



(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)



1-0041833

(51)^{2020.01} C03B 27/03

(13) B

(21) 1-2020-04172

(22) 20/06/2019

(86) PCT/CN2019/092028 20/06/2019

(87) WO 2019/242673 26/12/2019

(30) PCT/CN2018/092167 21/06/2018 CN

(45) 25/11/2024 440

(43) 25/03/2021 396

(73) SCHOTT GLASS TECHNOLOGIES (SUZHOU) CO., LTD. (CN)

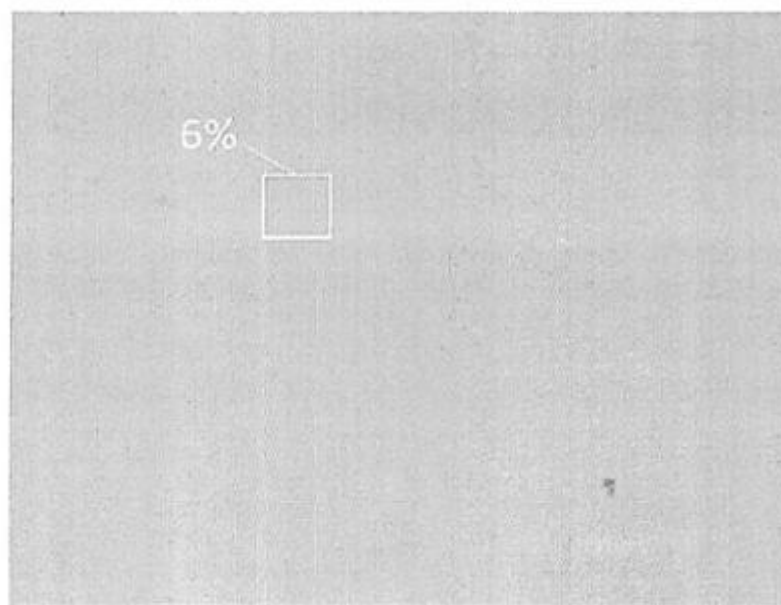
No. 79 Huoju Road, Science & Technology Industrial Park, Suzhou New District,
Suzhou, Jiangsu 215009, China

(72) Wei XIAO (CN); Ning DA (CN); Feng HE (CN); Jose ZIMMER (DE).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) VẬT DỤNG KÍNH ĐƯỢC CƯỜNG LỰC BẰNG XỬ LÝ HÓA HỌC KHÔNG CÓ HIỆN TƯỢNG VỎ CAM QUANG HỌC VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT DỤNG NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học có độ dày lớn nhất là 0,07 mm không có hiện tượng vỏ cam quang học (OOS), tức là vật dụng kính được cường lực có biến thiên mức độ xám thấp hoặc biến thiên độ sáng thấp, khi vật dụng kính được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu sử dụng nguồn ánh sáng trắng, và phương pháp sản xuất vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học không có hiện tượng vỡ cam quang học trong đó vật dụng kính cường lực có độ dày lớn nhất là 0,07 mm và được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu và phương pháp sản xuất vật dụng kính cường lực này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kính mỏng với các thành phần khác nhau thích hợp làm vật liệu nền cho nhiều ứng dụng trong đó độ trong suốt, khả năng chịu nhiệt và hóa chất cao, và các tính chất vật lý và hóa học được xác định là rất quan trọng. Ví dụ, kính không chứa kiềm có thể được sử dụng làm bảng hiển thị và làm vật liệu đóng gói linh kiện điện tử ở dạng wafer. Các kính silicat chứa kiềm được sử dụng làm đế phủ bộ lọc, chất để cảm biến tiếp xúc và vỏ mô-đun cảm biến vân tay.

Kính aluminosilicat (AS), lithi aluminosilicat (LAS), kính borosilicat và kính vôi xút được sử dụng rộng rãi cho nhiều ứng dụng như vỏ cho cảm biến in dấu vân tay (FPS), vỏ bảo vệ và vỏ màn hình. Trong các ứng dụng này, kính thường sẽ được cường lực bằng xử lý hóa học để thu được độ bền cơ học cao, như được xác định bằng các thử nghiệm đặc biệt, ví dụ: uốn cong 2 điểm (2PB), thả bóng, thả bút, độ bền va đập với vật sắc, độ bền tiếp xúc với vật sắc, chống xước và các thử nghiệm khác.

Hiện nay, nhu cầu liên tục đối với chức năng mới của sản phẩm và phạm vi ứng dụng rộng rãi hơn đòi hỏi kính làm nền và kính bảo vệ thậm chí mỏng hơn và nhẹ hơn với độ bền và độ dẻo cao. Kính thích hợp là kính siêu mỏng (UTG). Lĩnh vực trong đó kính siêu mỏng (UTG) thường được áp dụng là vỏ bảo vệ cho các thiết bị điện tử, ví dụ, UTG có thể được sử dụng làm kính hiển thị có thể gấp lại được và có thể uốn được dùng cho các thiết bị điện tử tiêu dùng và vận vận. Hiện nay, nhu cầu ngày càng tăng về chức năng mới của sản phẩm và khai thác các ứng dụng mới và rộng rãi đòi hỏi kính để phải mỏng hơn và nhẹ hơn với các đặc tính mới ví dụ có thể uốn được. Do tính dễ uốn của UTG, kính đã được nghiên cứu và phát triển như là kính đập và hiển thị

cho các thiết bị như điện thoại, máy tính bảng và đồng hồ và các thiết bị có thể đeo khác. Một tấm kính như vậy cũng có thể được sử dụng làm kính che của mô-đun cảm biến in ngón tay và làm nắp ống kính máy ảnh.

Tuy nhiên, một vài đặc tính và hiệu quả cơ học của kính nguyên bản (ví dụ khả năng chống va đập và khả năng uốn cong) không đáp ứng bởi vì độ dày của UTG cực kỳ nhỏ. Một biện pháp hiệu quả để tăng hiệu suất cơ học là cường lực bằng hóa học, tức là thay đổi bề mặt bằng trao đổi ion

Cường lực bằng hóa học là quy trình đã biết đối với kính để tăng độ bền của kính như kính vôi xút hoặc kính aluminosilicat (AS) hoặc lithi aluminosilicat (LAS) hoặc kính borosilicat là các loại kính được sử dụng làm kính để đặt lên màn hình hiển thị, ví dụ. Trong trường hợp này, ứng suất nén (CS) bề mặt thường nằm trong khoảng từ 100 đến 1000 MPa và độ dày của lớp trao đổi ion phụ thuộc vào độ dày của kính.

Tuy nhiên, nếu tấm kính mỏng hơn 0,5mm, việc xử lý sẽ càng khó khăn hơn chủ yếu là do các khuyết tật chẳng hạn như nứt và sứt mẻ tại cạnh kính dẫn đến vỡ. Ngoài ra, độ bền cơ học tổng số, tức là được phản ánh ở độ bền uốn hoặc độ bền va đập sẽ giảm đáng kể. Kết quả là, việc cường lực kính là vô cùng quan trọng đối với kính mỏng. Tuy nhiên, đối với việc cường lực kính siêu mỏng luôn luôn đi kèm với nguy cơ đồ vật tự vỡ do ứng suất kéo trung tâm của kính quá cao.

Thông thường, kính siêu mỏng phẳng dày dưới 0,4mm có thể được sản xuất bằng phương pháp tạo hình nóng trực tiếp chẳng hạn như kéo xuống, tràn nóng chảy hoặc phương pháp nổi. Phương pháp kéo lại cũng có thể được sử dụng. Được so sánh với kính mỏng sau khi xử lý bằng phương pháp vật lý hoặc hóa học (ví dụ, được tạo ra bằng cách mài và đánh bóng), kính mỏng được tạo hình trực tiếp có độ đồng nhất bề mặt tốt hơn nhiều bởi vì bề mặt được làm nguội xuống từ trạng thái nóng chảy nhiệt độ cao xuống nhiệt độ phòng. Phương pháp kéo xuống cũng có thể sử dụng để sản xuất kính mỏng hơn 0,3mm hoặc thậm chí 0,07mm, chẳng hạn như kính aluminosilicat, kính lithi aluminosilicat, kính alkali borosilicat, kính vôi xút hoặc kính aluminoborosilicat không kiềm.

Việc cường lực hóa học UTG đã được mô tả (ví dụ trong công bố đơn sáng chế WO 2014/139147 A1).

Đối với việc cường lực bằng hóa học, vật dụng kính được đặt trong bể đặc biệt

chứa ít nhất một muối nóng chảy có nhiệt độ định trước trong một thời gian xác định. Trong quá trình cường lực, trao đổi ion diễn ra trên bề mặt của vật dụng kính trong đó các cation nhỏ hơn (đặc biệt là các cation hóa trị một) được thay thế bởi các cation có bán kính lớn hơn. Sau quá trình cường lực, vật dụng kính được nhấc ra khỏi bể muối, sau đó được làm nguội và làm sạch.

