẫu. Các mẫu cũng được đỡ ở đầu đối diện để giữ mức mẫu trong điều kiện tải trọng thấp. Lò xo nối tiếp với cảm biến tải trọng (FUTEK, LSB200) được móc vào lỗ phía trên, sau đó được kéo dài ra, để dần dần tác dụng tải trọng, bằng cách sử dụng dây và máng trượt có độ chính xác cao. Vết nứt được theo dõi bằng kính hiển vi có độ phân giải $5 \mu\text{m}$ được gắn với máy ảnh kỹ thuật số và máy tính. Cường độ ứng suất được áp dụng, K_P , được tính bằng phương trình (III) sau đây:

$$K_P = \left[\frac{P \cdot a}{(w \cdot b)^{0,5} h^{1,5}} \right] \left[3,47 + 2,32 \frac{h}{a} \right]$$

Đối với mỗi mẫu, vết rạn đầu tiên được bắt đầu ở đầu mút của mạng lưới, và sau đó vết rạn khởi đầu được phát triển từ từ dưới mức tới hạn cho đến khi tỷ lệ kích thước a/h lớn hơn 1,5, mà được yêu cầu trong phương trình (III) để tính toán chính xác cường độ ứng suất. Tại thời điểm này, chiều dài vết rạn, a , được đo và ghi lại bằng kính hiển vi du lịch có độ phân giải 5 μm . Sau đó một giọt toluen được nhỏ vào rãnh nứt và tác động xâu dọc theo toàn bộ chiều dài của rãnh bằng lực mao dẫn, cố định vết rạn không di chuyển cho đến khi độ bền chống nứt vỡ đạt được. Tải trọng sau đó được tăng lên cho đến khi xảy ra nứt vỡ mẫu, và cường độ ứng suất tới hạn K_{IC} được tính từ tải trọng nứt vỡ và kích thước mẫu, với K_P tương đương với K_{IC} do phương pháp đo.

Mô-đun Young (E) của hợp phần thủy tinh được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có mối tương quan âm với đặc tính thả rơi của vật phẩm gốc thủy tinh, như được chứng tỏ bởi các công thức (I) và (II). Theo các phương án, các hợp phần được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện mô-đun Young (E) từ lớn hơn hoặc bằng 75 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 120 GPa, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 76 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 115 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 77 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 113 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 78 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 112 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 79 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 111 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 80 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 110 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 81 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 109 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 82 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 108 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 83 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 107 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 84 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 106 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 85 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 105 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 86 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 104 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 87 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 103 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 88 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 102 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 89 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 101 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 90 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 100 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 91 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 99 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 92 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 98 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 93 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 97 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 94 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 96 GPa, hoặc bằng 95 GPa, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các

phương án, các hợp phần được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện mô-đun Young (E) từ lớn hơn hoặc bằng 80 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 120 GPa. Các giá trị mô-đun Young nêu trong sáng chế này để chỉ giá trị được đo bằng kỹ thuật quang phổ siêu âm cộng hưởng kiểu thông thường được trình bày trong ASTM E2001-13, với tiêu đề tài liệu là “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts.”

Độ cứng (H) của hợp phần thủy tinh được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có mối tương quan dương với đặc tính thả rơi của vật phẩm gốc thủy tinh, như được chứng tỏ bởi các công thức (I) và (II). Theo các phương án, các hợp phần được sử dụng để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện độ cứng (H) từ lớn hơn hoặc bằng 6,0 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 GPa, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 6,1 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,9 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,2 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,8 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,3 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,7 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,4 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,6 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,5 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,6 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,4 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,7 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,3 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,8 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,2 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 6,9 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,1 GPa, hoặc bằng 7,0 GPa, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Các giá trị độ cứng được nêu trong bản mô tả này để chỉ Khi được đo bằng thử nghiệm độ cứng Vickers. Thử nghiệm độ cứng Vickers bao gồm cách ấn lõm bằng mũi làm lõm Vickers trong 15 giây với tải trọng 200 gam.

Vật phẩm gốc thủy tinh có thể có độ dày thích hợp bất kỳ. Độ dày (t) của vật phẩm gốc thủy tinh có mối tương quan âm tính với đặc tính thả rơi của vật phẩm gốc thủy tinh, như được chứng tỏ bởi công thức (I). Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có độ dày (t) từ lớn hơn hoặc bằng 0,2 mm đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mm, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 0,3 mm đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 mm, từ lớn hơn hoặc bằng 0,4 mm đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,9 mm, từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mm đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,8 mm, từ lớn hơn hoặc bằng 0,6 mm đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,7 mm, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Như được đề cập ở trên, vật phẩm gốc thủy tinh được gia cường, chẳng hạn bằng cách trao đổi ion, làm cho thủy tinh có khả năng chống hư hại cho các ứng dụng chẳng hạn, nhưng không bị giới hạn ở, các vật phẩm cho phần che phủ bộ phận hiển thị hoặc hộp vỏ thiết bị điện tử. Tham chiếu đến Fig. 2, vật phẩm gốc thủy tinh có vùng thứ nhất chịu ứng suất nén (ví dụ, lớp nén thứ nhất và thứ hai 120, 122 trên FIG. 2) kéo dài từ bề mặt đến độ sâu của lực nén (DOC) của vật phẩm gốc thủy tinh và vùng thứ hai (ví dụ, vùng trung tâm 130 trên FIG. 2) chịu ứng suất kéo hoặc ứng suất kéo trung tâm (CT) kéo dài từ DOC vào trong vùng trung tâm hoặc vùng bên trong của thủy tinh. Như được sử dụng ở đây, DOC dùng để chỉ độ sâu mà tại đó ứng suất nằm trong vật phẩm gốc thủy tinh thay đổi từ ứng suất nén thành ứng suất 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 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 (CS) có giá trị tối đa tại hoặc gần bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh, và CS thay đổi với khoảng cách d từ bề mặt theo hàm. Tiếp tục tham chiếu đến hình vẽ trên FIG. 2, đoạn thứ nhất **120** kéo dài từ bề mặt thứ nhất **110** đến độ sâu d_1 và đoạn 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 vật phẩm gốc 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. SOC lần lượt được đo theo Quy trình C (Phương pháp đĩa thủy tinh) đã được mô tả trong tiêu chuẩn ASTM tiêu chuẩn C770-16, có tiêu đề “Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn để đo hệ số quang ứng suất của thủy tinh,” các nội dung của nó được đưa vào trong bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Theo một số phương án, CS của vật phẩm gốc thủy tinh là từ lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 1300 MPa, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 325 MPa đến

nhỏ hơn hoặc bằng 1250 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 350 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 1200 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 375 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 1150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 400 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 1100 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 425 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 1050 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 450 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 1000 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 475 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 975 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 500 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 525 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 925 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 550 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 900 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 575 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 875 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 600 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 850 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 625 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 825 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 650 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 800 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 675 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 775 MPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 700 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 750 MPa, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo một số phương án, CS của vật phẩm gốc thủy tinh lớn hơn hoặc bằng 100 MPa.

