



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

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

(11)



1-0042112

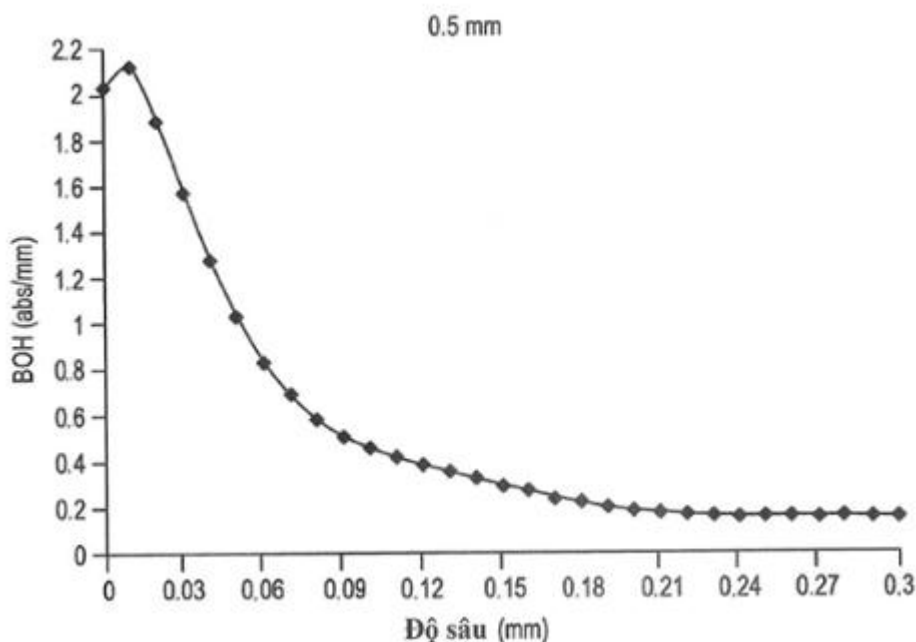
(51)^{2020.01} C03C 3/097; C03C 21/00

(13) B

(21) 1-2020-03239 (22) 16/11/2018
(86) PCT/US2018/061500 16/11/2018 (87) WO2019/099814 23/05/2019
(30) 62/587,872 17/11/2017 US; 2020896 08/05/2018 NL
(45) 25/12/2024 441 (43) 25/08/2020 389
(73) CORNING INCORPORATED (US)
1 Riverfront Plaza, Corning, New York 14831, United States of America
(72) GROSS, Timothy Michael (US); GURYANOV, Georgiy (US).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) CÁC VẬT PHẨM GỐC THỦY TINH, PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO CHÚNG,
THỦY TINH VÀ SẢN PHẨM ĐIỆN TỬ TIÊU DÙNG

(57) Sáng chế đề cập tới các vật phẩm gốc thủy tinh chứa lớp chứa hydro kéo dài từ bề mặt của vật phẩm tới độ sâu của lớp. Lớp chứa hydro chứa nồng độ hydro giảm từ nồng độ hydro tối đa tới độ sâu của lớp. Các vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vicker cao. Sáng chế cũng đề cập tới các hợp phần thủy tinh được chọn để thúc đẩy sự hình thành của lớp chứa hydro, các sản phẩm điện tử tiêu dùng và phương pháp chế tạo vật phẩm gốc thủy tinh.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập tới các vật phẩm gốc thủy tinh chứa hydro, các hợp phần thủy tinh được sử dụng để tạo thành các vật phẩm gốc thủy tinh, và các phương pháp chế tạo các vật phẩm gốc thủy tinh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị điện tử di động, như, các điện thoại thông minh, các máy tính bảng, các thiết bị đeo được (như, ví dụ, các đồng hồ và các thiết bị theo dõi tập luyện) tiếp tục trở nên nhỏ hơn và phức tạp hơn. Như vậy, các vật liệu thường được sử dụng trên ít nhất một bề mặt bên ngoài của các thiết bị điện tử di động cũng tiếp tục trở nên phức tạp hơn. Ví dụ, các thiết bị điện tử di động trở nên nhỏ hơn và mỏng hơn để đáp ứng yêu cầu tiêu dùng, thì các phần che phủ hiển thị và các vỏ được sử dụng trong các thiết bị điện tử di động này cũng trở nên nhỏ hơn và mỏng hơn, tạo ra các yêu cầu hiệu quả hoạt động cao hơn cho các vật liệu được sử dụng để tạo thành các thành phần này.

Theo đó, tồn tại nhu cầu về các vật liệu thể hiện hiệu quả hoạt động cao hơn, như khả năng chống lại phá hủy, để sử dụng trong các thiết bị điện tử di động.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo khía cạnh (1), sáng chế đề xuất vật phẩm gốc thủy tinh. Vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm: SiO_2 , Al_2O_3 , và P_2O_5 ; và lớp chứa hydro kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh tới độ sâu của lớp. Nồng độ hydro của lớp chứa hydro giảm từ nồng độ hydro tối đa tới độ sâu của lớp, và độ sâu của lớp là lớn hơn 5 μm .

Theo khía cạnh (2), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (1) được đề xuất, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vicker lớn hơn hoặc bằng 1 kilôgam lực (kgf).

Theo khía cạnh (3), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (1) hoặc (2) được đề xuất, trong đó độ sâu của lớp là lớn hơn hoặc bằng 10 μm .

Theo khía cạnh (4), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (3) được đề xuất, trong đó nồng độ hydro tối đa là nằm tại bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh.

Theo khía cạnh (5), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (4) được đề xuất, còn bao gồm ít nhất một thành phần trong số Li_2O , Na_2O , K_2O , Cs_2O , và Rb_2O .

Theo khía cạnh (6), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (5) được đề xuất, còn bao gồm K_2O .

Theo khía cạnh (7), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (6) được đề xuất, trong đó tâm của vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (8), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (6) được đề xuất, trong đó tâm của vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 4 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (9), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (6) được đề xuất, trong đó tâm của vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (10), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (7) đến (9) được đề xuất, trong đó tâm của vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Cs_2O ; và lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Rb_2O .

Theo khía cạnh (11), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (10) được đề xuất, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh về cơ bản là không có ít nhất một trong số liti và natri.

Theo khía cạnh (12), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (11) được đề xuất, còn bao gồm lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh vào trong vật phẩm gốc thủy tinh tới độ sâu nén.

Theo khía cạnh (13), vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh (12) được đề xuất, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén ít nhất khoảng 100 MPa và độ sâu nén ít nhất là khoảng 75 μm .

Theo khía cạnh (14), sản phẩm điện tử tiêu dùng được đề xuất. Sản phẩm điện tử tiêu dùng bao gồm: vỏ bao gồm bề mặt trước, bề mặt sau và các bề mặt bên; các thành phần điện nằm ít nhất một phần trong vỏ, các thành phần điện bao gồm ít nhất là bộ phận điều khiển, bộ nhớ, bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị tại hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và để che phủ được bố trí bên trên bộ phận hiển thị. Ít nhất một phần của ít nhất một thành phần trong số vỏ chứa hoặc để che phủ bao gồm vật phẩm gốc thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (1) đến (13).

Theo khía cạnh (15), thủy tinh được đề xuất. Thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (16), thủy tinh theo khía cạnh (15) được đề xuất, bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng

bằng 10 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (17), thủy tinh theo khía cạnh (15) hoặc (16) được đề xuất, còn bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Cs_2O ; và lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Rb_2O .

Theo khía cạnh (18), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (15) đến (17) được đề xuất, trong đó thủy tinh về cơ bản là không có liti.

Theo khía cạnh (19), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (15) đến (18) được đề xuất, trong đó thủy tinh về cơ bản là không có natri.

Theo khía cạnh (20), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (15) đến (19) được đề xuất, bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 58 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 63 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 14 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 15 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (21), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (15) đến (20) được đề xuất, trong đó thủy tinh có ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vicker lớn hơn hoặc bằng 5 kilôgam lực (kgf).

Theo khía cạnh (22), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (15) đến (21) được đề xuất, còn bao gồm ít nhất một thành phần trong số Li_2O , Na_2O , Cs_2O , và Rb_2O .

Theo khía cạnh (23), thủy tinh được đề xuất. Thủy tinh bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 4 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (24), thủy tinh theo khía cạnh (23) được đề xuất, bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc

bằng 10 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (25), thủy tinh theo khía cạnh (23) hoặc (24) được đề xuất, còn bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Cs_2O ; và lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Rb_2O .

Theo khía cạnh (26), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (23) đến (25) được đề xuất, trong đó thủy tinh về cơ bản là không có liti.

Theo khía cạnh (27), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (23) đến (26) được đề xuất, trong đó thủy tinh về cơ bản là không có natri.

Theo khía cạnh (28), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (23) đến (27) được đề xuất, bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 58 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 63 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 14 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 15 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (29), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (23) đến (28) được đề xuất, trong đó thủy tinh có ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vicker lớn hơn hoặc bằng 5 kilôgam lực (kgf).

Theo khía cạnh (30), thủy tinh theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (23) đến (29) được đề xuất, còn bao gồm ít nhất một thành phần trong số Li_2O , Na_2O , Cs_2O , và Rb_2O .

Theo khía cạnh (31), phương pháp được đề xuất. Phương pháp bao gồm các bước: phơi chất nền gốc thủy tinh ra trước môi trường với độ ẩm tương đối lớn hơn hoặc bằng 75% để tạo thành vật phẩm gốc thủy tinh với lớp chứa hydro kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh tới độ sâu của lớp. Chất nền gốc thủy tinh chứa SiO_2 , Al_2O_3 , và P_2O_5 . Nồng độ hydro của lớp chứa hydro giảm từ nồng độ hydro tối đa tới độ sâu của lớp, và độ sâu của lớp là lớn hơn 5 μm .

Theo khía cạnh (32), phương pháp theo khía cạnh (31) được đề xuất, trong đó chất nền gốc thủy tinh có hợp phần bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (33), phương pháp theo khía cạnh (31) được đề xuất, trong đó chất nền gốc thủy tinh có hợp phần bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 4 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (34), phương pháp theo khía cạnh (31) được đề xuất, trong đó chất nền gốc thủy tinh có hợp phần bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 ; lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 ; lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 ; và lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo khía cạnh (35), phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (31) đến (34) được đề xuất, trong đó chất nền gốc thủy tinh còn bao gồm: lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Cs_2O ; và lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol Rb_2O .

Theo khía cạnh (36), phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (31) đến (35) được đề xuất, còn bao gồm ít nhất một thành phần trong số Li_2O , Na_2O , Cs_2O , và Rb_2O .

Theo khía cạnh (37), phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (31) đến (36) được đề xuất, trong đó chất nền gốc thủy tinh về cơ bản là không có một thành phần trong số liti và natri.

Theo khía cạnh (38), phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (31) đến (37) được đề xuất, trong đó bước phơi ra diễn ra tại nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 70°C .

Theo khía cạnh (39), phương pháp theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ (31) đến (38) được đề xuất, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vicker lớn hơn hoặc bằng 1 kilôgam lực (kgf).

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

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là biểu diễn của mặt cắt của vật phẩm gốc thủy tinh theo một phương án thực hiện.

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

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

Fig.3 là số đo của nồng độ hydro như là hàm của độ sâu bên dưới bề mặt, được tạo ra bởi SIMS cho vật phẩm gốc thủy tinh được tạo thành từ chất nền gốc thủy tinh có hợp phần theo ví dụ 1.

Fig.4 là ảnh chụp của vết lõm Vickers tại 5 kilôgam lực (kgf) trong chất nền gốc thủy tinh có hợp phần theo ví dụ 1 trước khi phơi ra trước môi trường chứa nước.

Fig.5 là ảnh chụp của vết lõm Vickers tại 10 kilôgam lực (kgf) trong chất nền gốc thủy tinh có hợp phần theo ví dụ 1 trước khi phơi ra trước môi trường chứa nước.

Fig.6 là ảnh chụp của vết lõm Vickers tại 5 kilôgam lực (kgf) trong vật phẩm gốc thủy tinh được tạo thành bằng cách phơi chất nền gốc thủy tinh có hợp phần theo ví dụ 1 ra trước môi trường chứa nước.

Fig.7 là ảnh chụp của vết lõm Vickers tại 10 kilôgam lực (kgf) trong vật phẩm gốc thủy tinh được tạo thành bằng cách phơi chất nền gốc thủy tinh có hợp phần theo ví dụ 1 ra trước môi trường chứa nước.