Bất ngờ khi phát hiện ra rằng quá trình trao đổi ion chuẩn có thể tạo ra đặc tính quang học không mong muốn xuất hiện tại bề mặt của vật dụng kính cường lực ở dạng “vỏ cam quang học” (OOS). Hiện tượng này có thể được quan sát khi vật dụng kính có độ dày bằng hoặc nhỏ hơn 0,07 mm và được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu.

Dưới các điều kiện phản chiếu đã nêu hoặc đôi khi ngay cả khi được kiểm tra bằng mắt thường, bề mặt của vật dụng kính dường như có những bất thường nhỏ (vết lõm và vết lồi) như vỏ quả cam.

OOS là hiện tượng không mong muốn vì nó có thể làm nhiễu loạn bề ngoài quang học của các thiết bị điện tử sử dụng vật dụng kính có hiện tượng bề mặt như vậy.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất vật dụng kính được cường lực xử lý bằng hóa học không có hiện tượng vỏ cam quang học khi vật dụng kính có độ dày tối đa 0,07 mm và được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu và phương pháp sản xuất vật dụng kính được cường lực xử lý bằng hóa học không có hiện tượng vỏ cam quang học khi vật dụng kính có độ dày tối đa 0,07 mm và được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu.

Giải thích thuật ngữ kỹ thuật

Vật dụng kính: vật dụng kính có thể có kích thước bất kỳ. Ví dụ, nó có thể là một dải siêu mỏng dài được cuộn (cuộn kính) hoặc một phần kính nhỏ hơn cắt ra từ một cuộn kính hoặc một tấm kính riêng biệt hoặc một vật dụng kính nhỏ (như FPS hoặc kính che màn hình), v.v. .

Kính siêu mỏng: Trong mục đích của sáng chế, kính siêu mỏng này là một loại kính dễ uốn, tốt hơn nếu có thể gấp lại được với độ dày bằng hoặc nhỏ hơn 0,4 mm, tốt hơn nếu bằng hoặc nhỏ hơn 0,14 mm, tốt hơn nữa nếu bằng hoặc nhỏ hơn 0,1 mm bằng hoặc nhỏ hơn 0,07 mm, tốt nhất là bằng hoặc nhỏ hơn 0,05 mm, tốt nhất là bằng hoặc nhỏ hơn 0,03 mm.

Độ dày (t): Độ dày của vật dụng kính là trung bình số học độ dày của các mẫu được đo.

Ứng suất nén (CS): Việc nén cảm ứng giữa các mạng lưới thủy tinh sau khi trao đổi ion trên lớp bề mặt của kính. Việc nén như vậy không thể được giải phóng bởi sự biến dạng của kính và duy trì dưới dạng ứng suất. Máy thử nghiệm có bán trên thị trường như FSM6000 (“Luceo Co., Ltd.”, Japan, Tokyo) có thể đo CS bằng cơ chế ống dẫn sóng.

Độ sâu của lớp (DoL): Độ dày của lớp trao đổi ion, là vùng kính nơi mà CS tồn tại. Máy thử nghiệm có bán trên thị trường như FSM6000 (“Luceo Co., Ltd.”, Japan, Tokyo) có thể đo DoL bằng cơ chế ống dẫn sóng.

Lực căng trung tâm (CT): Khi CS được tạo ra ở một mặt hoặc cả hai mặt của tấm kính, để cân bằng ứng suất theo định luật Newton thứ ba, một ứng suất kéo phải được tạo ra ở vùng trung tâm của kính và nó được gọi là lực căng trung tâm. CT có thể được tính toán từ CS và DoL đo được.

Độ nhám trung bình (R_a): Thước đo kết cấu của một bề mặt. Nó được tính bằng độ lệch dọc của một bề mặt thực so với dạng lý tưởng của nó. Tham số biên độ phổ biến đặc trưng cho bề mặt dựa trên độ lệch dọc của cấu hình độ nhám so với đường trung bình. R_a là trung bình số học của các giá trị tuyệt đối của các độ lệch dọc này.

Tổng biến thiên độ dày (TTV): biến thiên lớn nhất về độ dày của lớp nền, lớp phủ hoặc lớp cặn muối. Tổng biến thiên độ dày thường được xác định bằng cách đo vật dụng kính, tấm hoặc lớp kính trong khoảng 20 - 200 điểm theo mẫu chéo (không quá sát cạnh của vật dụng) và tính toán độ chênh lệch tối đa đo được về độ dày, tức là $TTV = T \text{ lớn nhất} - T \text{ nhỏ nhất}$.

Mô tả văn tắt hình vẽ

Sau đây sẽ là phần mô tả các hình vẽ trong bộ hình vẽ đi kèm.

Trừ khi được chỉ ra khác, các ví dụ được mô tả bên dưới là vật dụng kính AS dày 30 μ m như được sản xuất có thành phần giống nhau. “Như được sản xuất” dùng để chỉ vật dụng kính được sản xuất bằng phương pháp kéo xuống. Kích thước mẫu được thử nghiệm hầu hết là 50 mm x 50 mm. Bể cường lực là bể KNO_3 . Đối với một vài thử nghiệm, muối $NaNO_3$ được thêm liên tục vào bể muối để mô phỏng quá trình già hóa

của bề cường lực. Thời gian cường lực là 10 phút, nhiệt độ cường lực là 420°C . DoL được tạo ra là khoảng $10\mu\text{m}$. CS được tạo ra nằm trong khoảng từ 600 đến 800 MPa.

Fig. 1A là ảnh phản chiếu (tức là ảnh chiếu, sử dụng phương pháp kiểm tra ánh sáng phản chiếu như được mô tả ở trên) của vật dụng kính dày $30\mu\text{m}$ không được cường lực, dạng tấm có kích thước 50 mm x 50 mm chỉ bao gồm kính aluminosilicat. Vật dụng kính dạng tấm có hai bề mặt chính ở hai phía đối diện nhau được nối bằng các cạnh nhỏ. Dưới kiểm tra bằng ánh sáng phản chiếu, bề mặt xuất hiện mượt mà mà không có bất kỳ bất thường nào.

Fig. 1B là ảnh phản chiếu của vật dụng kính dày $30\mu\text{m}$ được cường lực có kích thước 50 mm x 50 mm chỉ bao gồm kính aluminosilicat. Vật dụng kính được cường lực trong bể muối KNO_3 chứa khoảng 2500 ppm natri. Sử dụng kiểm tra ánh sáng phản chiếu, người ta có thể thấy bề mặt xuất hiện các bất thường như cấu trúc gợn sóng hoặc gấp nếp (xem đầu mũi tên). Hiện tượng này được gọi là “vỏ cam quang học” (OOS). Cạnh trên bị cong là do việc uốn nhẹ mẫu được cường lực và không phải là do kính vỡ. Tác giả sáng chế phát hiện ra rằng bất thường bề mặt có thể nhìn thấy bằng mắt của UTG cường lực gọi là OOS không tương ứng với sự thay đổi về địa hình của bề mặt, hay đúng hơn đây là vấn đề quang học.

Fig. 2A là kết quả phân tích địa hình bề mặt sử dụng “Stylus profiler”. Địa hình học bề mặt của các mẫu kính AS a, b, c không được cường lực khác nhau và các mẫu kính AS d, e được cường lực được đo lại. Stylus profiler cho thấy rằng sự thay đổi chiều cao bề mặt nằm trong khoảng $0,5\mu\text{m}$ trong phạm vi quét là 10 mm.

Fig. 2B là kết quả phân tích địa hình bề mặt sử dụng giao thoa ánh sáng trắng (WLI). WLI là phương pháp quang học không tiếp xúc đối với việc đo chiều cao bề mặt trên cấu trúc 3D với mặt nghiêng bề mặt thay đổi giữa khoảng chục nanomet đến vài xentimet. Nó thường được sử dụng làm tên thay thế cho giao thoa quét kết hợp trong ngữ cảnh địa hình bề mặt khu vực dựa trên băng thông rộng, ánh sáng bước sóng nhìn thấy (ánh sáng trắng). Các kết quả WLI của mẫu kính AS x không được cường lực và mẫu AS y được cường lực (mỗi cái dày $30\mu\text{m}$) cho thấy sự thay đổi chiều cao bề mặt nằm trong khoảng $5\mu\text{m}$ trong phạm vi quét là 10 mm.