Theo một hoặc nhiều phương án, các ion Na^+ và K^+ được trao đổi vào trong vật phẩm gốc thủy tinh và các ion Na^+ khuếch tán vào độ sâu sâu hơn vào trong vật phẩm thủy tinh hơn các ion K^+ . Độ sâu thẩm của các ion K^+ (“DOL Kali”) được phân biệt với DOC do nó đại diện cho độ sâu thẩm kali là kết quả của quá trình trao đổi ion. DOL kali thường nhỏ hơn DOC của các vật phẩm được mô tả ở đây. DOL kali được đo bằng cách sử dụng máy đo ứng suất bề mặt chẳng hạn máy đo ứng suất bề mặt FSM-6000 có bán trên thị trường, do Orihara Industrial Co., Ltd. (Japan) sản xuất, mà dựa trên việc đo chính xác hệ số ứng suất quang (SOC), như được mô tả ở trên với việc tham khảo việc đo CS. DOL kali của mỗi lớp trong số các lớp nén thứ nhất và thứ hai **120, 122** từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 6 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 7 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 8 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 μm , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 9 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm , và tất cả các khoảng và các khoảng con giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án khác, DOL kali của mỗi lớp trong số lớp nén thứ nhất và thứ hai **120, 122** là từ lớn hơn hoặc bằng 6 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , như từ lớn hơn hoặc bằng 10 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 15 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 20 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng

25 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , và tất cả các khoảng và các khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án khác nữa, DOL kali của mỗi lớp trong số lớp nén thứ nhất và thứ hai **120**, **122** là từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 μm , như từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 μm , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm , và tất cả các khoảng và các khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Ứng suất nén của cả hai bề mặt chính (**110**, **112** trên Fig. 1) được làm cân bằng bằng lực kéo căng dự trữ trong vùng trung tâm (**130**) của thủy tinh. Các trị số căng trung tâm (ứng suất kéo trung tâm - 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 đến 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. 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 lượng 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.

Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có CT tối đa lớn hơn hoặc bằng 95 MPa, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng 100 MPa, lớn hơn hoặc bằng 105 MPa, lớn hơn hoặc bằng 110 MPa, lớn hơn hoặc bằng 110 MPa, lớn hơn hoặc bằng 120 MPa, lớn hơn hoặc bằng 130 MPa, lớn hơn hoặc bằng 140 MPa, hoặc lớn hơn hoặc bằng 150 MPa, hoặc lớn hơn. Theo một số phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có CT tối đa nhỏ hơn hoặc bằng 200 MPa, chẳng hạn nhỏ hơn hoặc bằng 190 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 180 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 170 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 160 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 140 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 130 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 120 MPa, nhỏ hơn hoặc bằng 110 MPa, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa. 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. Tuy nhiên, theo các phương án khác, vật phẩm thủy tinh có thể có CT tối đa từ lớn hơn hoặc bằng 95 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 200 MPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 100 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 190 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 110 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 180 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 120 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 170 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 130 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 160 MPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 140 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, và tất cả các khoảng và các khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Ứng suất kéo trung tâm (CT) cũng được mô tả tham chiếu đến độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có CT tối đa nhỏ hơn hoặc bằng $120/\sqrt{t}$ MPa trong đó t là mm, chẳng hạn nhỏ hơn hoặc bằng $110/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $110/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $100/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $90/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $80/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $70/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $60/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $50/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $40/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $30/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $20/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $10/\sqrt{t}$ MPa, hoặc nhỏ hơn. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có CT tối đa nhỏ hơn hoặc bằng $120/\sqrt{t}$ MPa trong đó t là mm, chẳng hạn nhỏ hơn hoặc bằng $110/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $110/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $100/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $90/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $80/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $70/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $60/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $50/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $40/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $30/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $20/\sqrt{t}$ MPa, nhỏ hơn hoặc bằng $10/\sqrt{t}$ MPa, hoặc nhỏ hơn. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy

ting có thể có CT tối đa lớn hơn hoặc bằng $10/\sqrt{t}$ MPa trong đó t là mm, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng $20/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $30/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $40/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $50/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $60/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $70/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $80/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $90/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $100/\sqrt{t}$ MPa, lớn hơn hoặc bằng $110/\sqrt{t}$ MPa, hoặc lớn hơn. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có CT tối đa từ lớn hơn hoặc bằng $10/\sqrt{t}$ MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng $120/\sqrt{t}$ MPa trong đó t là mm, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng $20/\sqrt{t}$ MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng $110/\sqrt{t}$ MPa, từ lớn hơn hoặc bằng $30/\sqrt{t}$ MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng $100/\sqrt{t}$ MPa, từ lớn hơn hoặc bằng $40/\sqrt{t}$ MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng $90/\sqrt{t}$ MPa, từ lớn hơn hoặc bằng $50/\sqrt{t}$ MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng $80/\sqrt{t}$ MPa, từ lớn hơn hoặc bằng $60/\sqrt{t}$ MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng $70/\sqrt{t}$ MPa, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Vật phẩm gốc thủy tinh có thể có độ sâu nén (DOC) bất kỳ. Theo các phương án, DOC từ lớn hơn hoặc bằng 75 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 300 μm , chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 85 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 290 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 95 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 280 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 100 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 270 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 110 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 260 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 120 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 250 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 130 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 240 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 140 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 230 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 150 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 220 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 160 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 210 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 170 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 180 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 190 μm , và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

DOC được cung cấp ở một số phương án thực hiện ở đây làm phần của chiều dày (t) của vật phẩm gốc thủy tinh. Theo các phương án, vật phẩm thủy tinh có thể có độ sâu nén (DOC) từ lớn hơn hoặc bằng $0,15t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,40t$, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng $0,18t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,38t$, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng $0,19t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,36t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,20t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,34t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,18t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,32t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,19t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,30t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,20t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,29t$, từ lớn hơn hoặc

bằng 0,21t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,28t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,22t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,27t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,23t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,26t, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 0,24t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Vật phẩm gốc thủy tinh được mô tả ở đây có thể thể hiện năng lượng kéo dự trữ (STE) theo lượng thích hợp bất kỳ. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có STE lớn hơn hoặc bằng 5 Pa·m, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng 6 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 7 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 8 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 9 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 10 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 11 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 12 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 13 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 14 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 15 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 16 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 17 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 18 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 19 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 20 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 21 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 22 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 23 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 24 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 25 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 26 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 27 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 28 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 29 Pa·m, hoặc lớn hơn. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có STE nhỏ hơn hoặc bằng 30 Pa·m, chẳng hạn nhỏ hơn hoặc bằng 29 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 28 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 27 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 26 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 25 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 24 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 23 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 22 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 21 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 20 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 19 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 18 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 17 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 16 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 15 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 14 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 13 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 12 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 11 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 10 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 9 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 8 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 7 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 6 Pa·m, nhỏ hơn hoặc bằng 5 Pa·m, hoặc nhỏ hơn. Theo các phương án, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có STE từ lớn hơn hoặc bằng 5 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 Pa·m, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng 6 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 29 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 7 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 8 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 27 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 9 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 26 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 10 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 11 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 12 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 23 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 13 Pa·m đến nhỏ

hơn hoặc bằng 22 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 14 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 21 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 15 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 16 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 19 Pa·m, lớn hơn hoặc bằng 17 Pa·m đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 Pa·m, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, năng lượng kéo dự trữ (STE) của vật phẩm gốc thủy tinh được tính bằng phương trình (IV) sau đây:

$$\text{STE (Pa}\cdot\text{m)} = [1-\nu]/E \int \sigma(z)^2 dz$$

trong đó ν là hệ số Poisson, E là mô-đun Young, $\sigma(z)$ là ứng suất là hàm của vị trí (z) theo hướng độ dày, và sự tích hợp này được thực hiện chỉ trên vùng kéo căng. Phương trình (IV) được mô tả trong ấn phẩm của Suresh T. Gulati, *Frangibility of Tempered Soda-Lime Glass Sheet*, GLASS PROCESSING DAYS, The Fifth International Conference on Architectural and Automotive Glass, 13-15 Sept. 1997, là phương trình số 4. Các trị số hệ số Poisson được trích dẫn trong phần mô tả này đề 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.”