Fig.8 là ảnh chụp của vết lõm Vickers tại 20 kilôgam lực (kgf) trong vật phẩm gốc thủy tinh được tạo thành bằng cách phơi chất nền gốc thủy tinh có hợp phần theo ví dụ 1 trước môi trường chứa nước.

Fig.9 là đồ thị của nồng độ hydroxyl (BOH) của vật phẩm thủy tinh dày 0,5 mm như là hàm của độ sâu từ bề mặt sau khi phơi ra trước môi trường chứa nước theo một phương án thực hiện.

Fig.10 là đồ thị của nồng độ hydroxyl (BOH) của vật phẩm thủy tinh dày 1,0 mm như là hàm của độ sâu từ bề mặt sau khi phơi ra trước môi trường chứa nước theo một phương án thực hiện.

Fig.11 là hình chiếu cạnh của thiết bị thử nghiệm vòng trên vòng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần mô tả dưới đây, các ký tự viện dẫn giống nhau biểu thị các phần giống nhau hoặc tương ứng trong suốt các hình được thể hiện trên các hình vẽ. Cũng cần hiểu rằng, trừ khi có quy định khác, các thuật ngữ như “đỉnh”, “đáy”, “hướng ra ngoài”, “hướng vào trong”, và dạng tương tự là các từ được sử dụng để tạo thuận tiện và không được hiểu là các thuật ngữ giới hạn. Trừ khi có quy định khác, các khoảng giới hạn của các trị số, khi được nêu, sẽ gồm cả giới hạn trên và giới hạn dưới của khoảng giới hạn này cũng như các khoảng giới hạn con bất kỳ giữa chúng. Như được sử dụng ở đây, các mạo từ không xác định và mạo từ xác định tương ứng có nghĩa là “ít nhất một” hoặc “một hoặc nhiều”, trừ khi được chỉ rõ theo cách khác. Cũng cần hiểu rằng, các dấu hiệu khác nhau được bộc lộ trong bản mô tả và các hình vẽ có thể được sử dụng trong kết hợp bất kỳ và tất cả các kết hợp.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “gốc thủy tinh” được sử dụng theo nghĩa rộng nhất của nó để bao hàm các vật thể bất kỳ được tạo ra hoàn toàn hoặc một phần từ thủy tinh, bao gồm các gốm thủy tinh (vốn chứa pha tinh thể và pha thủy tinh vô định hình còn dư). Trừ khi được chỉ rõ theo cách khác, tất cả các hợp phần của thủy tinh được mô tả ở đây được biểu thị theo phần trăm mol (%mol), và các thành phần cấu thành được

đưa ra trên cơ sở oxit. Trừ khi được chỉ rõ theo cách khác, tất cả các nhiệt độ được biểu thị theo độ C ($^{\circ}\text{C}$).

Cần chú ý rằng các thuật ngữ "về cơ bản là" và "khoảng" có thể được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ không chắc chắn vốn có, mà có thể được tác động vào sự so sánh định lượng, trị số, số đo, hoặc sự biểu thị bất kỳ khác. Các thuật ngữ này cũng được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ mà qua đó sự biểu thị định lượng có thể thay đổi so với tham chiếu được nêu mà không dẫn đến sự thay đổi về chức năng cơ sở của đối tượng tại vấn đề đó. Ví dụ, thủy tinh mà "về cơ bản là không có K_2O " là loại mà trong đó K_2O không được thêm vào một cách chủ động hoặc được tạo mề vào trong thủy tinh, nhưng có thể có mặt ở các lượng rất nhỏ như tạp chất, như trong các lượng nhỏ hơn khoảng 0,01 % mol. Như được sử dụng ở đây, khi thuật ngữ "khoảng" được sử dụng để điều chỉnh trị số, thì trị số chính xác cũng được bộc lộ. Ví dụ, thuật ngữ "lớn hơn khoảng 10 % mol" cũng bộc lộ "lớn hơn hoặc bằng 10 % mol."

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết với các phương án thực hiện khác nhau, ví dụ về các phương án này được minh họa trong các ví dụ và hình vẽ kèm theo.

Các vật phẩm gốc thủy tinh được bộc lộ ở đây chứa lớp chứa hydro kéo dài từ bề mặt của vật phẩm tới độ sâu của lớp. Lớp chứa hydro chứa nồng độ hydro giảm từ nồng độ hydro tối đa của vật phẩm gốc thủy tinh tới độ sâu của lớp. Theo một số phương án thực hiện, nồng độ hydro tối đa có thể nằm tại bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh. Các vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers cao (ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 1 kilôgam lực (kgf)), mà không sử dụng các phương pháp gia cường truyền thống (ví dụ, việc trao đổi ion của cặp các ion kiềm hoặc tôi nhiệt). Ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers cao được thể hiện bởi các vật phẩm gốc thủy tinh biểu thị khả năng chống chịu phá hủy cao.

Các vật phẩm gốc thủy tinh có thể được tạo thành bằng cách phơi các chất nền gốc thủy tinh trước các môi trường chứa hơi của nước, nhờ đó cho phép các loại hydro xâm nhập vào các chất nền gốc thủy tinh và tạo thành các vật phẩm gốc thủy tinh có lớp chứa hydro. Như được sử dụng ở đây, các loại hydro chứa nước phân tử, hydroxyl, các ion

hydrogen, và oxoni. Hợp phần của các chất nền gốc thủy tinh có thể được chọn để thúc đẩy sự khuếch tán tương hỗ của các loại hydro vào trong thủy tinh. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “chất nền gốc thủy tinh” đề cập tới tiền chất trước khi phơi ra trước môi trường chứa hơi của nước cho việc hình thành của vật phẩm gốc thủy tinh chứa các lớp chứa hydro. Theo cách tương tự, thuật ngữ “vật phẩm gốc thủy tinh” đề cập tới vật phẩm sau khi phơi chứa lớp chứa hydro.

Mặt cắt biểu diễn của vật phẩm gốc thủy tinh 100 theo một số phương án thực hiện được mô tả trên Fig.1. Vật phẩm gốc thủy tinh 100 có độ dày t mở rộng giữa bề mặt thứ nhất 110 và bề mặt thứ hai 112. Lớp chứa hydro thứ nhất 120 mở rộng từ bề mặt thứ nhất 110 tới độ sâu thứ nhất của lớp, mà tại đó độ sâu thứ nhất của lớp có độ sâu d_1 được đo từ bề mặt thứ nhất 110 vào trong vật phẩm gốc thủy tinh 100. Lớp chứa hydro thứ hai 122 mở rộng từ bề mặt thứ hai 112 tới độ sâu thứ hai của lớp, mà tại đó độ sâu thứ hai của lớp có độ sâu d_2 được đo từ bề mặt thứ hai 112 vào trong vật phẩm gốc thủy tinh 100. Vùng không có các loại hydro được thêm vào 130 có mặt giữa độ sâu thứ nhất của lớp và độ sâu thứ hai của lớp.

Lớp chứa hydro của các vật phẩm gốc thủy tinh có thể có độ sâu của lớp (depth of layer - DOL) lớn hơn 5 μm . Theo một số phương án thực hiện, độ sâu của lớp có thể lớn hơn hoặc bằng 10 μm , như lớn hơn hoặc bằng 15 μm , lớn hơn hoặc bằng 20 μm , lớn hơn hoặc bằng 25 μm , lớn hơn hoặc bằng 30 μm , lớn hơn hoặc bằng 35 μm , lớn hơn hoặc bằng 40 μm , lớn hơn hoặc bằng 45 μm , lớn hơn hoặc bằng 50 μm , lớn hơn hoặc bằng 55 μm , lớn hơn hoặc bằng 60 μm , lớn hơn hoặc bằng 65 μm , lớn hơn hoặc bằng 70 μm , lớn hơn hoặc bằng 75 μm , lớn hơn hoặc bằng 80 μm , lớn hơn hoặc bằng 85 μm , lớn hơn hoặc bằng 90 μm , lớn hơn hoặc bằng 95 μm , lớn hơn hoặc bằng 100 μm , lớn hơn hoặc bằng 105 μm , lớn hơn hoặc bằng 110 μm , lớn hơn hoặc bằng 115 μm , lớn hơn hoặc bằng 120 μm , lớn hơn hoặc bằng 125 μm , lớn hơn hoặc bằng 130 μm , lớn hơn hoặc bằng 135 μm , lớn hơn hoặc bằng 140 μm , lớn hơn hoặc bằng 145 μm , lớn hơn hoặc bằng 150 μm , lớn hơn hoặc bằng 155 μm , lớn hơn hoặc bằng 160 μm , lớn hơn hoặc bằng 165 μm , lớn hơn hoặc bằng 170 μm , lớn hơn hoặc bằng 175 μm , lớn hơn hoặc bằng 180 μm , lớn hơn hoặc bằng 185 μm , lớn hơn hoặc bằng 190 μm , lớn hơn hoặc bằng 195 μm , lớn hơn hoặc bằng 200 μm , hoặc hơn nữa. Theo một số phương án

thực hiện, độ sâu của lớp có thể từ lớn hơn 5 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 205 μm , như từ lớn hơn hoặc bằng 10 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 15 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 200 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 20 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 195 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 25 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 190 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 30 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 185 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 35 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 180 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 40 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 175 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 45 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 170 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 50 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 165 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 55 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 160 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 60 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 155 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 65 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 150 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 70 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 145 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 75 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 140 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 80 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 135 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 85 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 130 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 90 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 125 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 95 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 120 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 100 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 115 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 105 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 110 μm , hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành bởi các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này. Nói chung, độ sâu của lớp được thể hiện bởi các vật phẩm gốc thủy tinh là lớn hơn độ sâu của lớp có thể được tạo ra bởi việc phơi ra trước môi trường xung quanh.

Lớp chứa hydro của các vật phẩm gốc thủy tinh có thể có độ sâu của lớp (DOL) lớn hơn 0,005 t , trong đó t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, độ sâu của lớp có thể lớn hơn hoặc bằng 0,010 t , như lớn hơn hoặc bằng 0,015 t , lớn hơn hoặc bằng 0,020 t , lớn hơn hoặc bằng 0,025 t , lớn hơn hoặc bằng 0,030 t , lớn hơn hoặc bằng 0,035 t , lớn hơn hoặc bằng 0,040 t , lớn hơn hoặc bằng 0,045 t , lớn hơn hoặc bằng 0,050 t , lớn hơn hoặc bằng 0,055 t , lớn hơn hoặc bằng 0,060 t , lớn hơn hoặc bằng 0,065 t , lớn hơn hoặc bằng 0,070 t , lớn hơn hoặc bằng 0,075 t , lớn hơn hoặc bằng 0,080 t , lớn hơn hoặc bằng 0,085 t , lớn hơn hoặc bằng 0,090 t , lớn hơn hoặc bằng 0,095 t , lớn hơn hoặc bằng 0,10 t , lớn hơn hoặc bằng 0,15 t , lớn hơn hoặc bằng 0,20 t , hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, DOL có thể từ lớn hơn 0,005 t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,205 t , như từ lớn hơn hoặc bằng 0,010 t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,200 t , từ lớn hơn hoặc bằng 0,015 t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,195 t , từ lớn hơn hoặc bằng 0,020 t tới nhỏ hơn hoặc bằng

0,190t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,025t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,185t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,030t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,180t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,035t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,175t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,040t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,170t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,045t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,165t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,050t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,160t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,055t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,155t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,060t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,150t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,065t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,145t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,070t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,140t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,075t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,135t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,080t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,130t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,085t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,125t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,090t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,120t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,095t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,115t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,100t tới nhỏ hơn hoặc bằng 0,110t, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Độ sâu của lớp và nồng độ hydro được đo bởi kỹ thuật phổ khối ion thứ cấp (secondary ion mass spectrometry - SIMS) là đã biết trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế. Kỹ thuật SIMS là có khả năng đo nồng độ hydro tại độ sâu đã cho, nhưng không có khả năng phân biệt các loại hydro có mặt trong vật phẩm gốc thủy tinh. Vì lý do này, tất cả các loại hydro đều đóng góp vào nồng độ hydro được đo theo SIMS. Như được sử dụng ở đây, độ sâu của lớp (depth of layer - DOL) đề cập tới độ sâu thứ nhất bên dưới bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh mà tại đó nồng độ hydro là bằng với nồng độ hydro tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh. Định nghĩa này bao hàm nồng độ hydro của chất nền gốc thủy tinh trước khi xử lý, sao cho độ sâu của lớp đề cập tới độ sâu của hydro được thêm vào bởi quy trình xử lý. Là một vấn đề thực tế, nồng độ hydro tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có thể được xấp xỉ bởi nồng độ hydro tại độ sâu từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh mà tại đó nồng độ hydro trở thành về cơ bản là không đổi, khi nồng độ hydro không được mong đợi là thay đổi giữa độ sâu này và tâm của vật phẩm gốc thủy tinh. Việc xấp xỉ này cho phép thực hiện việc xác định của DOL mà không cần đo nồng độ hydro qua suốt toàn bộ độ sâu của vật phẩm gốc thủy tinh.