Fig. 3a, 4a và 5a là ảnh của ba miếng kính AS dày $30\mu\text{m}$ được cường lực sau khi được nhấc ra khỏi bể cường lực chứa KNO_3 . Ba mẫu có cùng thành phần kính

giống nhau và được cường lực dưới các điều kiện cường lực như nhau. Các cặn muối có thể nhìn thấy trên bề mặt của mẫu. Trong khi có nhiều vùng trên bề mặt kính có màng muối đồng nhất và khá mỏng, cũng có những phần có muối nóng chảy cặn nhiều hơn nơi mà trao đổi ion diễn ra trong thời gian lâu hơn. Điều này dẫn đến trao đổi ion không đồng đều trên diện tích bề mặt kính. Fig. 3b, 4b và 5b là ảnh phản chiếu của các mẫu giống nhau sau khi làm sạch được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu, Fig. 3B là các cấu trúc OOS tương tự với Fig. 1B (cấu trúc gấp nếp/gợn sóng, xem đầu mũi tên). Fig. 4B và 5b, bề mặt dường như có cấu trúc (cục bộ) ở dạng các vết va chạm và lõm nhỏ (xem đầu mũi tên) cũng được chỉ định là OOS. Như có thể thấy, những bất thường bề mặt có thể nhìn thấy dưới ánh sáng phản chiếu trùng khớp với hình ảnh cặn muối của vật dụng kính được cường lực. Do đó, hiện tượng OOS có liên quan đến sự phân phối của cặn muối trên bề mặt của mẫu, thay vì thành phần kính chưa xử lý.

Fig. 6 là ảnh phản chiếu của vật dụng kính được cường lực AS dày 75 μ m được cường lực trong bể muối KNO₃ với 10000 ppm natri. Ở đây, không có bất thường bề mặt (OOS) đặc trưng nào quan sát thấy dưới kiểm tra ánh sáng phản chiếu.

Fig. 7A là vật dụng kính được cường lực đã được nhấc nhanh ra khỏi bể cường lực chứa KNO₃ tinh khiết. Vận tốc nhấc là khoảng 5 cm/s. Kết quả là, các cặn muối được phân phối dày và không đều bám vào bề mặt kính. Ngược lại, Fig. 7B là vật dụng kính được cường lực có cùng thành phần được nhấc lên với vận tốc chậm ra khỏi bể muối chứa KNO₃ tinh khiết. Vận tốc nhấc là khoảng 5 mm/s. Ở đây, có thể quan sát thấy cặn muối phân phối đồng đều hơn. Khi được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu của mẫu được nhấc lên với vận tốc chậm thì không thấy hiện tượng OOS.

Fig. 7C là vật dụng kính được cường lực đã được nhấc với vận tốc chậm ra khỏi bể cường lực chứa KNO₃ tinh khiết với 300ppm natri. So sánh với Fig. 7B và Fig. 7c có thể thấy rằng, các tạp chất chẳng hạn như ion Na có thể làm thay đổi hình thái của cặn muối.

Fig. 8A đến 8d thể hiện tác động của việc tăng làm lượng ion Na trong bể KNO₃ đối với hiện tượng OOS dưới kiểm tra bằng ánh sáng phản chiếu của vật dụng kính AS dày 30 μ m được cường lực có chiều có cùng thành phần. Để mô phỏng việc tăng hàm lượng ion Na trong bể muối trong suốt chu kỳ của bể muối, muối có chứa Na (ở đây là NaNO₃) được thêm vào. Khi bể muối KNO₃ tinh khiết mới được sử dụng,

không quan sát thấy hiện tượng OOS trong hình ảnh phản chiếu (Fig. 8a). Fig. 8B là ảnh phản chiếu của mẫu được cường lực trong bể muối KNO_3 mới có chứa 100ppm natri. Fig. 8C là ảnh phản chiếu của mẫu được cường lực trong bể muối KNO_3 mới có chứa 200ppm natri. Fig. 8D là ảnh phản chiếu của vật dụng kính được cường lực AS dày 75 μm được cường lực trong bể muối KNO_3 với 300 ppm natri. Như có thể thấy, hiện tượng OOS trở nên tồi tệ hơn khi hàm lượng natri trong bể muối tăng lên. Khi càng nhiều natri được thêm vào bể KNO_3 cần muối được tạo ra trên bề mặt vật dụng kính được cường lực tăng lên (đối với cùng thiết lập giữ và nhấc). Do đó, hiện tượng OOS trở nên tồi tệ hơn.

Fig. 9A đến 9C là kết quả của thử nghiệm duy trì hàm lượng natri tinh khiết trong bể muối ở hàm lượng nhất định (200 ppm) bằng cách bổ sung thêm muối K_3PO_4 vào bể muối KNO_3 có chứa 300 ppm natri để hạn chế hiện tượng OOS. Fig. 9A là ảnh phản chiếu của vật dụng kính AS dày 30 μm được cường lực trong bể muối KNO_3 với 300 ppm natri. Trong Fig. 9B (ảnh phản chiếu) 0,5% trọng lượng K_3PO_4 được thêm vào bể cường lực. Trong Fig. 9C (ảnh phản chiếu) 1% trọng lượng K_3PO_4 được thêm vào bể cường lực. Tất cả các mẫu có thành phần, độ dày và điều kiện cường lực được áp dụng (nhiệt độ cường lực khoảng 420°C, thời gian cường lực khoảng 10 phút) là như nhau. Như có thể thấy, việc thêm K_3PO_4 vào trong bể muối không thể ức chế OOS. Ngược lại, chất phụ gia dường như thúc đẩy OOS.

Trong Fig. 10a, ảnh phản chiếu của vật dụng kính AS dày 30 μm không cường lực được sản xuất bằng phương pháp mỏng dần (khắc với axit) từ kính chuốt xuống dày 75 μm . Nó không có hiện tượng OOS. Fig. 10B là vật dụng từ Fig. 10A dưới kiểm tra ánh sáng phản chiếu sau khi cường lực bằng hóa học. Mẫu này cho thấy một vài OOS. Sự biến dạng của các cạnh của hình ảnh là do sự biến dạng nhiều hơn một chút của kính mỏng so với UTG được tạo ra. Để so sánh, vật dụng kính AS dày 30 μm cường lực như được sản xuất dưới điều kiện cường lực giống như thể hiện trong hình ảnh phản chiếu trong Fig. 10C. So sánh Fig. 10b và Fig.10c, hiện tượng OOS của kính mỏng dày 30 μm được cường lực ít rõ ràng hơn so với hiện tượng OOS của kính cường lực được tạo ra có cùng độ dày. Điều này có thể giải thích là do như sau: phần bên ngoài của dải kính chuốt mới có nhiệt độ giả định cao hơn so với phần bên trong. Do đó, kính mỏng nên có cấu trúc đặc chắc tại bề mặt (hàng rào năng lượng cao hơn đối với trao đổi ion) so với kính được chuốt xuống. Vì vậy việc trao đổi ion giữa kính

mỏng và cặn muối bị ức chế ở một mức độ nào đó. Ngoài ra, độ nhám bề mặt của kính mỏng có thể thay đổi hàm lượng cặn muối do góc tiếp xúc khác nhau giữa bề mặt kính và muối nóng chảy. Bề mặt xù xì có thể giữ các cặn muối dày hơn.

Biện pháp thuận lợi tiếp theo để giảm OOS là có thể thực hiện bước tôi trước khi cường lực hóa học. Tốt hơn nếu tôi ở dưới nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T_g của kính. Fig. 11A là ảnh phản chiếu của vật dụng kính AS dày 30 μ m không được cường lực được đun nóng đến 637°C. Sau thời gian giữ là 1 giờ, vật dụng kính được làm nguội xuống sử dụng vận tốc 1°C/phút cho đến khi nhiệt độ là trên 567°C. Trong Fig. 11B, mẫu trong Fig. 11A có thể nhìn thấy sau khi cường độ hóa học có cặn muối trên bề mặt. Fig. 11c là ảnh phản chiếu của vật dụng kính AS dày 30 μ m được cường lực và được tôi. Không quan sát thấy hiện tượng OOS bề mặt trên kính dày 30 μ m được cường lực nếu nó được tôi ở nhiệt độ dưới nhiệt độ T_g trước khi cường lực. Không có đặc tính mới xuất phát từ quá trình cường lực hóa học bằng cách kiểm tra hoặc bằng ánh sáng phản chiếu hoặc bằng mắt thường. Trong Fig. 11a và 11c, đặc tính không đều trong hình ảnh ánh sáng phản chiếu do là sự biến dạng nhẹ của mẫu đã tôi.