Vật phẩm gốc thủy tinh có thể được tạo ra bằng cách cho nền gốc thủy tinh tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén. Quy trình trao đổi ion có thể được thực hiện trong các điều kiện đủ để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh thỏa mãn bất kỳ trong số các công thức (I), (IA), và (II). Theo các phương án, 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 nhất định, dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm nhỏ hơn khoảng 95% KNO_3 nóng chảy, như nhỏ hơn khoảng 90% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn khoảng 80% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn khoảng 70% KNO_3 nóng chảy, nhỏ hơn khoảng 60% KNO_3 nóng chảy, hoặc nhỏ hơn khoảng 50% KNO_3 nóng chảy. Theo các phương án nhất định, dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm ít nhất khoảng 5% NaNO_3 nóng chảy, như ít nhất khoảng 10% NaNO_3 nóng chảy, ít nhất khoảng 20% NaNO_3 nóng chảy, ít nhất khoảng 30% NaNO_3 nóng chảy, hoặc ít nhất khoảng 40% NaNO_3 nóng chảy. Theo các phương án khác, dung dịch trao đổi ion

có thể bao gồm khoảng 95% KNO_3 nóng chảy và khoảng 5% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 94% KNO_3 nóng chảy và khoảng 6% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 93% KNO_3 nóng chảy và khoảng 7% NaNO_3 nóng chảy, 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 nằm giữa các giá trị nêu trên. 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 một số phương án, dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm muối lithi, chẳng hạn LiNO_3 .

Nền gốc thủy tinh có thể được tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion bằng cách nhúng nền gốc thủy tinh vào trong bể dung dịch trao đổi ion, phun dung dịch trao đổi ion lên trên nền gốc thủy tinh, hoặc nếu không thì áp dụng theo cách vật lý dung dịch trao đổi ion vào nền gốc thủy tinh. Khi tiếp xúc với nền gốc thủy tinh, dung dịch trao đổi ion có thể, theo các phương án, là ở nhiệt độ từ lớn hơn hoặc bằng 340°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 500°C , chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 350°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 490°C , từ lớn hơn hoặc bằng 360°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 480°C , từ lớn hơn hoặc bằng 370°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 470°C , từ lớn hơn hoặc bằng 380°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 460°C , từ lớn hơn hoặc bằng 390°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 450°C , từ lớn hơn hoặc bằng 400°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 440°C , từ lớn hơn hoặc bằng 410°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 430°C , bằng 420°C , và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh có thể được cho tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion trong khoảng thời gian từ lớn hơn hoặc bằng 2 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 48 giờ, như từ lớn hơn hoặc bằng 4 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 44 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 8 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 40 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 12 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 36 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 16 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 32 giờ, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 20 giờ tới nhỏ hơn hoặc bằng 28 giờ, bằng 24 giờ, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

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 Hoa Kỳ số 2016/0102011, tài liệu đó được kết hợp toàn bộ vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn. Theo một số phương án, quy trình trao đổi ion có thể được chọn để tạo thành biên dạng ứng suất hình parabol trong các vật phẩm thủy tinh, như các biên dạng ứng suất được mô tả trong công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2016/0102014, được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn.

Sau khi quá trình trao đổi ion được thực hiện, cần hiểu rằng hợp phần tại bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh khác với hợp phần của nền gốc 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, lần lượt là Na^+ hoặc K^+ . Tuy nhiên, hợp phần thủy tinh và tập hợp pha tại hoặc gần tâm của độ sâu của vật phẩm gốc thủy tinh sẽ, theo các phương án, sẽ có hợp phần của nền gốc thủy tinh.

Nền gốc thủy tinh được trao đổi ion để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có thể có thành phần thích hợp bất kỳ, chẳng hạn hợp phần aluminosilicat kiềm. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , và ít nhất một oxit kim loại kiềm. Ít nhất một oxit kim loại kiềm hỗ trợ việc trao đổi ion của nền gốc thủy tinh. Ví dụ, nền gốc thủy tinh có thể bao gồm Li_2O và/hoặc Na_2O hỗ trợ việc trao đổi của các ion Na^+ và K^+ vào trong nền gốc thủy tinh để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh. Như đã thảo luận ở trên, hợp phần của nền gốc thủy tinh có thể tương đương với hợp phần và tập hợp pha ở tâm của của vật phẩm gốc thủy tinh.

Theo các phương án của nền gốc thủy tinh được mô tả ở đây, nồng độ của các thành phần cấu tạo (ví dụ, SiO_2 , Al_2O_3 , Li_2O , và loại tương tự) được nêu theo tỷ lệ mol phần trăm (mol%) trên cơ sở oxit, trừ khi được quy định khác. Các thành phần của nền gốc 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 của nền gốc thủy tinh được bộc lộ ở đây, SiO_2 là thành phần lớn nhất và, như vậy, SiO_2 là thành phần chủ yếu của mạng thủy tinh được tạo ra từ hợp phần thủy tinh. SiO_2 nguyên chất có CTE tương đối thấp và không chứa kiềm. Tuy nhiên,

SiO_2 nguyên chất có điểm nấu chảy cao. Theo đó, nếu nồng độ của SiO_2 trong nền gốc thủy tinh quá cao, thì khả năng tạo thành hợp phần thủy tinh có thể bị giảm khi các nồng độ cao của SiO_2 làm tăng độ khó của việc làm nóng chảy thủy tinh, vốn, đến lượt nó gây tác động bất lợi lên khả năng tạo hình của thủy tinh. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh thường chứa SiO_2 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 50,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 69,0 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh bao gồm SiO_2 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 51,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 68,0 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 52,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 67,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 53,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 66,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 54,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 65,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 55,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 64,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 56,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 63,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 57,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 62,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 58,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 61,0 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 60,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 61,0 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Nền gốc thủy tinh theo các phương án có thể còn chứa Al_2O_3 . Al_2O_3 có thể có tác dụng làm chất tạo mạng thủy tinh, tương tự như SiO_2 . Al_2O_3 có thể làm tăng độ nhớt của hợp phần thủy tinh do hệ tọa độ tứ cực 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 nền gốc thủy tinh, Al_2O_3 có thể làm giảm nhiệt độ đường pha lỏng của thủy tinh nóng chảy, nhờ đó tăng cường độ nhớt đường pha lỏng 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 nung chảy. Trong các phương án, nền gốc thủy tinh nói chung bao gồm Al_2O_3 theo nồng độ từ lớn hơn hoặc bằng 12,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 25,0 mol%, và tất cả các khoảng trị số và các khoảng trị số con giữa các trị số nêu trên. Theo các phương án khác, nền gốc thủy tinh bao gồm Al_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 13,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 24,5% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 13,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 24,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 14,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 23,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 14,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 23,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 15,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 22,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 15,5% mol đến nhỏ

hơn hoặc bằng 22,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 21,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 16,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 21,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 17,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 20,5% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 17,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 20,0% mol, từ lớn hơn hoặc bằng 18,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 19,5% mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 18,5% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 19,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Tương tự, SiO_2 và Al_2O_3 , P_2O_3 có thể được bổ sung vào nền gốc thủy tinh làm chất tạo mạng, từ đó làm giảm khả năng nóng chảy và khả năng chế tạo của hợp phần thủy tinh. Vì thế, B_2O_3 có thể được bổ sung với lượng mà không làm giảm quá mức các đặc tính này. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh có thể bao gồm B_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% B_2O_3 đến nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 mol% B_2O_3 , và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa B_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 mol%, chẳng hạn lớn hơn hoặc bằng 1,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,0 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,0 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,0 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Việc kết hợp Li_2O vào hợp phần thủy tinh cho phép kiểm soát quá trình trao đổi ion tốt hơn và làm giảm hơn nữa điểm hóa mềm của thủy tinh, do đó tăng khả năng sản xuất của thủy tinh. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh thường bao gồm Li_2O với lượng từ lớn hơn 8,0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 18,0% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa Li_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 8,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 17,5 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 9,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 17,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 9,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 10,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 10,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 11,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 12,0 mol% đến nhỏ

hơn hoặc bằng 14,0 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 12,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 13,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