Theo một số phương án thực hiện, toàn bộ độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh có thể là một phần của lớp chứa hydro. Vật phẩm gốc thủy tinh này có thể được tạo ra khi việc xử lý của chất nền gốc thủy tinh mở rộng tới thời gian đủ, trong các điều kiện đủ

cho các loại hydro khuếch tán được tới tâm của vật phẩm gốc thủy tinh từ từng bề mặt được phơi ra. Theo một số phương án thực hiện, tại nơi các bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh được phơi ra trước cùng các điều kiện xử lý, nồng độ hydro tối thiểu có thể nằm tại một nửa độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh, sao cho các lớp chứa hydro gặp nhau tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh. Theo các phương án thực hiện này, DOL có thể nằm tại một nửa độ dày của các vật phẩm gốc thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, các vật phẩm gốc thủy tinh có thể không chứa vùng vốn không có các loại hydro được thêm vào. Theo một số phương án thực hiện, các vật phẩm gốc thủy tinh có thể được xử lý sao cho nồng độ của các loại hydro được thêm vào cân bằng trong suốt các vật phẩm gốc thủy tinh, và nồng độ hydro không thay đổi với độ sâu bên dưới bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh. Các vật phẩm gốc thủy tinh theo các phương án thực hiện này sẽ không thể hiện DOL như được định nghĩa ở đây, khi nồng độ hydro tại tâm của vật phẩm gốc thủy tinh sẽ tương đương với nồng độ hydro tại tất cả các độ sâu khác.

Các vật phẩm gốc thủy tinh là có khả năng chống chịu cao đối với nứt vỡ ấn lõm Vickers. Khả năng chống chịu cao với nứt vỡ ấn lõm Vickers tạo ra khả năng chịu phá hủy cao cho các vật phẩm gốc thủy tinh. Không bó buộc vào lý thuyết bất kỳ nào, thành phần nước của các vật phẩm gốc thủy tinh có thể làm giảm độ nhớt cục bộ của lớp chứa hydro sao cho luồng cục bộ xuất hiện thay cho việc nứt vỡ. Ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers của các vật phẩm gốc thủy tinh đạt được mà không cần sử dụng các kỹ thuật gia cường truyền thống, như việc trao đổi của các ion kiềm lớn với các ion kiềm nhỏ hơn trong thủy tinh, tôi nhiệt, hoặc cán các lớp thủy tinh với sự không phù hợp về hệ số giãn nở nhiệt. Các vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers lớn hơn hoặc bằng 1 kilôgam lực (kgf), như lớn hơn hoặc bằng 2 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 3 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 4 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 5 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 6 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 7 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 8 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 9 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 10 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 11 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 12 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 13 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 14 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 15 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 16 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 17 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 18 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 19 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 20

kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 21 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 22 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 23 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 24 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 25 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 26 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 27 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 28 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 29 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 30 kilôgam lực (kgf), hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, các vật phẩm gốc thủy tinh thể hiện ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers từ lớn hơn hoặc bằng 1 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 30 kilôgam lực (kgf), như từ lớn hơn hoặc bằng 2 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 29 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 3 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 28 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 4 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 27 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 5 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 26 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 6 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 7 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 24 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 8 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 23 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 9 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 22 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 10 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 21 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 11 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 12 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 19 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 13 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 18 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 14 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 17 kilôgam lực (kgf), từ lớn hơn hoặc bằng 15 kilôgam lực (kgf) tới nhỏ hơn hoặc bằng 16 kilôgam lực (kgf), hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vickers (hoặc ngưỡng gãy vỡ ấn lõm - Indentation Fracture Threshold) được đo bởi bộ phận ấn lõm Vickers. Ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vickers là số đo của khả năng chống chịu phá hủy ấn lõm của thủy tinh. Thử nghiệm tham gia vào việc sử dụng của bộ phận ấn lõm kim cương hình kim tự tháp, để hình vuông với góc 136° giữa các mặt, được đề cập tới như là bộ phận ấn lõm Vickers. Bộ phận ấn lõm Vickers là giống như được sử dụng trong thử nghiệm độ cứng tế vi tiêu chuẩn (như được mô tả trong tiêu chuẩn ASTM-E384-11). Tối thiểu năm mẫu được chọn để thể hiện loại thủy tinh và/hoặc mẫu quan tâm. Với mỗi mẫu, nhiều nhóm năm

vết lõm được đưa vào bề mặt mẫu. Mỗi nhóm năm vết lõm được đưa vào tại tải đã cho, với mỗi vết lõm riêng rẽ được tách biệt bởi tối thiểu 5 mm và không gần hơn 5 mm tới mép của mẫu. Tốc độ đặt tải/dỡ tải của bộ phận ấn lõm là 50 kg/phút được sử dụng cho các tải được thử nghiệm ≥ 2 kg. Với các tải thử nghiệm < 2 kg, tốc độ 5 kg/phút sẽ được sử dụng. Thời gian dừng (tức là, giữ) 10 giây tại tải mục tiêu sẽ được sử dụng. Máy sẽ duy trì việc điều khiển tải trong suốt quá trình dừng. Sau chu kỳ ít nhất là 12 giờ, các vết lõm được khảo sát dưới ánh sáng được phản xạ nhờ sử dụng kính hiển vi tổng hợp tại độ phóng đại 500X. Sự có mặt hoặc vắng mặt của các nứt vỡ ở giữa/xuyên tâm (các nứt vỡ kéo dài từ vết lõm dọc theo mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng chính của vật phẩm), hoặc vết gãy mẫu, sau đó sẽ được lưu ý cho từng vết lõm. Chú ý rằng việc hình thành của các nứt vỡ ngang (các nứt vỡ kéo dài dọc theo mặt phẳng song song với mặt phẳng chính của vật phẩm) không được xem là chỉ thị của hành vi ngưỡng thể hiện do sự hình thành của các nứt vỡ ở giữa/xuyên tâm được quan tâm, hoặc vết gãy mẫu, cho thử nghiệm này. Trị số ngưỡng mẫu được xác định làm điểm giữa của các tải ấn lõm liên tiếp thấp nhất với khoảng lớn hơn 50% của ngưỡng đáp ứng của các vết lõm riêng rẽ. Ví dụ, nếu nằm trong mẫu riêng rẽ 2 phần 5 (40%) vết lõm được tạo ra tại tải 5 kg có ngưỡng vượt quá, và 3 phần 5 (60%) vết lõm được tạo ra tại tải 6 kg có ngưỡng vượt quá thì trị số ngưỡng mẫu như được xác định là lớn hơn 5 kg. Khoảng giới hạn (trị số thấp nhất tới trị số cao nhất) của tất cả các điểm giữa mẫu cũng sẽ được báo cáo cho từng mẫu. Môi trường trước khi thử nghiệm, khi thử nghiệm và sau khi thử nghiệm được giám sát tới $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và $50 \pm 5\% \text{RH}$ để tối thiểu hóa thay đổi trong độ ẩm (bào mòn ứng suất) của các mẫu.

Không muốn bị bó buộc vào lý thuyết cụ thể nào, lớp chứa hydro của các vật phẩm gốc thủy tinh có thể là kết quả của sự khuếch tán tương hỗ của các loại hydro với các ion được chứa trong các hợp phần của chất nền gốc thủy tinh. Các loại chứa hydro hóa trị một, như H_3O^+ và/hoặc H^+ , có thể thay thế các ion kiềm được chứa trong hợp phần chất nền gốc thủy tinh để tạo thành vật phẩm gốc thủy tinh. Kích cỡ của các ion kiềm mà các loại chứa hydro thay thế sẽ đóng góp vào khả năng khuếch tán của các loại chứa hydro trong chất nền gốc thủy tinh, do các ion kiềm lớn hơn tạo ra các không gian trung gian lớn hơn nhằm tạo thuận tiện cho cơ chế khuếch tán tương hỗ. Ví dụ, ion oxoni (H_3O^+) có bán kính ion gần với bán kính ion của kali, và lớn hơn nhiều bán kính ion của

liti. Đã quan sát được rằng khả năng khuếch tán của các loại chứa hydro trong chất nền gốc thủy tinh là cao hơn một cách đáng kể, bởi độ lớn là hai bậc, khi chất nền gốc thủy tinh chứa kali, hơn là so với khi chất nền gốc thủy tinh chứa liti. Hành vi quan sát được này cũng có thể chỉ thị rằng ion oxoni là các loại chứa hydro hóa trị một, sơ cấp khuếch tán vào trong chất nền gốc thủy tinh. Bán kính ion cho các ion kali và ion oxoni được báo cáo trong bảng I bên dưới. Như được thể hiện trên bảng I, rubiđi và xeri có bán kính ion lớn hơn một cách đáng kể so với ion oxoni, vốn có thể tạo thành các khả năng khuếch tán hydro cao hơn so với các trường hợp quan sát được với kali.

Bảng I

Ion	Bán kính (nm)
Liti	0,059
Natri	0,099
Kali	0,133
Oxoni	0,137
Rubiđi	0,152
Xeri	0,167

Theo một số phương án thực hiện, việc thay thế của các ion kiềm trong chất nền gốc thủy tinh với các ion chứa hydro có thể tạo ra lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh vào trong vật phẩm gốc thủy tinh tới độ sâu nén. Như được sử dụng ở đây, độ sâu nén (DOC) nghĩa là độ sâu mà tại đó ứng suất trong vật phẩm gốc thủy tinh thay đổi từ nén thành kéo. Do đó, vật phẩm gốc thủy tinh cũng chứa vùng ứng suất kéo có ứng suất kéo trung tâm (central tension - CT) tối đa, sao cho các lực nằm trong vật phẩm gốc thủy tinh được cân bằng. Không bị bó buộc vào lý thuyết bất kỳ nào, vùng ứng suất nén có thể là kết quả của việc trao đổi của các ion chứa hydro với các bán kính ion lớn hơn các ion mà chúng thay thế.