Biện pháp tiếp theo để giảm hiện tượng OOS có thể là bảo quản vật dụng kính đã cường lực trước khi kiểm tra ánh sáng phản chiếu và thực hiện tiến trình tiếp theo. Fig. 12a, 12b, 12c là ba mẫu vật dụng kính AS dày 30 μ m ngay sau khi cường lực hóa học dưới ánh sáng phản chiếu. Các mẫu thấy có hiện tượng OOS không mong muốn. Fig. 13a, 13b, 13c là các mẫu giống nhau sau khi kiểm tra bằng ánh sáng phản chiếu sau 7 ngày sau đó. Sau một tuần, hiện tượng OOS giảm rõ rệt. Do đó, thời gian bảo quản càng lâu dẫn đến giảm hiện tượng OOS không mong muốn ở một mức nào đó.

Theo biện pháp có lợi tiếp theo, việc cán mỏng vật dụng kính được cường lực với môi trường trong suốt có thể được thực hiện để loại bỏ OOS như có thể thấy trong hình ảnh được phản chiếu trong Fig. 14a và 14b. Fig. 14A là hình ảnh phản chiếu của mẫu kính AS dày 30 μ m được cường lực. Có hiện tượng OOS. Fig. 14 là vật dụng kính giống nhau sau khi cán mỏng môi trường trong suốt (ở đây là keo silicon). Không có hiện tượng OOS ở đây. Việc cán mỏng keo silicon loại bỏ ánh sáng phản chiếu từ cạnh dưới của vật dụng kính được cường lực. Điều này cho thấy rằng OOS là hiện tượng quang học. Điều này có thể giải thích như sau nhưng không chỉ giới hạn trong sự giải thích này: OOS có thể được tạo ra bởi sự không đồng nhất gradient chỉ số khúc xạ nhất định gây ra bởi trao đổi ion của cặn muối, sự khác biệt đường đi của ánh sáng ngăn

giữa ánh sáng phản chiếu từ phía trên và dưới của vật dụng kính.

Fig. 15 cho thấy ảnh hưởng của độ dày của cặn muối bám vào bề mặt của vật dụng kính được cường lực lên mức độ OOS. Ở đây, độ dày của kính là $32\mu\text{m}$ trong mỗi trường hợp. Tổng “độ dày kính” và “độ dày muối” (trong đó phần sau là tổng độ dày muối tại bề mặt thứ nhất + độ dày muối tại bề mặt thứ hai của vật dụng kính dạng tấm) là $50\mu\text{m}$ đối với hình ảnh phản chiếu bên trái (A), $65\mu\text{m}$ đối với hình ảnh phản chiếu ở giữa (B) và $80\mu\text{m}$ đối với hình ảnh phản chiếu bên phải (C). Tổng số được đo lại trước khi làm sạch vật dụng kính được cường lực. Hình ảnh phản chiếu A không có hiện tượng OOS trong khi hình ảnh phản chiếu C có hiện tượng OOS. Do đó, việc tăng độ dày của cặn muối bám lên bề mặt kính sau khi cường lực làm tăng việc tạo ra OOS.

Fig. 16 là hình ảnh phản chiếu của vật dụng kính AS dày $30\mu\text{m}$, đã trải qua quá trình xử lý nhiệt độ tại nhiệt độ cao hơn sau khi nhấc ra khỏi bể muối cường lực (KNO_3). Nhiệt độ cường lực là khoảng 420°C , nhiệt độ giữ là khoảng 380°C , thời gian giữ là khoảng 12 phút. Không quan sát thấy hiện tượng OOS trên vật dụng kính được cường lực. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng có thể tạo ra vật dụng kính được cường lực không xuất hiện hiện tượng OOS từ bể muối mà đã được sử dụng trong thời gian dài (tức là có chứa lượng lớn tạp chất do trao đổi ion) khi quá trình cường lực bao gồm bước giữ sau khi cường lực. Ngoài ra, tác giả sáng chế phát hiện ra rằng thời gian giữ vật dụng kính AS dày $30\mu\text{m}$ nằm trong khoảng từ 2 đến 5 phút có thể là đủ và có lợi. Vật dụng kính được cường lực không có hiện tượng OOS tương ứng với vật dụng được trình bày trong Fig. 16 có thể được sản xuất với điều kiện giữ giống nhau (nhiệt độ cường lực khoảng 420°C , nhiệt độ giữ khoảng 380°C) nhưng với thời gian giữ khoảng 3 phút.

Các thử nghiệm và đánh giá được giải thích bên trên được tiến hành trên mẫu kính AS. Tuy nhiên, rõ ràng rằng việc quan sát và kết quả có thể được chuyển cho các loại kính khác (ví dụ, kính lithi aluminosilicat, kính vôi xút, kính borosilicat, cũng xem bảng 1).

Biến thiên mức độ xám, được tính là độ lệch chuẩn/giá trị trung bình $\times 100\%$, được xác định khi đo mức độ OOS đối với mẫu trong Fig. 1 đến 16 sử dụng phần mềm “ImageJ 1.52d” và phương pháp đánh giá được mô tả ở trên. Các giá trị xác định được được cho trong các hình vẽ tương ứng. Trong mỗi trường hợp, các hình vuông chỉ

vùng quan tâm trên mẫu ở dạng sơ đồ, chúng chỉ ra dưới dạng giản đồ vị trí của mức độ OOS được đo. Tuy nhiên, kích thước của các hình vuông riêng rẽ không bắt buộc kích thước chính xác của vùng được kiểm tra và đo đạc bởi ImageJ và không tương quan với nó.

Biến thiên mức độ xám nhỏ, cụ thể là lên đến 9% chỉ ra rằng không có hiện tượng OOS hoặc OOS không đáng kể. Biến thiên mức độ xám cao hơn cho thấy OOS có thể nhìn thấy.

Ví dụ, Fig. 1b, 3b, 9c, 10c là vật dụng kính được cường lực có mức độ OOS khá cao. Vật dụng kính được cường lực trong Fig. 4b, 5b có độ đồng nhất thấp liên quan đến mức độ OOS. Fig. 6, 8a, 13b, 13c, 16 là các ví dụ về vật dụng kính được cường lực không có OOS hoặc có OOS nhưng không đáng kể và có độ đồng nhất khá cao liên quan đến mức độ OOS.

Bảng 1: Thành phần kính

Thành phần (% trọng lượng)	Loại kính 1	Loại kính 2	Loại kính 3	Loại kính 4	Loại kính 5	Loại kính 6	Loại kính 7	Loại kính 8
SiO ₂	61	53	62	61,5	61	65	70	80
Al ₂ O ₃	17	23	17,5	17,5	18	4	-	3
Li ₂ O	-				5	-	-	-
Na ₂ O	12	11	15	14,2	10	6	9,5	5
K ₂ O	4	5	2	2		7	8	-
MgO	4	2	2,5	2,5				
CaO	-				1	-	6	-
BaO	-				-	-	2,5	-
ZnO	-			1	-	6	4	-
ZrO ₂	2		1	1,3	4	-	-	-
B ₂ O ₃	-	6			1	8		12

TiO ₂	-				-	4	-	-
------------------	---	--	--	--	---	---	---	---

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo sáng chế phương pháp sản xuất vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học không có hiện tượng vỡ cam quang học có thể nhìn thấy (OOS) khi vật dụng kính có độ dày lớn nhất là 0,07 mm và được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu có quá trình trao đổi ion đồng nhất hơn bằng cách kiểm soát độ dày và sự phân bố của các cặn muối trên bề mặt kính.

Trong lĩnh vực kỹ thuật trước đây đã giả định rằng chỉ có thời gian, nhiệt độ và loại bể muối dùng để cường lực có ảnh hưởng/tác động chính đến hiệu quả của vật dụng kính được cường lực. Tuy nhiên, việc cường lực bằng xử lý hóa học vật dụng UTG khó khăn hơn. Bất ngờ khi tác giả sáng chế phát hiện ra rằng, khi vật dụng kính siêu mỏng được xử lý, điều quan trọng là kiểm soát và thiết lập chính xác quá trình trao đổi ion muộn tương ứng khi kính cường lực được nhấc ra khỏi bể muối trước khi cặn muối rắn lại.