Theo các phương án, nền gốc thủy tinh cũng có thể chứa các oxit kim loại kiềm khác Li_2O , chẳng hạn Na_2O . Na_2O hỗ trợ khả năng trao đổi ion của hợp phần thủy tinh, và cũng cải thiện khả năng chế tạo, và nhờ đó cải thiện khả năng sản xuất của hợp phần thủy tinh. Tuy nhiên, nếu quá nhiều Na_2O được bổ sung vào nền gốc thủy tinh, thì CTE có thể quá thấp, và điểm nấu chảy có thể là quá cao. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh thường chứa Na_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% Na_2O đến nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 mol% Na_2O , và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa Na_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 7,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 3,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,0 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 4,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị 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 bổ sung K_2O có thể làm cho CTE có thể quá thấp, và điểm nóng chảy có thể quá cao. Theo một số phương án, nền gốc thủy tinh có thể chứa K_2O . Theo các phương án thực hiện hợp phần thủy tinh về cơ bản không chứa kali. Như được sử dụng trong tài liệu này, thuật ngữ “về cơ bản không chứa” nghĩa là thành phần này không được thêm vào làm thành phần của mẻ vật liệu mặc dù thành phần này có thể có trong thủy tinh cuối cùng với lượng rất nhỏ ở dạng tạp chất, như nhỏ hơn 0,1% mol. Theo các phương án khác, K_2O có thể có mặt trong nền gốc thủy tinh với lượng nhỏ hơn 1 mol%.

MgO làm giảm độ nhớt của thủy tinh, giúp tăng cường khả năng chế tạo và khả năng sản xuất của thủy tinh. Việc kết hợp MgO vào nền gốc thủy tinh cũng cải thiện điểm biến dạng và mô-đun Young của hợp phần thủy tinh, và cũng có thể cải thiện khả năng trao đổi ion của thủy tinh. Tuy nhiên, khi quá nhiều MgO được bổ sung vào hợp phần thủy tinh, mật độ và CTE của hợp phần thủy tinh tăng. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh thường chứa MgO với nồng độ từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 17,5 mol%, và tất cả

các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa MgO với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 17,0 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 3,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 4,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 13,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 4,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 13,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 5,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 6,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 6,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 7,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 7,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10,0 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 8,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 9,0 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

CaO làm giảm độ nhớt của thủy tinh, vốn tăng cường khả năng chế tạo, điểm căng và mô-đun Young, và có thể nâng cao khả năng trao đổi ion. Tuy nhiên, khi quá nhiều CaO được bổ sung vào nền gốc thủy tinh, thì mật độ và CTE của hợp phần thủy tinh tăng. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh thường chứa CaO với nồng độ từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,0 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa CaO với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3,0 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên.

La_2O_3 làm tăng độ bền của thủy tinh, và cũng làm tăng mô-đun Young và độ cứng của thủy tinh. Tuy nhiên, khi quá nhiều La_2O_3 được bổ sung vào hợp phần thủy tinh, thủy tinh trở nên dễ bị mờ và khả năng sản xuất của thủy tinh bị giảm. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh nói chung bao gồm La_2O_3 với nồng độ từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, và tất cả các khoảng và các khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa La_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng

0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo một số phương án, hợp phần thủy tinh không chứa hoặc hầu như không chứa La_2O_3 .

Y_2O_3 còn làm tăng độ bền của thủy tinh, và cũng làm tăng mô-đun Young và độ cứng của thủy tinh. Tuy nhiên, khi quá nhiều Y_2O_3 được bổ sung vào hợp phần thủy tinh, thủy tinh trở nên dễ bị hóa mờ và khả năng sản xuất của thủy tinh bị giảm. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa Y_2O_3 , chẳng hạn với nồng độ từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa Y_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%. Theo một số phương án, nền gốc thủy tinh không chứa hoặc về cơ bản không chứa Y_2O_3 .

TiO_2 cũng góp phần làm tăng độ bền của thủy tinh, đồng thời làm mềm thủy tinh. Tuy nhiên, khi quá nhiều TiO_2 được bổ sung vào hợp phần thủy tinh, thì thủy tinh trở nên dễ bị hóa mờ và có màu sắc không mong muốn. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa TiO_2 , chẳng hạn với nồng độ từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa TiO_2 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%. Theo một số phương án, nền gốc thủy tinh không chứa hoặc về cơ bản không chứa TiO_2 .

ZrO_2 góp phần vào độ cứng của thủy tinh. Tuy nhiên, khi quá nhiều ZrO_2 được bổ sung vào hợp phần thủy tinh, các tạp chất ziricon không mong muốn có thể được hình thành trong thủy tinh ít nhất một phần do độ hòa tan thấp của ZrO_2 trong thủy tinh. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa ZrO_2 , chẳng hạn với nồng độ từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh chứa ZrO_2 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,0 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 1,0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo một số phương án, nền gốc thủy tinh không chứa hoặc về cơ bản không chứa ZrO_2 .

SrO làm giảm nhiệt độ pha lỏng của hợp phần thủy tinh được mô tả ở đây. Theo các phương án thực hiện, nền gốc thủy tinh có thể chứa SrO với các lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 0,2% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,8% mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 0,4% mol đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,6% mol, và tất cả các khoảng và các khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo một số phương án, nền gốc thủy tinh có thể về cơ bản không chứa hoặc không chứa SrO.

Theo các phương án, nền gốc thủy tinh có thể tùy ý bao gồm một hoặc nhiều chất làm trong. Theo một số phương án, chất làm trong có thể bao gồm, ví dụ, SnO_2 . Theo một số phương án, SnO_2 có thể có mặt trong nền gốc thủy tinh với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol%, chẳng hạn từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo các phương án khác, SnO_2 có thể có mặt trong nền gốc thủy tinh với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol%, or lớn hơn hoặc bằng 0,1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con nằm giữa các giá trị nêu trên. Theo một số phương án, nền gốc thủy tinh có thể về cơ bản không chứa hoặc không chứa SnO_2 .

Theo các phương án, nền gốc thủy tinh có thể về cơ bản không chứa một hoặc cả hai trong số arsen và antimon. Theo các phương án khác, nền gốc thủy tinh có thể không chứa một trong số hoặc cả hai arsen và antimon.

Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm thủy tinh được mô tả ở đây có thể thể hiện vi cấu trúc vô định hình và có thể về cơ bản không chứa tinh thể hoặc mầm tinh thể. Nói cách khác, vật phẩm thủy tinh loại trừ vật liệu gồm thủy tinh theo một số phương án.

Nền gốc thủy tinh có thể bao gồm gốm thủy tinh. Gốm thủy tinh được đặc trưng bởi tập hợp pha, tập hợp pha này bao gồm pha vô định hình và ít nhất một pha tinh thể. (Các) pha tinh thể của gốm thủy tinh có thể bao gồm cấu trúc tinh thể thích hợp bất kỳ, chẳng hạn lithi silicat, beta-spodumen, hoặc cấu trúc tinh thể spinel. Gốm thủy tinh chứa nền gốc thủy tinh có thể được tạo ra bằng phương pháp bất kỳ, chẳng hạn gốm hóa tiên chất thủy tinh.

Nền gốc thủy tinh có thể được sản xuất bằng phương pháp thích hợp bất kỳ. Theo các phương án, nền gốc thủy tinh có thể được sản xuất bằng quy trình bao gồm các quy trình tạo hình qua khe, tạo hình thả nổi, quy trình cán, và tạo hình nung chảy. Các quy trình

kéo để tạo hình nền gốc thủy tinh, là điều mong muốn do chúng cho phép vật phẩm thủy tinh mỏng được tạo thành với ít khiếm khuyết.