Theo một số phương án thực hiện, lớp ứng suất nén có thể chứa ứng suất nén lớn hơn hoặc bằng 100 MPa, như lớn hơn hoặc bằng 105 MPa, lớn hơn hoặc bằng 110 MPa, lớn hơn hoặc bằng 115 MPa, lớn hơn hoặc bằng 120 MPa, lớn hơn hoặc bằng 125 MPa, lớn hơn hoặc bằng 130 MPa, lớn hơn hoặc bằng khoảng 135 MPa, hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, lớp ứng suất nén có thể chứa ứng suất nén từ lớn hơn hoặc bằng 100 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 105 MPa tới

nhỏ hơn hoặc bằng 145 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 110 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 140 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 115 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 135 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 120 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 130 MPa, 125 MPa, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Theo một số phương án thực hiện, DOC của lớp ứng suất nén có thể là lớn hơn hoặc bằng 75 μm , như lớn hơn hoặc bằng 80 μm , lớn hơn hoặc bằng 85 μm , lớn hơn hoặc bằng 90 μm , lớn hơn hoặc bằng 95 μm , lớn hơn hoặc bằng 100 μm , hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, DOC của lớp ứng suất nén có thể từ lớn hơn hoặc bằng 75 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 115 μm , như từ lớn hơn hoặc bằng 80 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 110 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 85 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 105 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 90 μm tới nhỏ hơn hoặc bằng 100 μm , 95 μm , hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ có thể được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Theo một số phương án thực hiện, các vật phẩm gốc thủy tinh có thể có DOC lớn hơn hoặc bằng $0,05t$, trong đó t là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh, như lớn hơn hoặc bằng $0,06t$, lớn hơn hoặc bằng $0,07t$, lớn hơn hoặc bằng $0,08t$, lớn hơn hoặc bằng $0,09t$, lớn hơn hoặc bằng $0,10t$, lớn hơn hoặc bằng $0,11t$, lớn hơn hoặc bằng $0,12t$, hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, các vật phẩm gốc thủy tinh có thể có DOC từ lớn hơn hoặc bằng $0,05t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,20t$, như từ lớn hơn hoặc bằng $0,06t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,19t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,07t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,18t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,08t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,17t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,09t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,16t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,10t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,15t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,11t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,14t$, từ lớn hơn hoặc bằng $0,12t$ tới nhỏ hơn hoặc bằng $0,13t$, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Theo một số phương án thực hiện, CT của vật phẩm gốc thủy tinh có thể là lớn hơn hoặc bằng 10 MPa, như lớn hơn hoặc bằng 11 MPa, lớn hơn hoặc bằng 12 MPa, lớn hơn hoặc bằng 13 MPa, lớn hơn hoặc bằng 14 MPa, lớn hơn hoặc bằng 15 MPa, lớn hơn hoặc bằng 16 MPa, lớn hơn hoặc bằng 17 MPa, lớn hơn hoặc bằng 18 MPa, lớn hơn hoặc bằng 19 MPa, lớn hơn hoặc bằng 20 MPa, lớn hơn hoặc bằng 22 MPa, lớn hơn

hoặc bằng 24 MPa, lớn hơn hoặc bằng 26 MPa, lớn hơn hoặc bằng 28 MPa, lớn hơn hoặc bằng 30 MPa, lớn hơn hoặc bằng 32 MPa, hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, CT của vật phẩm gốc thủy tinh có thể từ lớn hơn hoặc bằng 10 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 35 MPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 11 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 34 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 12 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 33 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 13 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 32 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 14 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 32 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 15 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 31 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 16 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 30 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 17 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 28 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 18 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 26 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 19 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 24 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 20 MPa tới nhỏ hơn hoặc bằng 22 MPa, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Ứng suất nén (bao gồm CS bề mặt) được đo bằng dụng cụ đo ứng suất bề mặt sử dụng các thiết bị sẵn có trên thị trường như FSM-6000 (FSM), do Orihara Industrial Co., Ltd. (Japan) sản xuất. Các số đo ứng suất bề mặt phụ thuộc vào phép đo chính xác của hệ số quang ứng suất (stress optical coefficient - SOC), vốn liên quan tới tính lưỡng chiết quang của thủy tinh. Đến lượt nó, SOC được đo theo Quy trình C (Phương pháp đĩa thủy tinh - Glass Disc Method) được mô tả trong tiêu chuẩn ASTM C770-16, với tiêu đề “Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient,” nội dung của nó được hợp nhất toàn bộ vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn. DOC được đo bởi FSM. Các trị số ứng suất kéo trung tâm (central tension - CT) tối đa được đo nhờ sử dụng kỹ thuật nghiệm phân cực ánh sáng tán xạ (scattered light polariscope - SCALP) đã biết trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Các vật phẩm gốc thủy tinh có thể được tạo thành các từ chất nền gốc thủy tinh có hợp phần thích hợp bất kỳ. Hợp phần của chất nền gốc thủy tinh có thể được chọn một cách cụ thể để thúc đẩy việc khuếch tán của các loại chứa hydro, sao cho vật phẩm gốc thủy tinh chứa lớp chứa hydro có thể được tạo thành một cách hiệu quả. Theo một số phương án thực hiện, các chất nền gốc thủy tinh có thể có hợp phần chứa SiO_2 , Al_2O_3 , và P_2O_5 . Theo một số phương án thực hiện, các chất nền gốc thủy tinh có thể còn chứa oxit kim loại kiềm, như, ít nhất là một thành phần trong số Li_2O , Na_2O , K_2O , Rb_2O , và

Cs_2O . Theo một số phương án thực hiện, các chất nền gốc thủy tinh có thể về cơ bản là không có, hoặc không có, ít nhất một thành phần trong số liti và natri. Theo một số phương án thực hiện, sau việc khuếch tán của các loại chứa hydro vào trong chất nền gốc thủy tinh, vật phẩm gốc thủy tinh có thể có hợp phần khối là xấp xỉ giống như hợp phần của chất nền gốc thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, các loại hydro có thể không khuếch tán vào tâm của vật phẩm gốc thủy tinh. Được tuyên bố theo cách khác, tâm của vật phẩm gốc thủy tinh là vùng bị ảnh hưởng bởi việc xử lý hơi của nước. Vì lý do này, tâm của vật phẩm gốc thủy tinh có thể có hợp phần mà về cơ bản là giống như, hoặc giống với, hợp phần của chất nền gốc thủy tinh trước khi xử lý trong môi trường chứa nước.

Chất nền gốc thủy tinh có thể chứa lượng thích hợp bất kỳ của SiO_2 . SiO_2 là thành phần cấu tạo lớn nhất và, như vậy, SiO_2 là thành phần cấu tạo sơ cấp của mạng lưới thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh. Nếu nồng độ của SiO_2 trong hợp phần thủy tinh là quá cao, thì sự hình thành của hợp phần thủy tinh có thể được giảm khi các nồng độ cao của SiO_2 làm tăng độ khó của việc làm nóng chảy thủy tinh, mà theo đó gây tác động bất lợi lên khả năng hình thành của thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa SiO_2 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 46 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 74 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 47 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 73 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 48 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 72 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 49 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 71 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 50 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 70 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 51 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 52 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 68 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 53 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 67 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 54 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 66 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 65 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 56 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 64 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 57 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 63 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 58 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 62 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 59 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 61 % mol, 60 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa SiO_2 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol,

như từ lớn hơn hoặc bằng 58 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 63 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Chất nền gốc thủy tinh có thể chứa lượng thích hợp bất kỳ của Al_2O_3 . Al_2O_3 có thể phục vụ như thành phần tạo thành mạng lưới thủy tinh, tương tự như SiO_2 . Al_2O_3 có thể làm tăng độ nhớt của hợp phần thủy tinh do tọa độ tứ diện của nó trong phần nóng chảy thủy tinh được tạo thành từ hợp phần thủy tinh, làm giảm khả năng tạo thành của hợp phần thủy tinh khi lượng Al_2O_3 là quá cao. Tuy nhiên, khi nồng độ của Al_2O_3 được làm cân bằng so với nồng độ của SiO_2 và nồng độ của các oxit kiềm trong hợp phần thủy tinh, Al_2O_3 có thể làm giảm nhiệt độ đường lỏng của phần nóng chảy thủy tinh, nhờ đó tăng cường độ nhớt đường lỏng và cải thiện khả năng tương thích của hợp phần thủy tinh với các quy trình tạo hình cụ thể, như quy trình tạo hình dung hợp. Việc chứa Al_2O_3 trong chất nền gốc thủy tinh ngăn chặn việc tách pha và làm giảm số oxi không bắc cầu (non-bridging oxygen - NBO) trong thủy tinh. Thêm vào đó, Al_2O_3 có thể cải thiện hiệu quả của việc trao đổi ion. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa Al_2O_3 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 4 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 19 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 18 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 17 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 16 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 8 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 9 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 14 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 13 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa Al_2O_3 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 14 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Chất nền gốc thủy tinh có thể chứa lượng bất kỳ của P_2O_5 đủ để tạo ra khả năng khuếch tán hydro mong muốn. Việc chứa photphorơ trong chất nền gốc thủy tinh thúc đẩy sự khuếch tán tương hỗ nhanh hơn, mà không cần quan tâm tới cặp ion trao đổi. Do đó, các chất nền gốc thủy tinh chứa photphorơ cho phép tạo thành một cách hiệu quả

các vật phẩm gốc thủy tinh chứa lớp chứa hydro. Việc chứa P_2O_5 cũng cho phép tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh với độ sâu của lớp sâu (ví dụ, lớn hơn khoảng 10 μm) trong khoảng thời gian xử lý tương đối ngắn. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa P_2O_5 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 4 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 14 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 13 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 12 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 8 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 11 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 9 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa P_2O_5 trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Chất nền gốc thủy tinh có thể chứa oxit kim loại kiềm ở lượng thích hợp bất kỳ. Các oxit kim loại kiềm thúc đẩy việc trao đổi ion. Tổng của các oxit kim loại kiềm (ví dụ, Li_2O , Na_2O , và K_2O cũng như các oxit kim loại kiềm khác bao gồm Cs_2O và Rb_2O) trong hợp phần thủy tinh có thể được đề cập tới như là " R_2O ", và R_2O có thể được biểu diễn theo % mol. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể về cơ bản là không có, hoặc không có, ít nhất một thành phần trong số liti và natri. Theo các phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm R_2O trong lượng lớn hơn hoặc bằng 6 % mol, như lớn hơn hoặc bằng 7 % mol, lớn hơn hoặc bằng 8 % mol, lớn hơn hoặc bằng 9 % mol, lớn hơn hoặc bằng 10 % mol, lớn hơn hoặc bằng 11 % mol, lớn hơn hoặc bằng 12 % mol, lớn hơn hoặc bằng 13 % mol, lớn hơn hoặc bằng 14 % mol, lớn hơn hoặc bằng 15 % mol, lớn hơn hoặc bằng 16 % mol, lớn hơn hoặc bằng 17 % mol, lớn hơn hoặc bằng 18 % mol, lớn hơn hoặc bằng 19 % mol, lớn hơn hoặc bằng 20 % mol, lớn hơn hoặc bằng 21 % mol, lớn hơn hoặc bằng 22 % mol, lớn hơn hoặc bằng abut 23 % mol, hoặc lớn hơn hoặc bằng 24 mol %. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm R_2O trong lượng nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol, như nhỏ

hơn hoặc bằng 24 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 23 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 22 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 21 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 19 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 18 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 17 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 16 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 14 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 13 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 12 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 11 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 9 % mol, nhỏ hơn hoặc bằng 8 % mol, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 7 % mol. Cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện, khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn nêu trên có thể được kết hợp với khoảng giới hạn bất kỳ khác. Theo một số phương án thực hiện, hợp phần thủy tinh bao gồm R_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 6,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25,0 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 7,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 24,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 8,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 23,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 9,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 22,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 10,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 11,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 12,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 19,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 13,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 18,0 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 14,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 17,0 % mol, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 15,0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 16,0 % mol, và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con giữa các trị số nêu trên.

Theo một số phương án thực hiện, oxit kim loại kiềm có thể là K_2O . Việc chứa K_2O cho phép thực hiện việc trao đổi một cách hiệu quả của các loại hydro, vào trong để thủy tinh khi phơi ra trước môi trường chứa nước. Theo các phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa K_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 24 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 8 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 23 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 9 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 22 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 21 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 12 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 19 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 13 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 18 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 14 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 17 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 15 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 16 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ

trong số các điểm cuối này. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa K_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 15 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Chất nền gốc thủy tinh có thể chứa Rb_2O ở lượng thích hợp bất kỳ. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa Rb_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 1 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 9 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 2 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 8 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 7 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 4 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 6 % mol, 5 % mol, hoặc khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Chất nền gốc thủy tinh có thể chứa Cs_2O ở lượng thích hợp bất kỳ. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể chứa Cs_2O trong lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol, như từ lớn hơn hoặc bằng 1 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 9 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 2 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 8 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 7 % mol, từ lớn hơn hoặc bằng 4 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 6 % mol, 5 % mol, hoặc khoảng giới hạn con được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này.

Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể có hợp phần chứa: từ lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 , từ lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 , từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 , và từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể có hợp phần chứa: từ lớn hơn hoặc bằng 45 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 75 % mol SiO_2 , từ lớn hơn hoặc bằng 3 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol Al_2O_3 , từ lớn hơn hoặc bằng 4 % mol

tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol P_2O_5 , và từ lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 % mol K_2O .

Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể có hợp phần chứa: từ lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol SiO_2 , từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol Al_2O_3 , từ lớn hơn hoặc bằng 6 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol P_2O_5 , và từ lớn hơn hoặc bằng 10 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể có hợp phần chứa: từ lớn hơn hoặc bằng 55 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 69 % mol SiO_2 , từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 15 % mol Al_2O_3 , từ lớn hơn hoặc bằng 5 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol P_2O_5 , và từ lớn hơn hoặc bằng 11 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể có hợp phần chứa: từ lớn hơn hoặc bằng 58 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 63 % mol SiO_2 , từ lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 14 % mol Al_2O_3 , từ lớn hơn hoặc bằng 7 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 10 % mol P_2O_5 , và từ lớn hơn hoặc bằng 15 % mol tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 % mol K_2O .

Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể thể hiện ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vickers lớn hơn hoặc bằng 5 kilôgam lực (kgf), như lớn hơn hoặc bằng 6 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 7 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 8 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 9 kilôgam lực (kgf), lớn hơn hoặc bằng 10 kilôgam lực (kgf), hoặc hơn nữa.

Chất nền gốc thủy tinh có thể có dạng hình học thích hợp bất kỳ. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 2 mm, như nhỏ hơn hoặc bằng 1 mm, nhỏ hơn hoặc bằng 900 μm , nhỏ hơn hoặc bằng 800 μm , nhỏ hơn hoặc bằng 700 μm , nhỏ hơn hoặc bằng 600 μm , nhỏ hơn hoặc bằng 500 μm , nhỏ hơn hoặc bằng 400 μm , nhỏ hơn hoặc bằng 300 μm , hoặc nhỏ hơn. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể được tạo hình dạng đĩa hoặc tấm. Theo một số phương án thực hiện khác, các chất nền gốc thủy tinh có thể có hình dạng

2,5D hoặc 3D. Như được sử dụng ở đây, “hình dạng 2,5D” đề cập tới vật phẩm được tạo hình dạng tấm với ít nhất một bề mặt chính có ít nhất một phần không phẳng, và bề mặt chính thứ hai về cơ bản là phẳng. Như được sử dụng ở đây, “hình dạng 3D” đề cập đến vật phẩm với các bề mặt chính đối diện thứ nhất và thứ hai mà có ít nhất một phần không phẳng.

Các vật phẩm gốc thủy tinh có thể được tạo ra từ chất nền gốc thủy tinh bằng cách phơi ra trước hơi nước dưới các điều kiện thích hợp bất kỳ. Việc phơi ra có thể được thực hiện trong thiết bị thích hợp bất kỳ, như lò với việc điều khiển độ ẩm tương đối. Theo một số phương án thực hiện, các chất nền gốc thủy tinh có thể được phơi ra trước môi trường với độ ẩm tương đối lớn hơn hoặc bằng 75%, như lớn hơn hoặc bằng 80%, lớn hơn hoặc bằng 85%, lớn hơn hoặc bằng 90%, lớn hơn hoặc bằng 95%, lớn hơn hoặc bằng 99%, hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể được phơi ra trước môi trường với độ ẩm tương đối 100%.

Theo một số phương án thực hiện, các chất nền gốc thủy tinh có thể được phơi ra trước môi trường tại nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 70°C, như lớn hơn hoặc bằng 75°C, lớn hơn hoặc bằng 80°C, lớn hơn hoặc bằng 85°C, lớn hơn hoặc bằng 90°C, lớn hơn hoặc bằng 95°C, lớn hơn hoặc bằng 100°C, lớn hơn hoặc bằng 105°C, lớn hơn hoặc bằng 110°C, lớn hơn hoặc bằng 115°C, lớn hơn hoặc bằng 120°C, lớn hơn hoặc bằng 125°C, lớn hơn hoặc bằng 130°C, lớn hơn hoặc bằng 135°C, lớn hơn hoặc bằng 140°C, lớn hơn hoặc bằng 145°C, lớn hơn hoặc bằng 150°C, lớn hơn hoặc bằng 155°C, lớn hơn hoặc bằng 160°C, lớn hơn hoặc bằng 160°C, lớn hơn hoặc bằng 165°C, lớn hơn hoặc bằng 170°C, lớn hơn hoặc bằng 175°C, lớn hơn hoặc bằng 180°C, lớn hơn hoặc bằng 185°C, lớn hơn hoặc bằng 190°C, lớn hơn hoặc bằng 195°C, lớn hơn hoặc bằng 200°C, hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, các chất nền gốc thủy tinh có thể được phơi ra trước môi trường tại nhiệt độ từ lớn hơn hoặc bằng 70°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 210°C, như từ lớn hơn hoặc bằng 75°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 205°C, từ lớn hơn hoặc bằng 80°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 200°C, từ lớn hơn hoặc bằng 85°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 195°C, từ lớn hơn hoặc bằng 90°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 190°C, từ lớn hơn hoặc bằng 95°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 185°C, từ lớn hơn hoặc bằng 100°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 180°C, từ lớn hơn hoặc bằng 105°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 175°C, từ lớn hơn hoặc bằng

110°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 170°C, từ lớn hơn hoặc bằng 115°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 165°C, từ lớn hơn hoặc bằng 120°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 160°C, từ lớn hơn hoặc bằng 125°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 155°C, từ lớn hơn hoặc bằng 130°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 150°C, từ lớn hơn hoặc bằng 135°C tới nhỏ hơn hoặc bằng 145°C, 140°C, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối này.

Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể được phơi ra trước môi trường chứa hơi của nước trong khoảng thời gian đủ để tạo ra mức độ mong muốn của việc khuếch tán các loại chứa hydro và độ sâu của lớp mong muốn. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể được phơi ra trước môi trường chứa hơi của nước trong lớn hơn hoặc bằng 1 ngày, như lớn hơn hoặc bằng 2 ngày, lớn hơn hoặc bằng 3 ngày, lớn hơn hoặc bằng 4 ngày, lớn hơn hoặc bằng 5 ngày, lớn hơn hoặc bằng 6 ngày, lớn hơn hoặc bằng 7 ngày, lớn hơn hoặc bằng 8 ngày, lớn hơn hoặc bằng 9 ngày, lớn hơn hoặc bằng 10 ngày, lớn hơn hoặc bằng 15 ngày, lớn hơn hoặc bằng 20 ngày, lớn hơn hoặc bằng 25 ngày, lớn hơn hoặc bằng 30 ngày, lớn hơn hoặc bằng 35 ngày, lớn hơn hoặc bằng 40 ngày, lớn hơn hoặc bằng 45 ngày, lớn hơn hoặc bằng 50 ngày, lớn hơn hoặc bằng 55 ngày, lớn hơn hoặc bằng 60 ngày, lớn hơn hoặc bằng 65 ngày, hoặc hơn nữa. Theo một số phương án thực hiện, chất nền gốc thủy tinh có thể được phơi ra trước môi trường chứa hơi của nước cho khoảng thời gian từ lớn hơn hoặc bằng 1 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 70 ngày, như từ lớn hơn hoặc bằng 2 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 65 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 3 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 60 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 4 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 55 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 5 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 45 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 6 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 40 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 7 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 35 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 8 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 30 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 9 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 25 ngày, từ lớn hơn hoặc bằng 10 ngày tới nhỏ hơn hoặc bằng 20 ngày, 15 ngày, hoặc các khoảng giới hạn con bất kỳ được tạo thành từ các điểm cuối bất kỳ trong số các điểm cuối này. Các điều kiện phơi ra có thể được biến đổi để làm giảm thời gian cần thiết để tạo ra lượng mong muốn của việc khuếch tán các loại chứa hydro vào trong chất nền gốc thủy tinh. Ví dụ, nhiệt độ và/hoặc độ ẩm tương đối có thể được tăng để làm giảm thời gian cần thiết để đạt được mức độ mong muốn của việc khuếch tán các loại chứa hydro và độ sâu của lớp vào trong chất nền gốc thủy tinh.

Các vật phẩm gốc thủy tinh được bộc lộ ở đây có thể được tích hợp vào trong vật phẩm khác như vật phẩm với bộ phận hiển thị (hoặc các vật phẩm hiển thị) (ví dụ, các thiết bị điện tử tiêu dùng, gồm các điện thoại di động, các máy tính bảng, các máy tính, các hệ thống định vị, các thiết bị đeo được (ví dụ các đồng hồ) và dạng tương tự), các vật phẩm kiến trúc, các vật phẩm giao thông (ví dụ, xe, tàu hỏa, máy bay, tàu biển, v.v.), các vật phẩm ứng dụng, hoặc vật phẩm bất kỳ yêu cầu mức độ trong suốt, chịu cào xước, chịu ăn mòn nào đó hoặc tổ hợp của chúng. Vật phẩm làm ví dụ tích hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm gốc thủy tinh được bộc lộ ở đây được thể hiện trên các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B. Cụ thể là, các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B thể hiện thiết bị điện tử tiêu dùng 200 bao gồm vỏ 202 có mặt trước 204, mặt sau 206, và các mặt bên 208; các thành phần điện tử (không được thể hiện) mà ít nhất một phần ở bên trong hoặc toàn bộ ở bên trong vỏ và bao gồm ít nhất bộ phận điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị 210 tại hoặc liền kề với mặt trước của vỏ; và đế che phủ 212 tại hoặc trên mặt trước của vỏ sao cho nó ở trên bộ phận hiển thị. Theo một số phương án thực hiện, ít nhất một phần của một trong số đế che phủ 212 và/hoặc một của vỏ 202 có thể bao gồm vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh được bộc lộ ở đây.

Các phương án thực hiện làm ví dụ

Các hợp phần thủy tinh là đặc biệt thích hợp cho sự hình thành của các vật phẩm gốc thủy tinh được mô tả ở đây, được tạo thành vào trong các chất nền gốc thủy tinh. Các hợp phần của các ví dụ 1-6 được mô tả trong bảng II bên dưới. Khối lượng riêng được xác định bằng phương pháp nổi ASTM C693-93(2013). Hệ số giãn nở nhiệt (coefficient of thermal expansion - CTE) tuyến tính qua khoảng giới hạn nhiệt độ từ 25 °C đến 300 °C được biểu diễn theo $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ và được xác định sử dụng nở kế cần ấn phù hợp với tiêu chuẩn ASTM E228-11. Điểm biến dạng và điểm ủ được xác định sử dụng phương pháp độ nhót uốn chùm theo tiêu chuẩn ASTM C598-93(2013). Điểm hóa mềm được xác định bằng phương pháp độ nhót tấm song song ASTM C1351M-96(2012). Các nhiệt độ mà tại đó thủy tinh có độ nhót là 200 P, 35.000 P, và 200.000 P được đo cho các hợp phần được tạo ra phù hợp với tiêu chuẩn ASTM C965-96(2012), có tên là “Standard Practice for Measuring Viscosity of Glass Above the Softening Point.”

Bảng II

Thành phần (%mol)	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6
SiO ₂	60,67	60,73	60,69	61,03	61,5	61,15
Al ₂ O ₃	10,81	12,85	8,91	10,89	10,89	10,9
P ₂ O ₅	9,86	7,9	11,77	9,65	9,22	9,51
K ₂ O	18,66	18,52	18,63	18,43	18,39	18,44
Khối lượng riêng (g/cm ³)	2,375	2,385	2,362	2,375	2,376	2,376
CTE (10 ⁻⁷ /°C)	110,8	104,8	118,5	110	110,3	110
Điểm biến dạng (°C)	540	596		532	530	538
Điểm ủ (°C)	592	657		584	584	592
Điểm làm mềm (°C)	892,2	959,8	885,2	888,4	902,6	892,3
Nhiệt độ 200 P (°C)	1687	1766	1686			
Nhiệt độ 35.000 P (°C)	1219	1290	1155			
Nhiệt độ 200.000 P (°C)	1112	1184	1055			

Chất nền gốc thủy tinh chứa hợp phần của ví dụ 1 và có độ dày là 1 mm được phơi ra trước môi trường có độ ẩm tương đối 85% trong 65 ngày để tạo thành vật phẩm gốc thủy tinh chứa lớp chứa hydro theo loại được mô tả ở đây.

Độ sâu của lớp chứa hydro được đo bởi SIMS trước và sau khi phơi ra. Kết quả của việc đo nồng độ hydro SIMS được thể hiện trên Fig.3, với đường cong nồng độ chất nền gốc thủy tinh như nhận được 301 có độ sâu của lớp khoảng 5 µm và đường cong nồng độ hydro vật phẩm gốc thủy tinh nồng độ 302 có độ sâu của lớp khoảng 30 µm. Vật phẩm gốc thủy tinh sau khi phơi được đo tới độ sâu khoảng 25 µm, và đường cong được ngoại suy 303 để xác định độ sâu của lớp. Độ khuếch tán của hydro (D) được tính toán dựa trên các trị số được đo nhờ sử dụng công thức $DOL = \sqrt{D \cdot \text{thời gian}}$.

Ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers được đo trước và sau khi phơi ra trước môi trường chứa hơi của nước. Kết quả của vết lõm Vickers của chất nền gốc thủy tinh trước khi phơi được thể hiện trên các hình vẽ Fig.4 và Fig.5, sau vết lõm tại 5 kilôgam lực (kgf) và 10 kilôgam lực (kgf), theo cách tương ứng. Như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.4 và Fig.5, chất nền gốc thủy tinh có ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vickers ở trên 5 kilôgam

lực (kgf) nhưng bên dưới 10 kilôgam lực (kgf). Kết quả của vết lõm Vickers của vật phẩm gốc thủy tinh được phơi ra được thể hiện trên các hình vẽ Fig.6, Fig.7, và Fig.8, sau vết lõm tại 5 kilôgam lực (kgf), 10 kilôgam lực (kgf), và 20 kilôgam lực (kgf), theo cách tương ứng. Như được minh họa bởi các hình vẽ Fig.6, Fig.7, và Fig.8, ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers của vật phẩm gốc thủy tinh là lớn hơn 20 kilôgam lực (kgf).

Các chất nền gốc thủy tinh chứa hợp phần theo các ví dụ so sánh từ 1 đến 3 và có độ dày 1 mm cũng được chuẩn bị và được phơi ra trước môi trường có độ ẩm tương đối 85% trong 30 ngày. Các hợp phần của các ví dụ so sánh 1 đến 3 được báo cáo trong các ví dụ so sánh từ 1 đến 3 được báo cáo trong bảng III bên dưới. Ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers được đo trước và sau khi phơi ra trước môi trường chứa hơi của nước, và độ sâu của lớp chứa hydro được đo bởi SIMS sau khi phơi ra. Độ khuếch tán của hydro được tính toán dựa trên các trị số được đo.

Bảng III

Thành phần (%mol)	Ví dụ 1	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3
SiO ₂	60,67	70,05	70,43	72,44
Al ₂ O ₃	10,81	9,98	10	8,18
P ₂ O ₅	9,86	0	0	0
Li ₂ O	0	19,97	0	0
Na ₂ O	0	0	19,57	0
K ₂ O	18,66	0	0	19,38
Ngưỡng ấn lõm Vickers - khi được nhận (kilôgam lực (kgf))	5 - 10	1 - 2	0,5 - 1	1 - 2
Thời gian phơi ra (ngày)	65	30	30	30
DOL hydro (μm)	25	0,2	0,34	3,7
Khả năng phân tán Hydrogen (cm ² /s)	1,10E-12	1,30E-16	4,50E-16	5,30E-14
Ngưỡng ấn lõm Vickers - sau khi phơi (kilôgam lực (kgf))	20 - 30	1 - 2	0,5 - 1	2 - 3

Như được thể hiện trên bảng III, hợp phần thủy tinh của ví dụ 1 thể hiện độ phân tán hydro có độ lớn hai bậc cao hơn hợp phần thủy tinh của ví dụ so sánh 3, vốn cũng chứa kali nhưng không chứa photphorơ. Các kết quả này chỉ thị rằng sự có mặt của photphorơ trong hợp phần thủy tinh tăng một cách đáng kể độ khuếch tán của hydro. Theo cách tương tự, hợp phần thủy tinh của ví dụ so sánh 3 thể hiện độ khuếch tán của

hydro là lớn hơn hai bậc so với các ví dụ so sánh 1 và 2, vốn chứa liti và natri, theo cách tương ứng. Khác biệt trong độ khuếch tán của hydro giữa hợp phần thủy tinh chứa kali và các hợp phần thủy tinh chứa liti và natri chỉ ra rằng các ion kiềm với bán kính ion lớn hơn cho phép khuếch tán hydro nhanh hơn.

Các chất nền gốc thủy tinh chứa hợp phần thủy tinh của ví dụ 6 được tạo ra với các độ dày là 0,5 mm và 1,0 mm. Các chất nền gốc thủy tinh được phơi ra trước môi trường có độ ẩm tương đối 100% tại nhiệt độ là 200°C trong chu kỳ thời gian 7 ngày để tạo ra các vật phẩm gốc thủy tinh theo loại được mô tả ở đây. Các vật phẩm gốc thủy tinh đã thể hiện vùng ứng suất nén region kéo dài từ bề mặt tới độ sâu nén. Ứng suất nén tối đa được đo cho vật phẩm gốc thủy tinh 0,5 mm là 124 MPa, và ứng suất nén tối đa được đo cho vật phẩm gốc thủy tinh 1,0 mm là 137 MPa. Ứng suất trung tâm tối đa được đo cho vật phẩm gốc thủy tinh 0,5 mm là 32 MPa, và ứng suất trung tâm tối đa được đo cho vật phẩm gốc thủy tinh 1,0 mm là 15 MPa. Độ sâu nén cho vật phẩm gốc thủy tinh 0,5 mm là 101 μm , và độ sâu nén cho vật phẩm gốc thủy tinh 1,0 mm là 99 μm .

Các mẫu cũng được cắt từ tâm của các vật phẩm gốc thủy tinh dày 0,5 mm và 1,0 mm được tạo thành từ các chất nền gốc thủy tinh chứa hợp phần thủy tinh theo ví dụ 6 sau khi phơi ra trước môi trường có độ ẩm tương đối 100% tại 200 °C trong 7 ngày. Các mẫu sau đó được đánh bóng tới độ rộng là 0,5 mm và được đưa vào phân tích quang phổ kế hồng ngoại biến đổi Fourier (Fourier-transform infrared spectroscopy - FTIR). Phân tích FTIR được thực hiện trong các điều kiện sau: CaF/InSb, 64 lần quét, độ phân giải 16 cm^{-1} , độ mở 10 μm , và các bước 10 μm . Các lần quét được sinh ra tại bề mặt của các mẫu và tiếp tục tới gần điểm giữa của độ dày. Các phổ được tạo tương quan với silic đioxit “khô”, và nồng độ hydroxyl (βOH) được tính toán sử dụng các thông số tối đa 3900 cm^{-1} và tối thiểu 3550 cm^{-1} . Không thể phân biệt hydroxyl được gắn kết với hydroxyl phân tử do bản chất nhiều thành phần của vật phẩm gốc thủy tinh, do đó các đồ thị báo cáo về nồng độ của hàm lượng hydroxyl tổng cộng. Các biến dạng nồng độ hydroxyl đo được của các mẫu độ dày 0,5 mm và 1,0 mm được thể hiện trên các hình vẽ Fig.9 và Fig.10, theo cách tương ứng. Như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.9 và Fig.10, độ sâu nằm trong các mẫu mà tại đó hàm lượng hydroxyl được đo về cơ bản trở nên không đổi và tương đương với hàm lượng hydroxyl tại tâm của vật phẩm, chỉ thị

rằng hàm lượng hydroxyl nền của chất nền gốc thủy tinh tiền chất, xấp xỉ là 200 μm khi được đo với FTIR. Sự xuất hiện của đỉnh nồng độ hydroxyl được chôn trong các hình vẽ Fig.9 và Fig.10 là thành phần lại của phương pháp đo.

Các mẫu hình vuông mà với nó hợp phần của ví dụ 1 được chuyản bị với độ dày là 1 mm và các cạnh là 50 mm. Năm mẫu trong số các mẫu này sau đó được xử lý trong môi trường có độ ẩm tương đối 100% tại 200 °C trong 121 giờ. Ứng suất nén (compressive stress - CS) và độ sâu nén (depth of compression - DOC) được tạo thành của các mẫu được xử lý sau đó được đo với FSM, tạo ra CS 167 MPa và DOC là 73 μm . 5 mẫu được xử lý hơi nước và 3 mẫu đối chứng không được phơi ra trước xử lý hơi nước sau đó sẽ được đưa vào thử nghiệm vòng trên vòng được mài mòn (abraded ring-on-ring - AROR). Độ bền và tải đỉnh cho từng mẫu được kiểm tra sẽ được báo cáo trong bảng IV. Như được thể hiện trên bảng IV, các mẫu được xử lý hơi nước thể hiện tải đỉnh và độ bền được tăng nhiều so với các mẫu đối chứng không được xử lý.

Bảng IV

Số mẫu đối chứng	Tải đỉnh (kilôgam lực (kgf))	Độ bền (MPa)
1	12,468	45,676
2	12,057	49,664
3	14,289	51,861
Trung bình	12,938	49,067
Số mẫu được xử lý	Tải đỉnh (kilôgam lực (kgf))	Độ bền (MPa)
1	42,296	170,492
2	41,067	153,003
3	38,182	170,168
4	38,799	154,273
5	38,420	150,417
Trung bình	39,752	159,671

Thử nghiệm AROR là phép đo độ bền bề mặt trong thử nghiệm các mẫu thủy tinh phẳng, và ASTM C1499-09(2013), với tiêu đề “Standard Test Method for Monotonic Equibiaxial Flexural Strength of Advanced Ceramics at Ambient Temperature”, sẽ dùng làm cơ sở cho phương pháp luận thử nghiệm AROR được sử dụng ở đây. Toàn bộ nội

dung của tiêu chuẩn ASTM C1499-09 được kết hợp làm tham khảo trong sáng chế này. Mẫu thử nghiệm thủy tinh được mài mòn trước thử nghiệm vòng trên vòng với các hạt silic cacbit (SiC) 90 grit được phân phối tới mẫu thủy tinh sử dụng phương pháp và thiết bị được mô tả trong Phụ lục A2, có tên là "abrasion Procedures," của ASTM C158-02(2012), có tên là "Standard Test Methods for Strength of Glass by Flexure (Determination of Modulus of Rupture). Toàn bộ nội dung của tiêu chuẩn ASTM C158-02 và nội dung của phụ lục 2, cụ thể là được kết hợp làm tham khảo trong sáng chế này.

Trước thử nghiệm vòng trên vòng, bề mặt của các mẫu vật phẩm gốc thủy tinh được mài mòn như được mô tả trong tiêu chuẩn ASTM C158-02, Phụ lục 2, để chuẩn hóa và/hoặc kiểm soát điều kiện khiếm khuyết bề mặt của mẫu sử dụng thiết bị được thể hiện trong hình vẽ trên Fig.A2.1 của tiêu chuẩn ASTM C158-02. Vật liệu mài được phun cát lên trên bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh ở áp suất không khí bằng 5 psi (34473,8 Pa). Sau khi luồng khí được thiết lập, 1 cm³ của vật liệu mài được nhồi vào trong phễu và mẫu sẽ được phun cát.

Với thử nghiệm AROR, vật phẩm gốc thủy tinh có ít nhất một bề mặt được mài mòn như được thể hiện trên Fig.11 được đặt giữa hai vòng đồng tâm có các kích cỡ khác nhau để xác định độ bền uốn đẳng lượng trục (tức là, ứng suất tối đa mà vật liệu có khả năng trụ vững khi đưa vào uốn giữa hai vòng đồng tâm). Trong cấu hình AROR 400, vật phẩm gốc thủy tinh mài mòn 410 được đỡ bằng vòng đỡ 420 có đường kính D2. Lực F được áp dụng bằng cảm biến lực (không được thể hiện) lên bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh bằng vòng tải 430 có đường kính D1.

Tỉ lệ của các đường kính của vòng tải và vòng đỡ D1/D2 có thể ở trong khoảng giới hạn từ 0,2 đến 0,5. Theo một số phương án thực hiện, D1/D2 là 0,5. Vòng tải 430 và vòng đỡ 420 cần được sắp thẳng hàng đồng tâm với mức trong khoảng 0,5% đường kính vòng đỡ D2. Ô tải trọng được sử dụng cho thử nghiệm nên là chính xác tới phạm vi $\pm 1\%$ ở tải trọng bất kỳ trong phạm vi được chọn. Thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và độ ẩm tương đối $40 \pm 10\%$.

Đối với thiết kế gá lắp, bán kính r của bề mặt nhô ra của vòng tải 430 ở trong khoảng giới hạn từ $h/2 \leq r \leq 3h/2$, trong đó h là độ dày của vật phẩm gốc thủy tinh 410.

Các vòng tải và đỡ 430, 420 được tạo thành từ thép được làm cứng với độ cứng HRc > 40. Các bộ gá lắp AROR là có sẵn trên thị trường.