Hiện tượng OOS (xem Fig. 1B so với Fig. 1A) có thể nhìn thấy trên vật dụng kính cường lực được xử lý bằng hóa học có độ dày nhỏ hơn 0,07mm dưới sự kiểm tra ánh sáng phản chiếu. Trong phương pháp kiểm tra, một nguồn ánh sáng trắng mạnh được sử dụng, ví dụ nguồn ánh sáng trắng trong hệ thống kiểm tra vắn sáng. Theo ngữ cảnh của sáng chế này, đèn xenon 500W (CHF-XM-500W) được sử dụng. Mẫu vật dụng kính được kiểm tra được đặt tương đối so với nguồn sáng theo cách sao cho nó đóng vai trò như một chiếc gương, và ánh sáng được phản chiếu bởi vật dụng kính được chiếu lên trên bề mặt kiểm tra (ví dụ màn hình, mặt phẳng và tường phẳng, vân vân). Khoảng cách giữa vật dụng kính và bề mặt kiểm tra nên là khoảng 10cm. Sự biến dạng hình học và quang học của vật dụng kính (ví dụ, uốn cong, biến dạng, hiện tượng quang học như OOS) sẽ nhìn thấy được bằng cách phóng đại nhiều lần bằng phương pháp kiểm tra này. Theo ngữ cảnh sáng chế, ảnh chiếu được kiểm tra bằng mắt và bằng tư liệu bằng cách chụp ảnh hình ảnh kiểm tra. Ngoài ra, những bức ảnh kiểm tra tiếp tục được đánh giá sử dụng máy tính dựa trên hệ thống đánh giá hình ảnh (ví dụ, đánh giá biến thiên mức độ xám khác nhau và/hoặc sự thay đổi độ sáng). Chương trình đánh giá hình ảnh thích hợp là “ImageJ”.

Nhìn vào hình ảnh phản chiếu của vật dụng kính mỏng được cường lực có độ

dày nhỏ hơn hoặc bằng $70\mu\text{m}$, có thể thấy có một chút bất thường bề mặt (Fig. 1b, 3b, 4b, 5b) cái được xác định là hiện tượng vỏ cam quang học (OOS). OOS có thể xuất hiện theo nhiều cách khác nhau: đôi khi bề mặt dường như có các cấu trúc gợn sóng hoặc gấp nếp (Fig. 1B, 3b), đôi khi bề mặt dường như có các cấu trúc (cục bộ) ở dạng nhô lên hoặc lõm xuống (Fig. 4b, 5b). Độ dày mỏng của kính có thể khiến cho hiện tượng OOS có thể nhìn thấy rõ thậm chí bằng mắt thường đối với một vài vật dụng kính cường lực.

Tác giả sáng chế đã phát hiện rằng bất thường trên bề mặt của UTG được cường lực có thể nhìn thấy rõ dưới ánh sáng phản chiếu được gọi là OOS không tương ứng với sự thay đổi địa hình của bề mặt. Phân tích địa hình học bề mặt không chỉ ra sự thay đổi chiều cao về tần số như là kích thước đặc trưng của OOS (xem Fig. 2a và 2b).

Giả sử rằng OOS là hiện tượng quang học dường như được tạo ra bởi sự không đồng nhất trong trao đổi ion cái dẫn đến sự không đồng nhất về gradient chỉ số khúc xạ nhất định. Theo ngữ cảnh sáng chế, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng OOS có thể nhìn thấy có thể có tương quan với quá trình trao đổi ion không đồng nhất giữa kính và cặn muối bám vào bề mặt kính trong và sau khi nhấc vật dụng kính ra khỏi bể muối trước khi cặn muối hóa rắn. Bởi vì trọng lượng và lưu biến học của muối nóng chảy, độ dày của cặn muối bám vào bề mặt kính không đồng đều. Nếu được cường lực trong cùng một bể muối, cặn muối dày hơn dẫn đến vẻ ngoài bề mặt quang học xấu đi được gọi là OOS (xem Fig. 3a, 3b và Fig. 4a, 4b).

Ngoài ra, tác giả sáng chế phát hiện ra rằng vật dụng kính mỏng được cường lực có độ dày không quá $70\mu\text{m}$, có cùng thành phần và được cường lực dưới các điều kiện cường lực giống nhau như được giải thích trong phần mô tả các hình vẽ bên dưới không thấy có hiện tượng OOS khi kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu tương ứng (xem Fig. 6).

Để tránh hoặc giảm tới mức tối thiểu hiện tượng OOS, quy trình sau đây được đề xuất sử dụng một mình phương pháp được mô tả hoặc kết hợp với các biện pháp được mô tả khác:

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp để cường lực bằng xử lý hóa học vật dụng kính mỏng có độ dày lớn nhất là 0,07 mm bao gồm các bước sau đây:

- nhúng vật dụng kính vào trong bể muối nóng chảy có nhiệt độ cường lực nhất

định trong thời gian cường lực nhất định,

- nhắc vật dụng kính đã cường lực ra khỏi bể muối,
- giữ sau khi cường lực vật dụng kính cường lực trong thời gian giữ nhất định, trong đó nhiệt độ giữ được chọn là nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ nóng chảy của bể muối và thấp hơn nhiệt độ chuyển tiếp (T_g) của vật dụng kính cường lực.
- làm nguội và làm sạch vật dụng kính được cường lực.

Trong lúc nhắc vật dụng kính cường lực ra khỏi bể muối, nhiệt độ của khoang bên trên bể muối được giữ tại nhiệt độ cao, cao hơn nhiệt độ nóng chảy của bể muối. Tốt hơn nếu, nhiệt độ khoảng tương ứng hoặc gần bằng nhiệt độ giữ ở bước giữ sau cường lực sau đó. Theo biến thể của sáng chế, không được để các phần của kính cường lực đã nhô ra khỏi muối nóng chảy trong quá trình nhắc bị giảm nhiệt xuống dưới nhiệt độ giữ xác định. Theo các phương án ưu tiên, quá trình giữ sau cường lực diễn ra trực tiếp bên trên bể muối. Ngoài ra, vật dụng kính cường lực đã nhắc lên được chuyển đến vị trí giữ trong đó vật dụng kính cường lực đã nhắc lên được giữ lại nhiệt độ cao, tốt hơn nếu tương ứng hoặc gần bằng nhiệt độ giữ định trước.

Bước giữ sau khi cường lực tốt hơn nếu được thực hiện sử dụng lò nung trong đó nhiệt độ giữ có thể được thiết lập. Theo sáng chế, vật dụng kính được trực tiếp giữ tại nhiệt độ giữ sau khi nhắc khỏi bể muối trong một thời gian giữ nhất định trước khi làm nguội và làm sạch nó. Bởi vì nhiệt độ giữ cao hơn (so với quá trình trong đó vật dụng kính cường lực có thể làm nguội trực tiếp sau khi nhắc ra khỏi bể muối), độ nhót của các cạnh muối bám vào bề mặt của vật dụng kính cường lực được giữ tại mức thấp hơn sao cho các cạnh muối di chuyển dưới tác động của trọng lực và độ dày, tốt hơn nếu đồng đều, các lớp cạnh muối được tạo ra trên bề mặt của vật dụng kính cường lực. Khi kiểm tra ánh sáng phản chiếu, vật dụng kính cường lực có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 70 μ m thì không có hiện tượng OOS.

Theo ngữ cảnh sáng chế, thời gian nhắc là thời gian cần có để nhắc vật dụng kính ra khỏi bể muối hoàn toàn. Thời gian nhắc bắt đầu tính khi cạnh trên của vật dụng kính nhô ra khỏi bể muối và kết thúc khi cạnh dưới vừa được nhắc khỏi bể muối.

Thời gian giữ sau cường lực bắt đầu tính sau thời gian nhắc, tức là khi cạnh dưới của vật dụng kính nhô lên khỏi bể muối. Quá trình giữ là bước xử lý mà tác động

đến toàn bộ vật dụng kính sau khi nhấc ra khỏi bể muối cường lực. Trong suốt thời gian giữ (còn được gọi là thời gian giữ) tốt hơn nếu toàn bộ vật dụng kính được giữ tại nhiệt độ cao hơn so với nhiệt độ nóng chảy của bể muối.

Tốt hơn nếu, thời gian giữ trên 0 giây, tốt hơn nếu trên 5 giây, tốt hơn nếu trên 15 giây, tốt hơn nếu trên 30 giây, tốt hơn nếu trên 1 phút, tốt hơn nếu trên 2 phút. Tốt hơn nếu thời gian giữ lâu hơn thời gian nhấc.

Thời gian giữ kết thúc khi vật dụng kính cuối cùng được làm nguội xuống dưới nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ nóng chảy của bể muối.

Muối được sử dụng nhiều nhất để cường lực bằng hóa học là muối nóng chảy có chứa Na^+ hoặc K^+ . Muối thường được sử dụng nhất là NaNO_3 , KNO_3 , NaCl , KCl , K_2SO_4 , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , và K_2CO_3 . Các chất phụ gia như NaOH , KOH và các muối natri hoặc kali khác nên được sử dụng để điều khiển tốt hơn vận tốc trao đổi ion, CS và DoL trong quá trình cường lực bằng hóa học.