Nền gốc thủy tinh có thể được đặc trưng bởi cách thức tạo ra nó. Ví dụ, nền gốc 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 chuốt xuôi và, cụ thể là, có thể tạo ra bằng phương pháp nung chảy hoặc chuốt qua khe (tức là, được tạo ra bằng quy trình chuốt xuôi như quy trình kéo nung chuốt hoặc quy trình chuốt qua khe).

Một số phương án của vật phẩm gốc thủy tinh được mô tả ở đây có thể được tạo ra bằng quy trình chuốt xuôi. Các quy trình chuốt xuôi tạo ra các nền gốc thủy tinh có độ dày đồng đều mà có các bề mặt tương đối nguyên sơ. Do độ bền uốn trung bình của nền gốc thủy tinh và vật phẩm gốc thủy tinh thu được có thể được kiểm soát bằng lượng và kích thước các vết rạn bề mặt, nên bề mặt nguyên sơ có sự tiếp xúc tối thiểu sẽ có độ bền ban đầu cao hơn. Ngoài ra, các nền gốc thủy tinh được chuốt xuôi có bề mặt rất phẳng và mịn có thể được sử dụng trong ứng dụng cuối cùng của nó mà không cần tới việc mài và đánh bóng tốn kém.

Một số phương án của nền gốc thủy tinh có thể được mô tả là có thể được tạo ra bằng cách nung chảy (tức là, có thể được tạo ra bằng các quy trình nung chuốt). Quy trình nung chảy sử dụng bể chuốt có kênh để tiếp 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 chuốt dưới dạng hai màng thủy tinh chảy. Các bề mặt ngoài này của bể chuốt kéo dài xuống dưới và hướng vào phía trong sao cho chúng gặp nhau ở mép dưới bể chuốt. Hai màng thủy tinh chảy gặp nhau ở mép này để hợp lại và tạo ra một vật phẩm thủy tinh chảy. Phương pháp nung chuốt có ưu điểm ở chỗ, vì hai màng thủy tinh chảy tràn trên kênh nung chảy với nhau nên không có bề mặt bên ngoài nào của nền gốc thủy tinh thu được tiếp xúc với phần bất kỳ của thiết bị. Do đó, các tính chất bề mặt của nền gốc thủy tinh được nung chuốt sẽ không bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc này.

Một số phương án của nền gốc thủy tinh được mô tả ở đây có thể được tạo thành bằng quy trình kéo qua khe. Quy trình kéo qua khe khác với phương pháp nung chuốt.

Trong các quy trình kéo qua khe, vật liệu thủy tinh thô nóng chảy được cấp vào bể kéo. Đáy của bể kéo có khe mở với miệng kéo dài theo độ dài của khe này. Thủy tinh nóng chảy chảy qua khe/vòi và được chuốt xuôi dưới dạng nền gốc thủy tinh một cách liên tục và vào trong vùng ủ.

Các vật phẩm gốc 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 nào đó hoặc kết hợp của chúng. Vật phẩm làm ví dụ tích hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm gốc thủy tinh được bộc lộ ở đây được thể hiện trên các hình vẽ Fig. 3A và 3B. Cụ thể là, các Fig. 3A và 3B 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 đế che phủ 212 tại hoặc trên mặt trước của vỏ sao cho nó ở trên bộ phận hiển thị. Nền che phủ 212 và/hoặc hộp vỏ có thể bao gồm vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm gốc thủy tinh được bộc lộ trong bản mô tả này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Vật phẩm gốc thủy tinh với các hợp phần được nêu trong bảng I dưới đây được điều chế, nồng độ của các thành phần được nêu dưới dạng mol%. Ví dụ 1 được gồm hóa để tạo ra gốm thủy tinh. Nền gốc thủy tinh có độ dày 0,8 mm.

Bảng 1

	A	B	C	D	1	2	3
SiO ₂	57,43	63,64	63,31	70,94	70,29	54,52	58,09
Al ₂ O ₃	16,10	15,07	15,20	12,83	4,23	19,43	18,04
B ₂ O ₃		2,34	6,74	1,86		7,91	6,05
P ₂ O ₅	6,54	2,53			0,87		
Li ₂ O		5,93	6,82	8,22	21,35	11,70	11,36
Na ₂ O	17,05	9,27	4,30	2,36	1,51	1,90	1,92
ZrO ₂					1,67		
CaO			1,55			0,07	0,04
K ₂ O						0,05	
MgO	2,81		1,00	2,87		4,35	4,41
SnO ₂	0,07	0,05	0,05	0,06	0,08	0,04	0,05
TiO ₂							
ZnO		1,17		0,83			
SrO			1,02				
Fe ₂ O ₃				0,02			

Nền gốc thủy tinh sau đó được trao đổi ion để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh. Các đặc điểm của nền gốc thủy tinh và vật phẩm gốc thủy tinh được nêu trong bảng 2 dưới đây. Mô-đun Young (E), độ cứng (H), và độ bền chống nứt vỡ (K_{IC}) được đo trên nền gốc thủy tinh trước khi được trao đổi ion để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh. Để đo đặc tính thả rơi, vật phẩm gốc thủy tinh được tải vào một đĩa mô phỏng điện thoại thông minh và được làm rơi trên giấy nhám 30 grit, đặc tính thả rơi được thông báo theo chiều cao rơi tối đa theo cm trước khi vật phẩm gốc thủy tinh bị vỡ.

Bảng 2

	A	B	C	D	1	2	3
K_{Ic} (MPa $\sqrt{m}$)	0,65	0,75	0,87	0,84	1,34	0,96	0,95
E (Gpa)	65	74	77	80	110		
H (Gpa)	4,802	5,253	5,733	5,929	7,428		
DOC (m)	0,0001	0,00016	0,00017	0,000175	0,00015	0,00019	0,00019
DOC/t	0,13	0,20	0,21	0,22	0,19	0,24	0,24
STE (Pa $\cdot m$)	18	12	17	20	8	24	24
$K_{Ic}^2 \cdot DOC/t \cdot \sqrt{V(STE)}$ (Pa $^{2,5} m^{1,5}$)	$2,24 \times 10^{11}$	$3,90 \times 10^{11}$	$6,63 \times 10^{11}$	$6,90 \times 10^{11}$	$9,52 \times 10^{11}$	$1,07 \times 10^{12}$	$1,05 \times 10^{12}$
$K_{Ic}^2 \cdot DOC \cdot H/E \cdot \sqrt{V(STE)}$ (Pa $^{2,5} m^{2,5}$)	13242554	22130554	39500547	40926356	54876097		
Đặc tính thả rơi (cm)	35	84	135	129	182	177	188

Mối quan hệ giữa đặc tính thả rơi và các giá trị của công thức (I) được thể hiện trên FIG. 4. Mối quan hệ giữa đặc tính thả rơi và các giá trị của công thức (II) được thể hiện trên FIG. 5. Như được minh họa bởi các hình vẽ Fig. 4 và 5, vật phẩm gốc thủy tinh thỏa mãn các công thức (I) và (II) thể hiện đặc tính thả rơi được cải thiện. Như được chứng tỏ trên các FIG. 4 và 5, các ví dụ 1-3 thỏa mãn các công thức (I) và (II) đều thể hiện đặc tính thả rơi tốt hơn các ví dụ so sánh A-D không thỏa mãn các công thức (I) và (II).