Cơ chế hư hỏng dự tính đối với thử nghiệm AROR là quan sát sự nứt vỡ của vật phẩm gốc thủy tinh 410 bắt đầu từ bề mặt 430a trong vòng tải 430. Các hư hỏng diễn ra ngoài vùng này – tức là, giữa vòng tải 430 và vòng đỡ 420 – được bỏ qua, không phân tích dữ liệu. Tuy nhiên, do độ mỏng và độ bền cao của vật phẩm gốc thủy tinh 410, nên đôi khi độ lệch lớn hơn $\frac{1}{2}$ độ dày mẫu h sẽ được quan sát thấy. Do đó, sẽ hiếm gặp phần trăm hư hỏng cao sinh ra từ bên dưới vòng tải 430. Ứng suất không thể được tính toán một cách chính xác mà không có hiểu biết về sự phát triển ứng suất cả bên trong và bên dưới vòng (được thu thập thông qua phân tích biến dạng) và sự nguồn gốc của hư hỏng trong từng mẫu. Do đó thử nghiệm AROR tập trung vào tải trọng đỉnh tại điểm hư hỏng như là đáp ứng đo được.

Mặc dù các phương án thực hiện cụ thể đã được trình bày nhằm mục đích minh họa nhưng phần mô tả trên đây sẽ không được xem như là sự giới hạn đối với phạm vi bảo hộ của phần mô tả hay các yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, các cải biến, sửa đổi, và các phương án thay thế khác có thể xuất hiện đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực này mà không lệch khỏi tinh thần và phạm vi của phần mô tả hay các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 45 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 75 mol% SiO_2 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 9 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14 mol% Al_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 mol% P_2O_5 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 mol% K_2O và

lớp chứa hydro kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến chiều sâu của lớp.

trong đó:

nồng độ hydro của lớp chứa hydro giảm từ nồng độ hydro tối đa đến chiều sâu của lớp;

và

chiều sâu của lớp lớn hơn $5\mu\text{m}$.

2. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 1, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh có ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vickers ít nhất bằng 9,8 N (1 kgf).

3. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chiều sâu của lớp ít nhất bằng khoảng $10\mu\text{m}$.

4. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó vật phẩm gốc thủy tinh hầu như không chứa ít nhất một trong số liti và natri.

5. Vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó vật phẩm còn bao gồm lớp ứng suất nén kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh vào trong vật phẩm gốc thủy tinh đến chiều sâu nén, trong đó lớp ứng suất nén bao gồm ứng suất nén lớn hơn hoặc bằng 100 MPa và chiều sâu nén lớn hơn hoặc bằng $75\mu\text{m}$.

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

vỏ (202) bao gồm bề mặt trước (204), bề mặt sau (206) và các bề mặt bên (208);

các thành phần điện ít nhất nằm một phần bên trong vỏ, các thành phần điện bao gồm ít nhất bộ điều khiển, bộ nhớ, và màn hiển thị (210), màn hiển thị nằm ở hoặc liền kề bề mặt trước của vỏ; và

chất nền che (212) được bố trí trên màn hiển thị,

trong đó ít nhất một phần của ít nhất một trong số vỏ (202) hoặc chất nền che (212) bao gồm vật phẩm gốc thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

7. Thủy tinh, bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 45 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 75 mol% SiO_2 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 9 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14 mol% Al_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 mol% P_2O_5 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 mol% K_2O .

8. Thủy tinh theo điểm 7, trong đó thủy tinh còn bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 mol% Cs_2O ; và

từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 mol% Rb_2O .

9. Thủy tinh theo điểm 7 hoặc 8, trong đó thủy tinh hầu như không chứa ít nhất một trong số liti và natri.

10. Thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, trong đó thủy tinh có ngưỡng khởi đầu nứt vỡ Vickers lớn hơn hoặc bằng 49,0 N (5 kgf).

11. Phương pháp chế tạo vật phẩm gốc thủy tinh bao gồm các bước:

cho chất nền gốc thủy tinh tiếp xúc với môi trường với độ ẩm tương đối lớn hơn hoặc bằng 75% để tạo ra vật phẩm gốc thủy tinh với lớp chứa hydro kéo dài từ bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh đến chiều sâu của lớp.

trong đó:

chất nền gốc thủy tinh bao gồm:

từ lớn hơn hoặc bằng 45 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 75 mol% SiO_2 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 9 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14 mol% Al_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 mol% P_2O_5 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 mol% K_2O ;

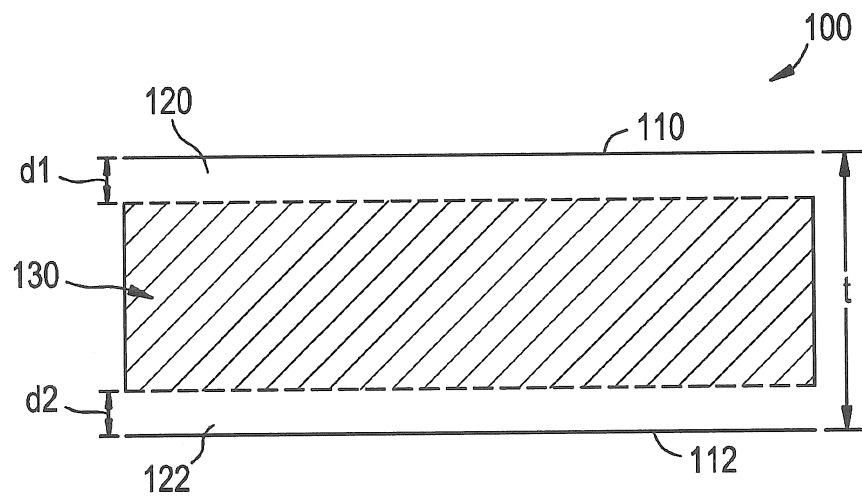
nồng độ hydro của lớp chứa hydro giảm từ nồng độ hydro tối đa đến chiều sâu của lớp;

và

chiều sâu của lớp lớn hơn hoặc bằng 5 μm .

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bước cho tiếp xúc thực hiện ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 70°C.

FIG. 1



2/8

FIG. 2A

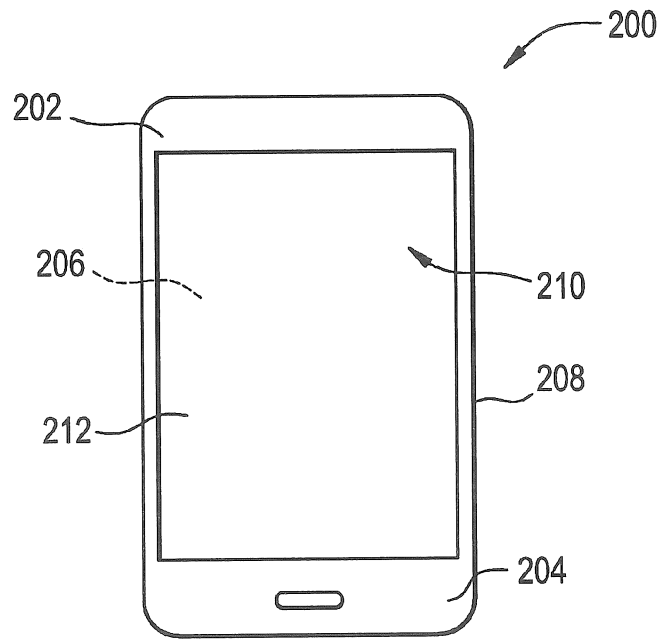


FIG. 2B

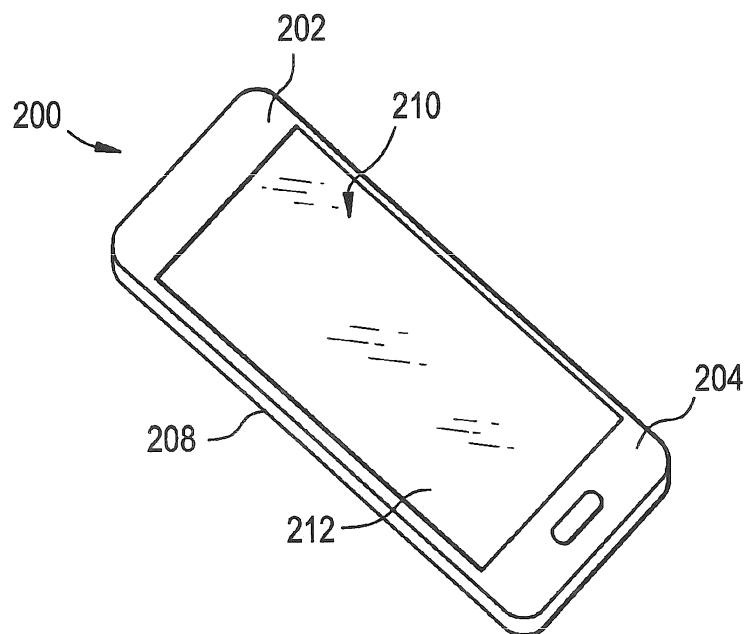
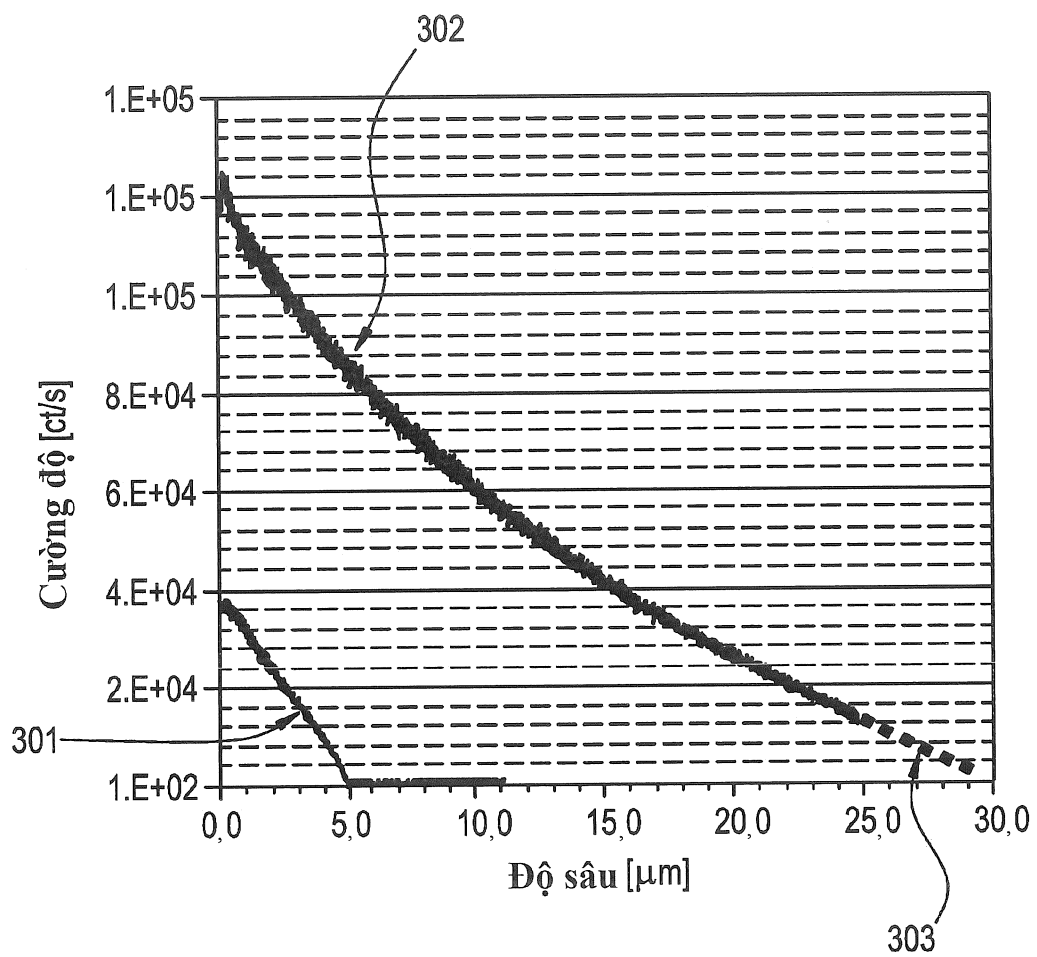
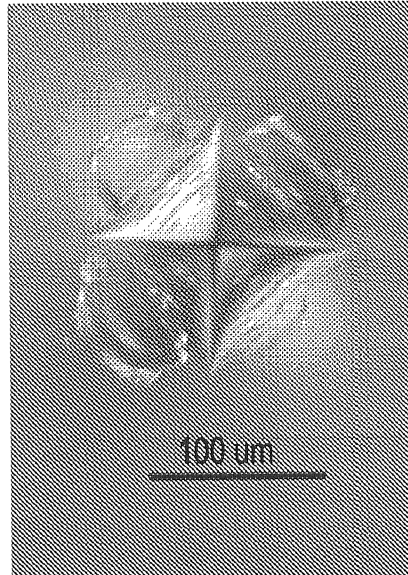