Tốt hơn nếu nhiệt độ cường lực trong bể cường lực nằm trong khoảng từ 340°C đến 460°C . Tốt hơn nữa nếu thời gian cường lực nằm trong khoảng từ 1 phút đến khoảng 600 phút. Thời gian cường lực, nhiệt độ cường lực và loại bể muối nóng chảy được lựa chọn xem xét đến loại vật dụng kính cần được cường lực và kết quả cường lực dự tính. Tốt hơn nếu vật dụng kính được cường lực có CS nằm trong khoảng từ 100 MPa đến 2000 MPa. Tốt hơn nếu vật dụng kính được cường lực có DoL nằm trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $t/3\mu\text{m}$, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ $2\mu\text{m}$ đến $t/4\mu\text{m}$, tốt hơn nếu là nằm trong khoảng từ $3\mu\text{m}$ đến $t/5\mu\text{m}$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính cường lực được cho dưới dạng μm .

Theo các biến thể có lợi của phương pháp, vật dụng kính được nhấc ra khỏi bể muối với vận tốc nhấc là dưới 10m/phút, tốt hơn nếu dưới 5m/phút, tốt hơn nữa nếu dưới 1m/phút, tốt hơn là dưới 0,8m/phút, tốt hơn nữa là dưới 0,6m/phút, tốt nhất là dưới 0,5m/phút. Nếu vận tốc nhấc giảm đi, có đủ thời gian để các cặn muối bám vào bề mặt của vật dụng kính cường lực chảy ra khỏi bề mặt dưới tác dụng của trọng lực và sức căng bề mặt của bể muối và kính. Vận tốc nhấc nhỏ giúp tạo ra lớp cặn muối mỏng hơn trên bề mặt của vật dụng kính cường lực. Nên thay đổi thiết lập nhấc trong suốt thời gian sử dụng của bể muối được sử dụng do lượng tạp chất trong bể muối tăng lên (ví dụ, ion được trao đổi xuất phát của thành phần kính) làm thay đổi lưu biến học

(ví dụ, độ nhớt) của bể muối. Nếu độ nhớt tăng lên, sẽ áp dụng vận tốc nhấc giảm đi để giảm muối cặn không mong muốn bám trên bề mặt của vật dụng kính cường lực.

Trong ngữ cảnh của sáng chế, vận tốc nhấc được tính là vận tốc trung bình. Có lợi đối với kết quả nếu vật dụng kính được nhấc lên với vận tốc nhấc gần như không đổi, tức là, vận tốc nhấc gần như không đổi trong suốt quá trình nhấc.

Theo biến thể có lợi, vận tốc nhấc là trên 0,001m/phút, tốt hơn nếu trên 0,005m/phút, tốt hơn nếu trên 0,01m/phút, tốt hơn nếu trên 0,03m/phút, tốt hơn nếu trên 0,05m/phút.

Để sản xuất vật dụng kính cường lực không nhìn thấy hiện tượng OOS, thuận lợi nếu có sự chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 200°C, tốt hơn nếu dưới 100°C. Độ chênh lệch nhiệt độ có thể được chọn là dưới 70°C hoặc dưới 55°C hoặc dưới 40°C hoặc dưới 20°C hoặc dưới 10°C, trong đó giá trị chênh lệch được tính là giá trị tuyệt đối, tức là nhiệt độ giữ có thể cao hơn hoặc thấp hơn nhiệt độ cường lực. Nên thay đổi độ chênh lệch nhiệt độ được sử dụng trong thời gian nhấc của bể muối được sử dụng do tạp chất trong bể muối (ví dụ, ion được trao đổi có nguồn gốc từ thành phần kính) làm thay đổi lưu biến học (ví dụ, độ nhớt) của bể muối. Nếu độ nhớt tăng lên, sự chênh lệch nhiệt độ càng lớn (giá trị tuyệt đối) có thể được áp dụng để làm giảm cặn muối không mong muốn trên bề mặt của vật dụng kính cường lực.

Theo biến thể có lợi của sáng chế, nhiệt độ giữ trên 350°C, tốt hơn nếu trên 360°C, tốt hơn nếu trên 370°C, tốt hơn nếu trên 380°C, tốt hơn nếu trên 390°C, tốt hơn nếu trên 400°C, tốt hơn nếu trên 410°C, tốt hơn nếu trên 420°C. Nhiệt độ giữ được lựa chọn cao hơn đáng kể so với nhiệt độ nóng chảy của muối. Các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng nhiệt độ giữ gần bằng nhiệt độ nóng chảy của muối được sử dụng trong bể muối cường lực có thể khiến cho vật dụng kính có hiện tượng OOS. Không bị ràng buộc với nỗ lực giải thích sau đây, lý do cho điều này có thể là do ở nhiệt độ giữ thấp hơn gần với nhiệt độ nóng chảy của muối có thể tạo ra nhiều biến đổi về độ linh động ion hơn do đó sự trao đổi ion trong quá trình giữ càng không đồng đều.

Để sản xuất vật dụng kính cường lực không có hiện tượng OOS có thể nhìn thấy, sẽ thuận lợi hơn nữa khi thời gian giữ sau cường lực dưới 120 phút, tốt hơn nếu dưới 80 phút, tốt hơn nếu dưới 40 phút, tốt hơn nếu dưới 20 phút, tốt hơn nếu dưới 10

phút, tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 5 phút. Nếu thời gian giữ quá lâu, điều này có thể dẫn đến làm giảm CS do hồi phục. Nên thay đổi thời gian giữ trong suốt thời gian sử dụng của bể muối được sử dụng do tạp chất trong bể muối (ví dụ, ion được trao đổi có xuất phát từ thành phần kính) làm thay đổi lưu biến học (ví dụ, độ nhớt) của bể muối. Nếu độ nhớt tăng lên, thời gian giữ lâu hơn có thể được áp dụng để làm giảm cặn muối không mong muốn bám lên bề mặt của vật dụng kính cường lực.

Theo biến thể có lợi hơn nữa, thiết lập việc cường lực, thiết lập việc nhấc và/hoặc thiết lập việc giữ sau khi cường lực được chọn lựa theo cách mà độ dày của cặn muối bám vào bề mặt của vật dụng kính cường lực là dưới $9/10 \cdot t$ (tức là dưới $9/10$ nhân với t), tốt hơn nếu dưới $7/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $5/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $3/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $1/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính. Do đó, tổng lượng cặn muối ở cả hai bên (bề mặt) của vật dụng kính dạng tấm là dưới $18/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $14/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $10/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $6/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $2/10 \cdot t$.

Theo phương án khác nữa, độ đồng nhất của cặn muối trên bề mặt kính được thiết lập. Tốt hơn nếu TTV (tổng biến thiên độ dày) của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính cường lực là dưới $9/10 \cdot t$ (tức là dưới $9/10$ nhân với t), tốt hơn nếu dưới $7/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $5/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $3/10 \cdot t$, tốt hơn nếu dưới $1/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính dạng tấm. Độ dày đồng nhất (TTV nhỏ) của lớp cặn muối trên một bề mặt, tốt hơn nếu trên cả hai bề mặt, của vật dụng kính là thuận lợi để sản xuất vật dụng kính cường lực không bị hiện tượng OOS.

Theo biến thể khác nữa, phương pháp bao gồm bước điều chỉnh hàm lượng tạp chất trong bể muối (nồng độ mol của ion hóa trị đơn) là dưới 5000 ppm, tốt hơn nếu dưới 3000 ppm, tốt hơn nếu dưới 2000 ppm, tốt hơn nếu dưới 1000 ppm, tốt hơn nếu dưới 700 ppm, tốt hơn nếu dưới 500 ppm, tốt hơn nếu dưới 400 ppm, tốt hơn nếu dưới 300 ppm, tốt hơn nếu dưới 200 ppm, tốt hơn nếu dưới 100 ppm, tốt hơn nếu dưới 50 ppm, tốt hơn nếu dưới 20 ppm. Bằng cách đo này, lưu biến học của bể muối nóng chảy có thể được cải thiện như được mô tả chi tiết bên dưới.

Như được mô tả ở trên, việc giữ sau khi cường lực tại nhiệt độ cao là rất quan trọng và được ưu tiên để sản xuất vật dụng kính cường lực mỏng không có OOS. Tuy nhiên, vật dụng kính không có OOS hoặc OOS giảm cũng có thể được tạo ra mà

không cần bước giữ sau khi cường lực như được mô tả ngay bây giờ. Tất nhiên, các phương pháp được mô tả dưới đây có thể sử dụng một mình hoặc kết hợp với phương pháp khác. Ngoài ra, các phương pháp được mô tả bên dưới cũng có thể được kết hợp và được cải thiện bằng các biện pháp (trong bước giữ, vận tốc nhấc, độ dày của cặn muối, v.v.) cũng được mô tả ở trên.