Tất cả các khoảng được bộc lộ trong bản mô tả này bao gồm các khoảng và các khoảng con bất kỳ và tất cả các khoảng và các khoảng con được bao hàm bởi các khoảng được bộc lộ rộng dù có được chỉ rõ trước hoặc sau khoảng 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. Vật phẩm gốc thủy tinh, bao gồm:
lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén,
trong đó $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 7,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$, được tính là $STE = [1-\nu]/E \int \sigma(z)^2 dz$, trong đó ν là hệ số Poisson của nền gốc thủy tinh, E là mô-đun Young của nền gốc thủy tinh, $\sigma(z)$ là ứng suất mà là hàm của vị trí (z) theo hướng độ dày, và sự tích hợp chỉ được thực hiện trên vùng kéo.
2. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 1, trong đó:
 $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 8,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.
3. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 1, trong đó:
 $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 9,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.
4. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 1, trong đó:
 $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 9,5 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.
5. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 1, trong đó:
 $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 1,0 \times 10^{12} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$.
6. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó $DOC \geq 75 \text{ } \mu\text{m}$.
7. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó $DOC \leq 300 \text{ } \mu\text{m}$.
8. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó $DOC \leq 0,4t$.

9. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó $DOC \geq 0,1t$.
10. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, bao gồm ứng suất kéo trung tâm tối đa CT lớn hơn hoặc bằng 95 MPa.
11. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, bao gồm ứng suất kéo trung tâm tối đa CT nhỏ hơn hoặc bằng $120/\sqrt{t}$ MPa, trong đó t là theo mm.
12. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh này có độ dày $t \leq 1,0$ mm.
13. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh này có độ dày $t \geq 0,3$ mm.
14. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó $STE \geq 20$ Pa·m.
15. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó $5 \text{ Pa} \cdot \text{m} \leq STE \leq 10 \text{ Pa} \cdot \text{m}$.
16. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 100 MPa.
17. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 400 MPa.
18. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS nhỏ hơn hoặc bằng 1300 MPa.
19. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm thủy tinh.
20. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh chứa SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , và ít nhất một oxit kim loại kiềm.

21. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} lớn hơn hoặc bằng $0,75 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.
22. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.
23. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có độ cứng H lớn hơn hoặc bằng $6,0 \text{ GPa}$.
24. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có độ cứng H nhỏ hơn hoặc bằng $8,0 \text{ GPa}$.
25. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có mô-đun Young E lớn hơn hoặc bằng 80 GPa .
26. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có mô-đun Young E nhỏ hơn hoặc bằng 120 GPa .
27. Vật phẩm gốc thủy tinh, bao gồm:
lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén,
trong đó $K_{IC}^2 \times \text{DOC} \times \sqrt{\text{STE}} \geq 5,6 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là đến độ sâu nén theo mét, t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$, được tính là $\text{STE} = [1-\nu]/E \int \sigma(z)^2 dz$, trong đó ν là hệ số Poisson của nền gốc thủy tinh, E là mô-đun Young của nền gốc thủy tinh, $\sigma(z)$ là ứng

suất mà là hàm của vị trí (z) theo hướng độ dày, và sự tích hợp chỉ được thực hiện trên vùng kéo.

28. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 27, trong đó:

$$K_{IC}^2 \times \text{DOC} \times \sqrt{\text{STE}} \geq 6,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}.$$

29. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 27, trong đó:

$$K_{IC}^2 \times \text{DOC} \times \sqrt{\text{STE}} \geq 7,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}.$$

30. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 27, trong đó:

$$K_{IC}^2 \times \text{DOC} \times \sqrt{\text{STE}} \geq 8,0 \times 10^8 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}.$$

31. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó $\text{DOC} \geq 75 \text{ } \mu\text{m}$.

32. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó $\text{DOC} \leq 300 \text{ } \mu\text{m}$.

33. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó $\text{DOC} \leq 0,4t$.

34. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30 trong đó $\text{DOC} \geq 0,1t$.

35. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, bao gồm ứng suất kéo trung tâm tối đa CT lớn hơn hoặc bằng 95 MPa.

36. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, bao gồm ứng suất kéo trung tâm tối đa CT nhỏ hơn hoặc bằng $120/\sqrt{t}$ MPa, trong đó t là theo mm.

37. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có độ dày $t \leq 1,0 \text{ mm}$.

38. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có độ dày $t \geq 0,3 \text{ mm}$.

39. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó $STE \geq 20 \text{ Pa}\cdot\text{m}$.
40. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó $5 \text{ Pa}\cdot\text{m} \leq STE \leq 10 \text{ Pa}\cdot\text{m}$.
41. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 100 MPa.
42. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 400 MPa.
43. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS nhỏ hơn hoặc bằng 1300 MPa.
44. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm thủy tinh.
45. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh chứa SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , và ít nhất một oxit kim loại kiềm.
46. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} lớn hơn hoặc bằng $0,75 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.
47. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.
48. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có độ cứng H lớn hơn hoặc bằng 6,0 GPa.

49. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có độ cứng H nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 GPa.

50. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có mô-đun Young E lớn hơn hoặc bằng 80 GPa.

51. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 27 đến 30, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có mô-đun Young E nhỏ hơn hoặc bằng 120 GPa.

52. Vật phẩm gốc thủy tinh, bao gồm:

lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén, trong đó $K_{IC}^2 \times DOC \times H / E \times \sqrt{STE} \geq 4,1 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, H là độ cứng theo Pascal của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, E là mô-đun Young theo Pascal của nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$ được tính là $STE = [1-\nu]/E \int \sigma(z)^2 dz$, trong đó ν là hệ số Poisson của nền gốc thủy tinh, E là mô-đun Young của nền gốc thủy tinh, $\sigma(z)$ là ứng suất mà là hàm của vị trí (z) theo hướng độ dày, và sự tích hợp chỉ được thực hiện trên vùng kéo.

53. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 52, trong đó:

$$K_{IC}^2 \times DOC \times H / E \times \sqrt{STE} \geq 4,5 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}.$$

54. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 52, trong đó:

$$K_{IC}^2 \times DOC \times H / E \times \sqrt{STE} \geq 5,0 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}.$$

55. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 52, trong đó:

$$K_{IC}^2 \times DOC \times H/E \times \sqrt{STE} \geq 5,5 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}.$$
56. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó $DOC \geq 75 \text{ } \mu\text{m}$.
57. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó $DOC \leq 300 \text{ } \mu\text{m}$.
58. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó $DOC \leq 0,4t$.
59. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó $DOC \geq 0,1t$.
60. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, bao gồm ứng suất kéo trung tâm tối đa CT lớn hơn hoặc bằng 95 MPa.
61. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, bao gồm ứng suất kéo trung tâm tối đa CT nhỏ hơn hoặc bằng $120/\sqrt{t}$ MPa, trong đó t là theo mm.
62. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có độ dày $t \leq 1,0 \text{ mm}$.
63. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có độ dày $t \geq 0,3 \text{ mm}$.
64. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó $STE \geq 20 \text{ Pa} \cdot \text{m}$.
65. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó $5 \text{ Pa} \cdot \text{m} \leq STE \leq 10 \text{ Pa} \cdot \text{m}$.
66. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 100 MPa.

67. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS lớn hơn hoặc bằng 400 MPa.
68. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén CS nhỏ hơn hoặc bằng 1300 MPa.
69. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm thủy tinh.
70. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh chứa SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , và ít nhất một oxit kim loại kiềm.
71. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} lớn hơn hoặc bằng $0,75 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.
72. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có K_{IC} nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$.
73. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có độ cứng H lớn hơn hoặc bằng 6,0 GPa.
74. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có độ cứng H nhỏ hơn hoặc bằng 8,0 GPa.
75. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có mô-đun Young E lớn hơn hoặc bằng 80 GPa.
76. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 52 đến 55, trong đó nền gốc thủy tinh có hợp phần và tập hợp pha tương đương với hợp phần và tập hợp pha tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có mô-đun Young E nhỏ hơn hoặc bằng 120 GPa.