FIG. 3



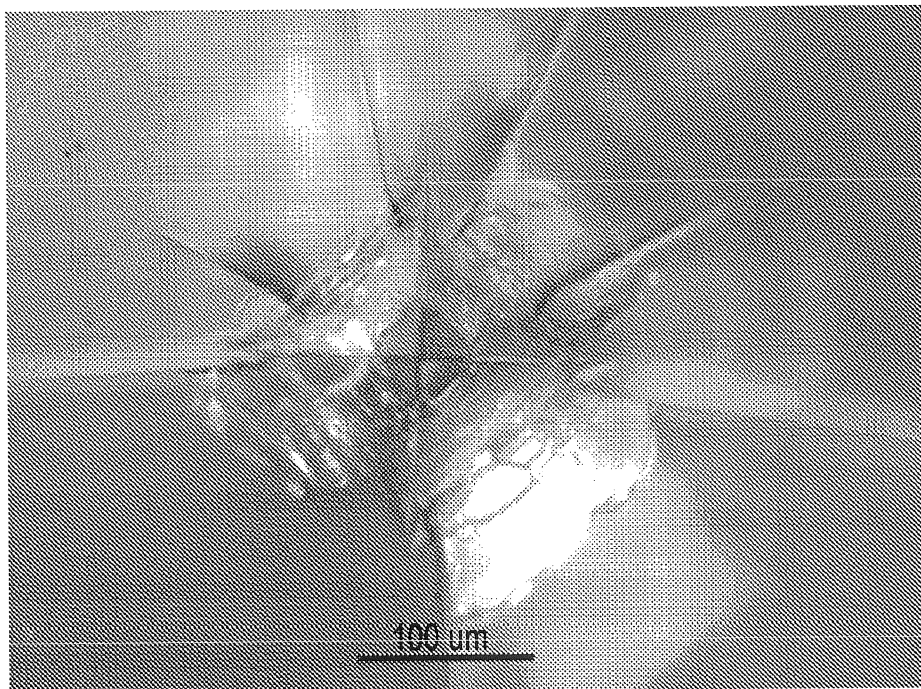
4/8

FIG. 4



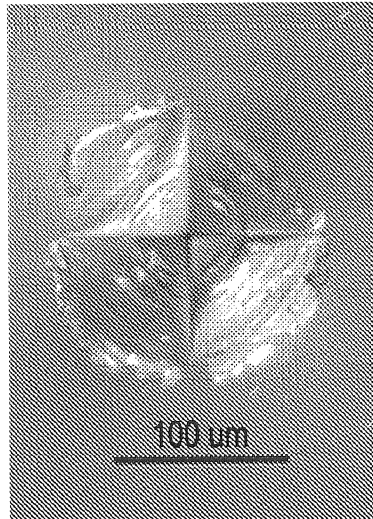
5 kg lực (kgf)

FIG. 5



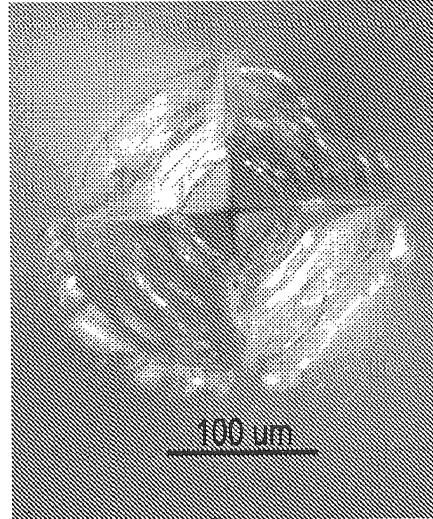
10 kg lực (kgf)

FIG. 6



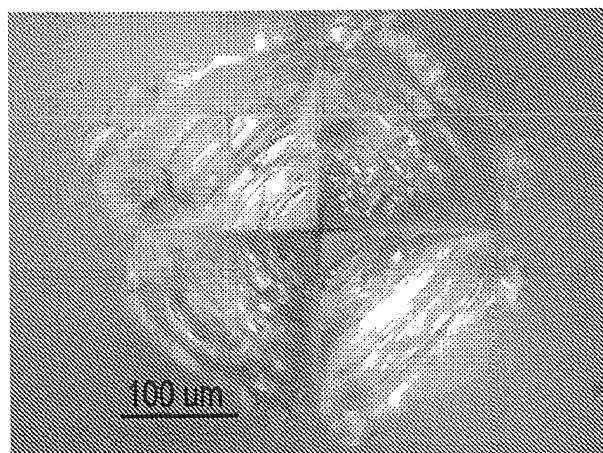
5 kg lực (kgf)

FIG. 7



10 kg lực (kgf)

FIG. 8



20 kg lực (kgf)

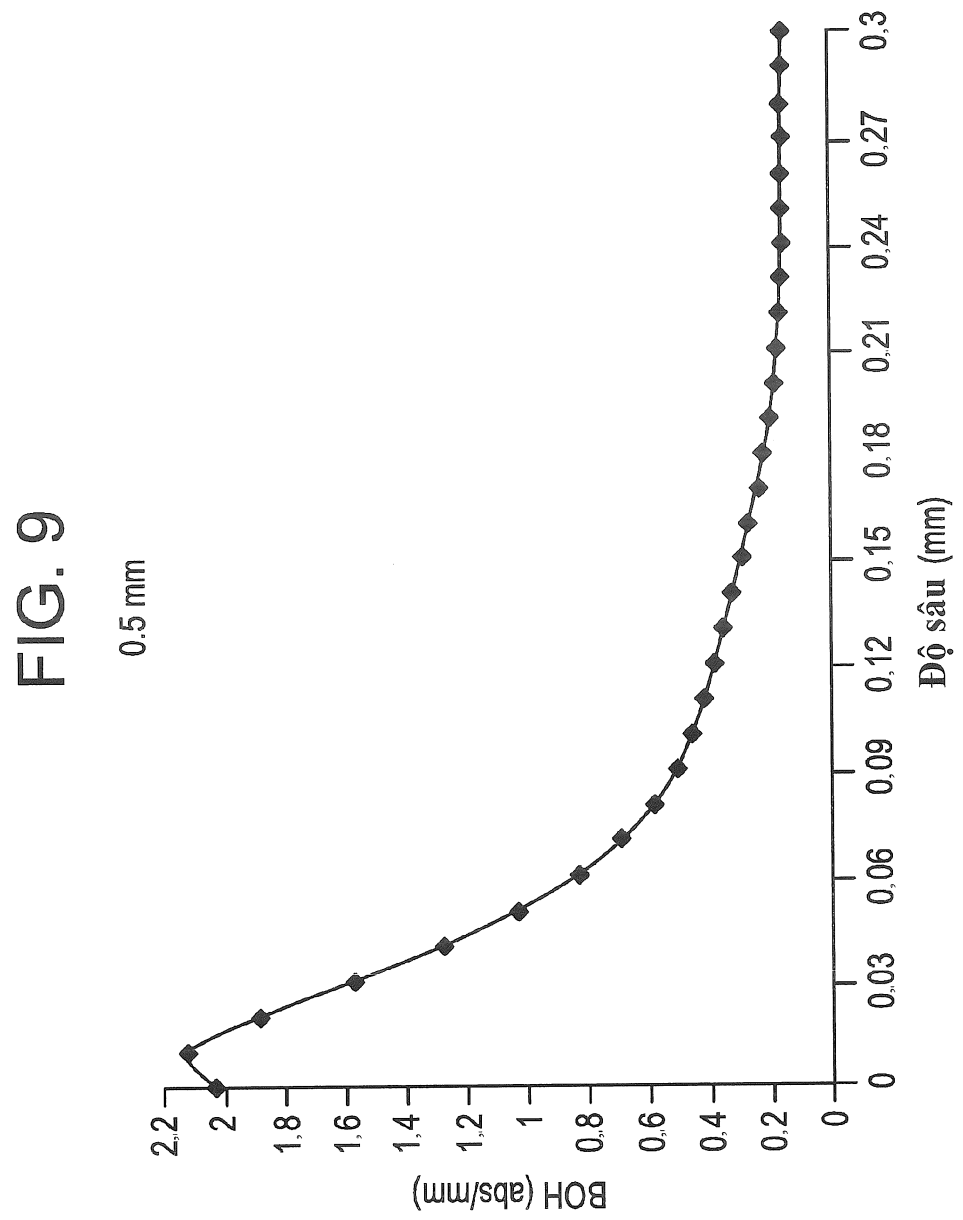


FIG. 10

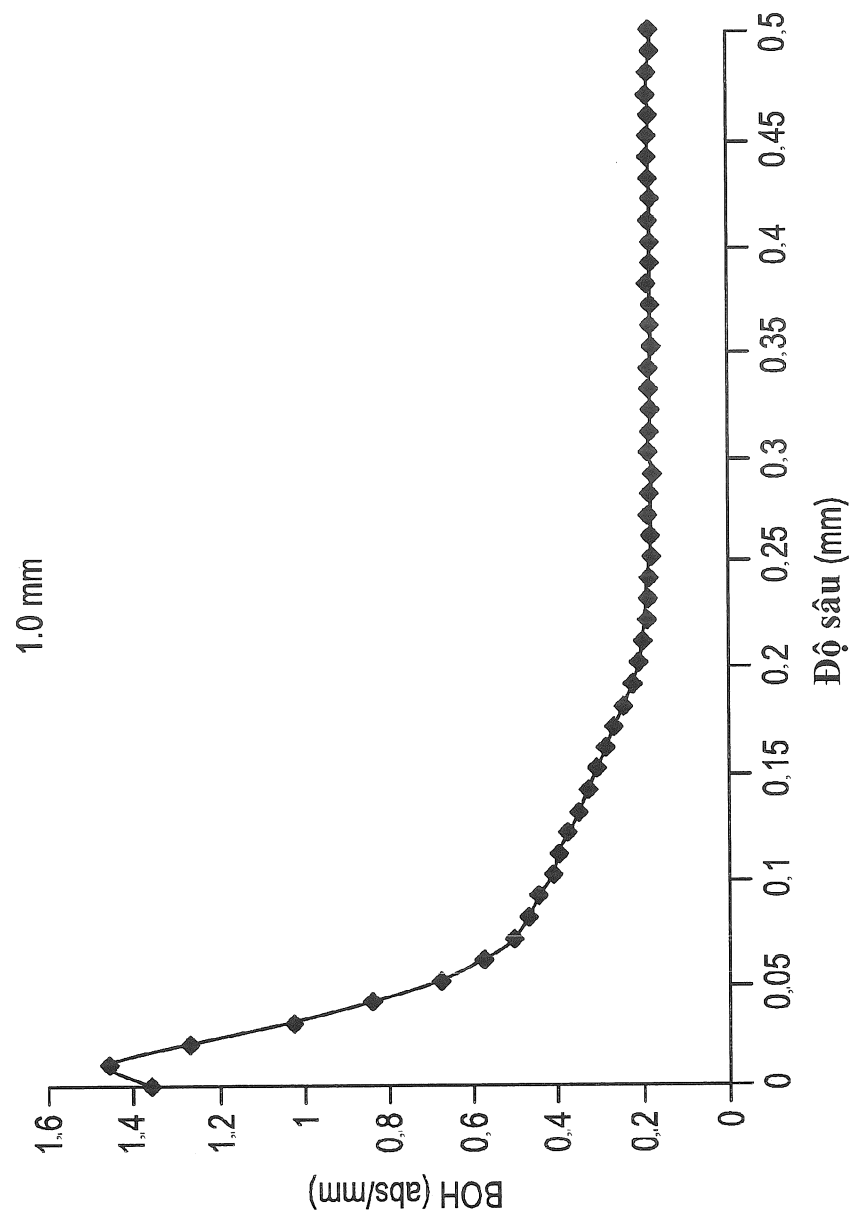


FIG. 11