Việc kiểm soát vận tốc được sử dụng khi vật dụng kính được nhấc ra khỏi bể muối dùng để cường lực là rất quan trọng. Theo biện pháp có lợi thứ nhất, vận tốc nhấc của giá kẹp giữ vật dụng kính trong suốt quá trình cường lực bằng hoặc nhỏ hơn 0,5 m/phút. Tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng hình thái và độ dày của cặn muối tại bề mặt của vật dụng kính cường lực có thể bị tác động đáng kể bởi vận tốc nhấc. Vận tốc nhấc giảm đi làm giảm đáng kể lượng cặn muối bám vào bề mặt kính bằng cách cắt mỏng bởi vì lực căng bề mặt thay đổi (xem Fig. 7A và 7b). Do đó, phương pháp hiệu quả để hạn chế quá trình trao đổi ion không đồng đều là giảm hàm lượng cặn muối bám vào kính trong lúc nhấc.

Ngoài ra, nên điều chỉnh lưu biến học của bể muối nóng chảy. Theo biện pháp có lợi thứ hai, lưu biến của bể muối nóng chảy được điều chỉnh bằng cách hạn chế hàm lượng tạp chất trong bể muối (được tính bằng nồng độ mol). Đặc biệt là tạp chất của ion kim loại hóa trị đơn nên được điều chỉnh xuống nhỏ hơn 5000 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 3000 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 2000 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 1000 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 700 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 500 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 400 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 300 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 200 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 100 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 50 ppm, tốt hơn nếu nhỏ hơn 20 ppm. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng tạp chất, chẳng hạn như natri, trong bể muối cường lực có thể thay đổi lưu biến của muối nóng chảy và do đó có thể tác động lên hình thái của cặn muối bám vào bề mặt kính sau khi nhấc ra khỏi bể muối (xem Fig. 7C so sánh với Fig. 7B). Ví dụ, natri có thể làm giảm nhiệt độ nóng chảy của muối bởi vì hệ thống natri nitrat/kali nitrat có điểm eutecti. Giả sử rằng việc tăng hàm lượng ion Na trong bể muối KNO_3 là do sự trao đổi ion Na với K trong suốt quá trình cường lực bằng hóa học của vật dụng kính làm thay đổi lưu biến học của bể muối nóng chảy và do hình thái học của cặn muối thu được trên bề mặt kính. Việc tăng hàm lượng ion Na trong bể muối dẫn đến hiện tượng OOS có thể nhìn thấy của vật dụng kính được cường lực tăng lên (xem Fig. 8a – 8d).

Do đó, biện pháp thuận lợi để giảm OOS là giảm hàm lượng natri trong bể muối KNO_3 trong sản xuất hàng loạt.

Để điều chỉnh và làm giảm hàm lượng natri trong bể muối cường lực chứa KNO_3 , các zeolit đặc biệt có thể được sử dụng làm chất hấp thụ, chọn lọc đối với ion natri trong bể muối trong suốt quá trình sản xuất.

Theo biện pháp có lợi tiếp theo, bước tối trước khi cường lực bằng hóa học có thể được thực hiện để làm giảm OOS. Biện pháp này được mô tả chi tiết sau cùng với việc tham khảo các hình vẽ Fig. 11a, 11b và 11c.

Theo biện pháp có lợi tiếp theo, việc bảo quản vật dụng kính được cường lực trước khi kiểm tra ánh sáng phản chiếu và quá trình tiếp theo có thể được thực hiện để làm giảm OOS có thể nhìn thấy. Biện pháp này được mô tả chi tiết sau cùng với việc tham khảo các hình vẽ Fig. 12a, 12c và 13b 13b.

Theo biện pháp có lợi tiếp theo, việc cán mỏng vật dụng kính được cường lực với môi trường trong suốt có thể được thực hiện để làm giảm OOS. Biện pháp này được mô tả chi tiết sau cùng với việc tham khảo các hình vẽ Fig. 14a, và 14b.

Để thu được vật dụng kính cường lực không có hiện tượng OOS hoặc hiện tượng OOS giảm đi, muối nóng chảy nên có độ nhớt (tức là ít nhất một biện pháp nên làm theo được chọn từ nhóm chỉ bao gồm lựa chọn nhiệt độ bể muối cao hơn, lựa chọn nhiệt độ giữ sau khi cường lực cao hơn, và hàm lượng tạp chất ít hơn). Ngoài ra, muối nóng chảy nên được cung cấp với thời gian đủ để nó chảy dưới trọng lực (tức là vận tốc nhấc chậm hơn và/hoặc thời gian giữ sau khi cường lực lâu hơn nên được áp dụng) để tạo ra lớp mỏng trên kính, mà tốt hơn nếu đồng nhất. Như đã đề cập ở trên, thiết lập việc nhấc và cường lực bị hạn chế nhiều hơn đối với bể muối có chứa nhiều tạp chất.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, vấn đề đề cập đến có thể được giải quyết nhờ vật dụng kính cường lực bằng xử lý hóa học có độ dày lớn nhất là 0,07 mm, không có hiện tượng vò cam quang học (OOS) khi vật dụng kính được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu sử dụng nguồn ánh sáng trắng. Quy trình xử lý đã được mô tả ở trên. Không có hiện tượng OOS nghĩa là hình ảnh phản chiếu của vật dụng kính cường lực có biến thiên mức độ xám thấp hoặc biến thiên độ sáng thấp.

Theo phương án có lợi của sáng chế, vật dụng kính cường lực có biến thiên

mức độ xám, được tính theo công thức độ lệch chuẩn/giá trị trung bình $\times 100\%$, $\leq 9\%$, tốt hơn nếu $\leq 8\%$, tốt hơn nếu $\leq 7\%$, tốt hơn nếu $\leq 6\%$, tốt hơn nếu $\leq 5\%$. Biến thiên mức độ xám là phép đo mức độ của hiện tượng vỡ cam quang học (OOS).

Độ lệch chuẩn/giá trị trung bình $\times 100\%$ có thể được xác định sử dụng chương trình xử lý hình ảnh, ví dụ, chương trình “ImageJ”.

Để đánh giá, ví dụ, thông qua chương trình “ImageJ”, hình ảnh phản chiếu của vật dụng kính được tạo ra sử dụng phương pháp được mô tả ở trên. Ảnh chụp của hình ảnh phản chiếu được chụp lại trong đó ảnh nên có độ phân giải ít nhất là 500 pixel trên inch của mẫu. Ảnh được cắt bớt sao cho sự phản chiếu từ kính nằm trong vùng quan tâm, tức là vùng cạnh, dấu vân tay, có thể loại trừ sự phản chiếu từ các đối tượng khác. Hơn nữa, phép đo được thực hiện tại vùng bằng phẳng và không có cong vênh và/hoặc biến dạng. Khi không điều chỉnh nữa, ảnh nên có giá trị xám trung bình là 80-100 (được đo bằng ImageJ).

Sau đó xác định được độ lệch chuẩn (StdDev) của giá trị xám của ảnh. Độ lệch chuẩn được tính toán từ tất cả các điểm ảnh riêng biệt trong ảnh. Biến thiên mức độ xám được tính toán là độ lệch chuẩn/giá trị trung bình nhân với 100%.

Thuận lợi để xác định mức độ vỡ cam quang học tại nhiều vị trí bề mặt khác nhau trên vật dụng kính được cường lực. Tốt hơn nếu, vật dụng kính được cường lực có độ đồng nhất cao liên quan đến mức độ vỡ cam quang học. Tốt hơn nếu, toàn bộ bề mặt có thể đo được (tức là ngoại trừ vùng cạnh, vùng có dấu tay và/hoặc hình ảnh phản chiếu từ các vật khác, vùng có độ cong và/hoặc biến dạng có thể phân biệt được) có biến thiên độ xám dưới 9%, tốt hơn nếu dưới 8%, tốt hơn nếu dưới 7%, tốt hơn nếu dưới 6%, tốt hơn nếu dưới 5%.

Vật dụng kính siêu mỏng theo sáng chế có độ dày bằng hoặc nhỏ hơn $70\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $65\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $60\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $55\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $50\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $45\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $40\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $35\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $30\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $25\mu\text{m}$, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng $20\mu\text{m}$, thậm chí tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng $10\mu\text{m}$. Các vật dụng kính mỏng này được kỳ vọng áp dụng cho nhiều ứng dụng khác nhau như đã mô tả ở trên. Cụ thể là, độ dày

mỏng tạo ra độ mềm dẻo của kính. Độ dày ít nhất là 5mm.

Ứng suất nén (CS) bề mặt của vật dụng kính theo sáng chế ít nhất là 100 MPa. Tốt hơn nếu, CS lớn hơn 200 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 300 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 400 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 500 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 600 MPa. Theo phương án được ưu tiên của sáng chế CS bằng hoặc tốt hơn nếu lớn hơn 700 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 800 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 900 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 1000 MPa. Tuy nhiên, CS không nên quá cao bởi vì kính có thể dễ tự vỡ. Tốt hơn nếu, CS bằng hoặc nhỏ hơn 2000 MPa, tốt hơn nếu bằng hoặc nhỏ hơn 1600 MPa, có lợi nếu bằng hoặc nhỏ hơn 1500 MPa, tốt hơn nữa nếu bằng hoặc nhỏ hơn 1400 MPa. Một vài biến thể có lợi thậm chí có CS bằng hoặc nhỏ hơn 1300 MPa hoặc bằng hoặc nhỏ hơn 1200 MPa.