77. Phương pháp sản xuất vật phẩm gốc thủy tinh, bao gồm:

trao đổi ion nền gốc thủy tinh để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén,

trong đó $K_{IC}^2 \times DOC / t \times \sqrt{STE} \geq 7,0 \times 10^{11} \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{1,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh theo mét, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$, được tính là $STE = [1-\nu]/E \int \sigma(z)^2 dz$, trong đó ν là hệ số Poisson của nền gốc thủy tinh, E là mô-đun Young của nền gốc thủy tinh, $\sigma(z)$ là ứng suất mà là hàm của vị trí (z) theo hướng độ dày, và sự tích hợp chỉ được thực hiện trên vùng kéo.

78. Phương pháp theo điểm 77, trong đó nền gốc thủy tinh bao gồm gốm thủy tinh.

79. Phương pháp theo điểm 77, trong đó việc trao đổi ion bao gồm bước cho nền gốc thủy tinh tiếp xúc với bể muối nóng chảy.

80. Phương pháp theo điểm 79, trong đó bể muối nóng chảy bao gồm ít nhất một natri nitrat và kali nitrat.

81. Phương pháp theo điểm 79, trong đó việc tiếp xúc này kéo dài từ lớn hơn hoặc bằng 4 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 48 giờ.

82. Phương pháp theo điểm 79, trong đó trong khi tiếp xúc bể muối nóng chảy ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 400°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 500°C .

83. Phương pháp sản xuất vật phẩm gốc thủy tinh, bao gồm:

trao đổi ion nền gốc thủy tinh để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh có lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến độ sâu nén,

trong đó $K_{IC}^2 \times DOC \times H / E \times \sqrt{STE} \geq 4,1 \times 10^7 \text{ Pa}^{2,5} \text{ m}^{2,5}$ trong đó K_{IC} là độ bền chống nứt vỡ theo $\text{Pa} \cdot \text{m}^{0,5}$ của nền gốc thủy tinh, DOC là độ sâu nén theo mét, H là độ cứng theo Pascal của nền gốc thủy tinh, E là mô-đun Young theo Pascal của nền gốc thủy tinh, và STE là năng lượng kéo dự trữ của vật phẩm gốc thủy tinh theo $\text{Pa} \cdot \text{m}$ được tính là $STE = [1-\nu]/E \int \sigma(z)^2 dz$, trong đó ν là hệ số Poisson của nền gốc thủy tinh, E là mô-đun

Young của nền gốc thủy tinh, $\sigma(z)$ là ứng suất mà là hàm của vị trí (z) theo hướng độ dày, và sự tích hợp chỉ được thực hiện trên vùng kéo.

84. Phương pháp theo điểm 83, trong đó nền gốc thủy tinh bao gồm gốm thủy tinh.

85. Phương pháp theo điểm 83, trong đó việc trao đổi ion bao gồm cho nền gốc thủy tinh tiếp xúc với bể muối nóng chảy.

86. Phương pháp theo điểm 85, trong đó bể muối nóng chảy chứa ít nhất một natri nitrat và kali nitrat.

87. Phương pháp theo điểm 85, trong đó việc tiếp xúc kéo dài từ lớn hơn hoặc bằng 4 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 48 giờ.

88. Phương pháp theo điểm 85, trong đó trong khi tiếp xúc bể muối nóng chảy ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 400°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 500°C .

89. Vật phẩm gốc thủy tinh được sản xuất bằng phương pháp theo điểm 77 hoặc 83.

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

hộp vỏ có mặt trước, mặt sau và các mặt bên;

các linh kiện điện được cung cấp tại ít nhất một phần bên trong hộp vỏ này, các linh kiện điện bao gồm ít nhất là bộ điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị này được cung cấp tại hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và

kính che được bố trí trên bộ phận hiển thị,

trong đó ít nhất một phần của hộp vỏ hoặc một phần của kính che bao gồm vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 76.

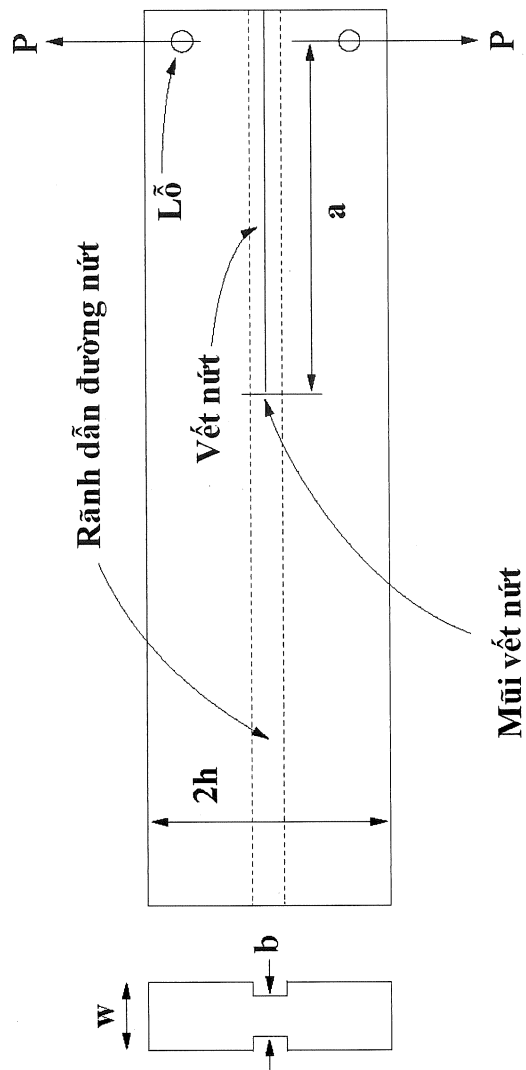


FIG. 1

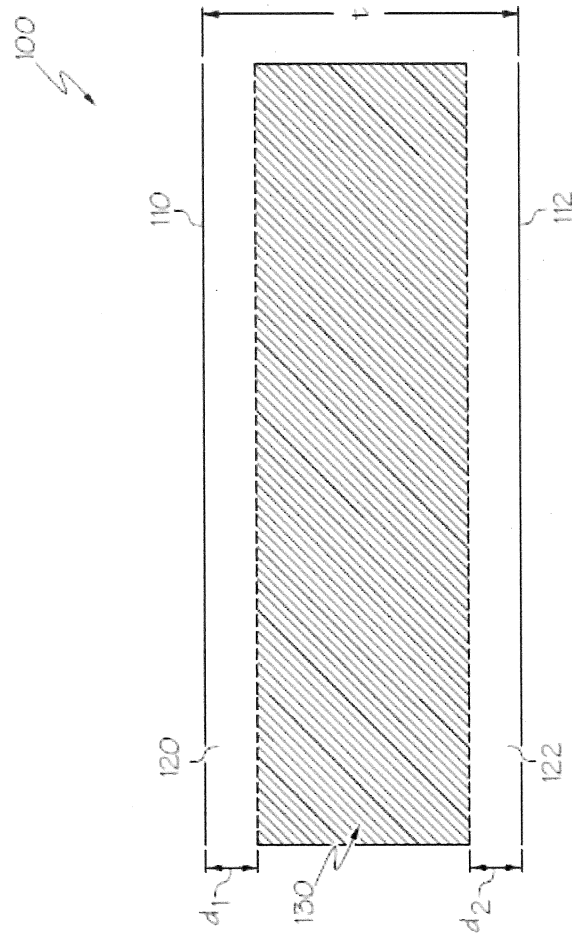


FIG. 2

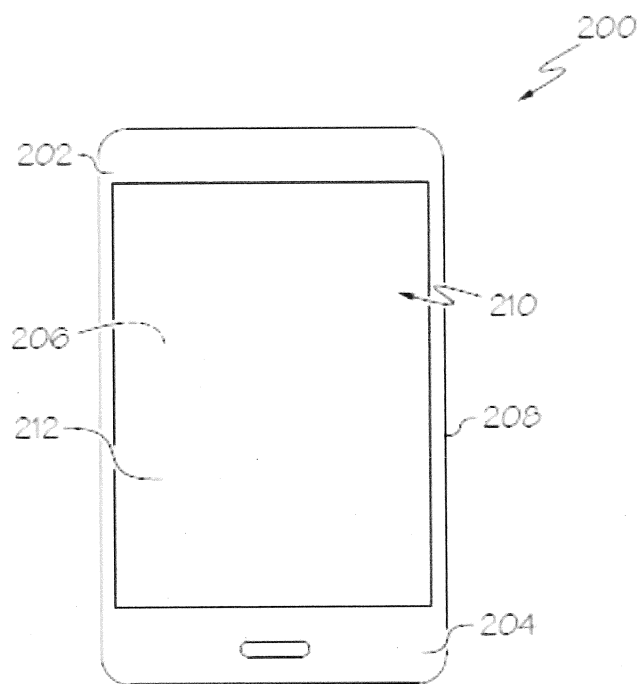


FIG. 3A

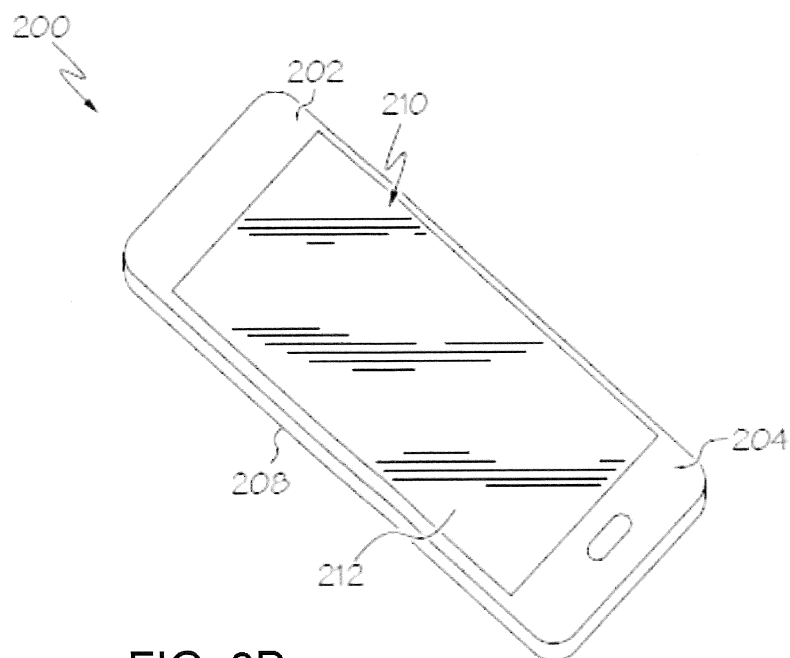


FIG. 3B

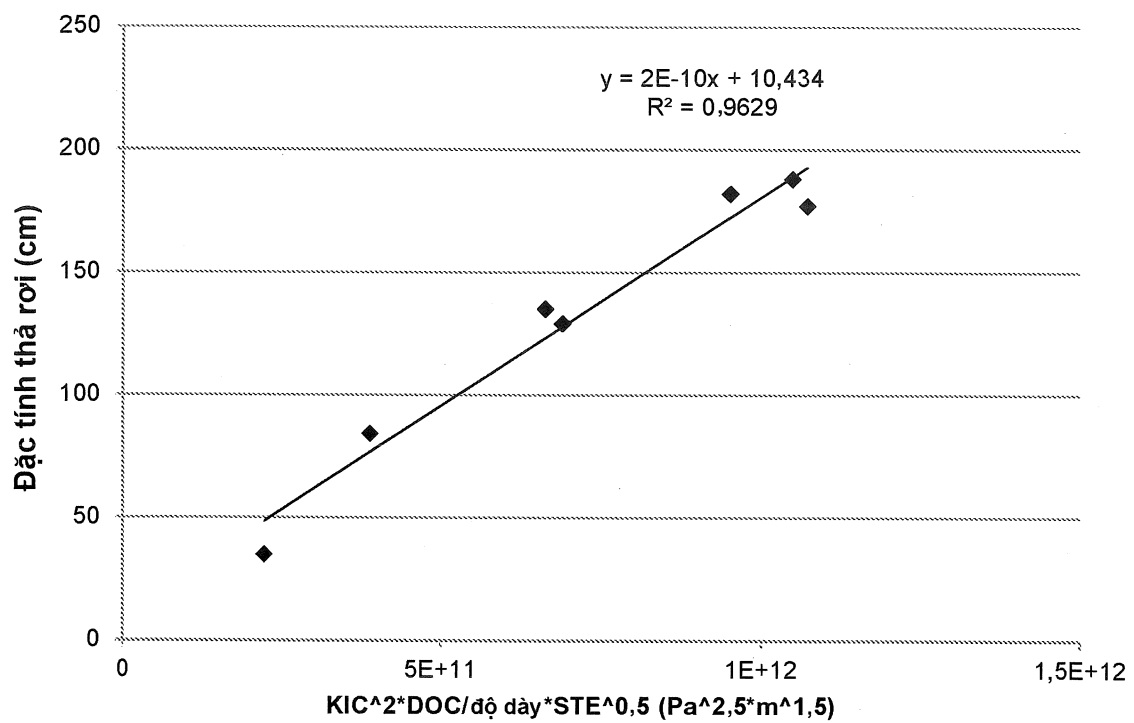


FIG. 4

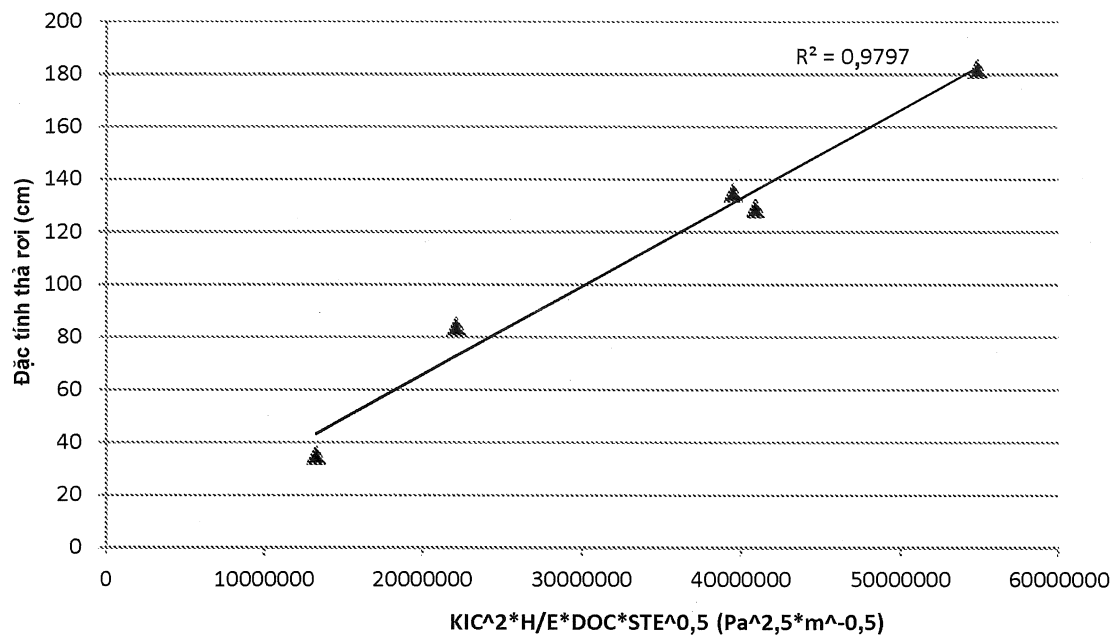


FIG. 5