Tốt hơn nếu vật dụng kính được cường lực có độ dày của lớp (DoL) nằm trong khoảng từ $1\mu\text{m}$ đến $t/3\mu\text{m}$, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ $2\mu\text{m}$ đến $t/4\mu\text{m}$, tốt hơn nếu là nằm trong khoảng từ $3\mu\text{m}$ đến $t/5\mu\text{m}$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính được cường lực được cho dưới dạng μm .

Để thu được hiệu quả cường lực bằng hóa học tốt, kính nên chứa một lượng lớn kim loại kiềm, tốt hơn nếu là Na_2O , hơn nữa, việc bổ sung thêm lượng nhỏ K_2O vào thành phần kính cũng có thể cải thiện được tốc độ cường lực hóa học. Ngoài ra, phát hiện ra rằng việc thêm Al_2O_3 vào thành phần kính có thể cải thiện đáng kể hiệu quả cường lực của kính.

SiO_2 là chất tạo hình mạng lưới thủy tinh trong kính của sáng chế. Ngoài ra, Al_2O_3 , B_2O_3 và P_2O_5 cũng có thể sử dụng làm chất tạo hình mạng lưới thủy tinh. Tổng hàm lượng của SiO_2 , B_2O_3 và P_2O_5 nên dưới 40% đối với phương pháp sản xuất thông thường. Nếu không thì, khó tạo ra tấm kính và có thể trở nên dễ vỡ và ít trong suốt. Hàm lượng SiO_2 cao sẽ cao đòi hỏi nhiệt độ sản xuất thủy tinh và nhiệt độ nóng chảy cao, thường thì hàm lượng này nên dưới 90%. Theo phương án được ưu tiên, hàm lượng của SiO_2 trong kính nằm trong khoảng từ 40 đến 75% trọng lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 50 đến 70% trọng lượng, thậm chí tốt nhất nếu từ 55 đến 68% trọng lượng. Theo phương án được ưu tiên, hàm lượng của SiO_2 trong kính nằm trong khoảng từ 55 đến 69% trọng lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 57 đến 66% trọng lượng, thậm chí tốt nhất nếu từ 57 đến 63% trọng lượng. Theo phương án được

ưu tiên, hàm lượng của SiO_2 trong kính nằm trong khoảng từ 60 đến 55% trọng lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 63 đến 84% trọng lượng, thậm chí tốt nhất nếu từ 63 đến 83% trọng lượng. Theo phương án được ưu tiên, hàm lượng của SiO_2 trong kính nằm trong khoảng từ 40 đến 81% trọng lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 50 đến 81% trọng lượng, thậm chí tốt nhất nếu từ 55 đến 76% trọng lượng. Việc bổ sung thêm B_2O_3 và P_2O_5 vào SiO_2 có thể thay đổi đặc tính mạng lưới và làm giảm nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ làm việc của kính. Ngoài ra, chất tạo hình mạng lưới thủy tinh có ảnh hưởng lớn đến CTE của kính.

Ngoài ra, B_2O_3 trong mạng lưới thủy tinh tạo ra hai cấu trúc khối đa diện khác nhau để tải lực từ bên ngoài. Việc bổ sung thêm B_2O_3 thường dẫn đến làm giảm sự giãn nở nhiệt và làm giảm mô đun đàn hồi mà kết quả là dẫn đến chống sốc nhiệt tốt và tốc độ cường lực hóa học chậm hơn từ đó dễ dàng thu được DoL thấp và CS thấp. Do đó, việc bổ sung thêm B_2O_3 vào kính siêu mỏng có thể cải thiện đáng kể quá trình cường lực hóa học của kính siêu mỏng và mở rộng ứng dụng cụ thể của kính siêu mỏng được cường lực bằng hóa học. Theo phương án được ưu tiên, hàm lượng của B_2O_3 trong kính nằm trong khoảng từ 0 đến 20% trọng lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0 đến 18% trọng lượng, thậm chí tốt nhất nếu từ 0 đến 15% trọng lượng. Theo một số phương án, hàm lượng B_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 0 đến 5% trọng lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0 đến 2% trọng lượng. Theo một số phương án, hàm lượng B_2O_3 có thể nằm trong khoảng từ 5 đến 20% trọng lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 5 đến 18% trọng lượng. Nếu hàm lượng B_2O_3 quá cao, nhiệt độ nóng chảy của kính cũng có thể quá cao. Tuy nhiên, hiệu quả cường lực hóa học giảm đi khi hàm lượng B_2O_3 quá nhiều. Biến thể không chứa B_2O_3 được ưu tiên hơn.

Al_2O_3 làm cả chất tạo hình mạng lưới thủy tinh và chất điều biến mạng lưới thủy tinh. Khối tứ diện $[\text{AlO}_4]$ và khối lục diện $[\text{AlO}_6]$ sẽ được tạo ra trong mạng lưới thủy tinh phụ thuộc vào hàm lượng Al_2O_3 , và chúng có thể điều chỉnh tốc độ trao đổi ion bằng cách thay đổi kích thước của không gian để trao đổi ion bên trong mạng lưới thủy tinh. Thông thường, hàm lượng của thành phần này thay đổi phụ thuộc vào loại kính tương ứng. Do đó, một vài loại kính theo sáng chế tốt hơn nếu chứa Al_2O_3 với lượng ít nhất là 2% trọng lượng, tốt hơn nếu với lượng ít nhất là 10% trọng lượng hoặc thậm chí ít nhất là 15% trọng lượng. Tuy nhiên, nếu hàm lượng Al_2O_3 quá nhiều, nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ hoạt động của kính cũng sẽ rất cao và tinh thể dễ dàng

được tạo ra để khiến cho kính mất độ trong suốt và độ mềm dẻo. Do đó, một vài loại kính theo sáng chế tốt hơn nếu chứa Al_2O_3 với lượng nhiều nhất là 30% trọng lượng, tốt hơn nếu với lượng nhiều nhất là 27% trọng lượng hoặc thậm chí nhiều nhất là 25% trọng lượng. Một vài phương án có lợi có thể chứa Al_2O_3 với lượng nhiều nhất là 20% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 15% trọng lượng hoặc nhiều nhất là 10% trọng lượng, hoặc thậm chí tốt hơn nếu nhiều nhất là 8% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 7% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 6 trọng lượng.%, tốt hơn nếu nhiều nhất là 5% trọng lượng. Một vài biến thể kính có thể không chứa Al_2O_3 . Biến thể kính có lợi khác có thể chứa ít nhất 15% trọng lượng, tốt hơn nếu ít nhất 18% trọng lượng Al_2O_3 và/hoặc nhiều nhất 25% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất 23% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất 22% trọng lượng là Al_2O_3 .

Oxit kiềm như K_2O , Na_2O và Li_2O hoạt động như chất điều biến gia công thủy tinh. Chúng có thể làm vỡ mạng lưới thủy tinh và tạo ra oxit không cầu nối bên trong mạng lưới thủy tinh. Bổ sung thêm kiềm cũng có thể làm giảm nhiệt độ làm việc của kính và tăng CTE của kính. Hàm lượng natri và lithi là rất quan trọng đối với kính mềm siêu mỏng mà có thể cường lực bằng hóa học, đối với trao đổi ion Na^+/Li^+ , Na^+/K^+ , Li^+/K^+ là bước cần thiết để cường lực, kính sẽ không được cường lực nếu tự bản thân nó không chứa kiềm. Tuy nhiên, natri được ưu tiên hơn lithi bởi vì lithi có thể làm giảm đáng kể độ khuếch tán của kính. Do đó, một vài kính theo sáng chế tốt hơn nếu chứa Li_2O với lượng nhiều nhất 7% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất 5% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất 4% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất 2% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất 1% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất 0,1% trọng lượng. Một vài phương án được ưu tiên là thậm chí không chứa Li_2O . Phụ thuộc vào kiểu kính, giới hạn dưới đối với Li_2O có thể là 3% trọng lượng, tốt hơn nếu là 3,5% trọng lượng.

Kính theo sáng chế tốt hơn nếu có thể chứa Na_2O với lượng ít nhất là 4% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 5% trọng lượng, ít nhất là 6% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 8% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 10% trọng lượng. Natri rất quan trọng đối với hiệu quả cường lực bằng hóa học do việc cường lực hóa học chứa trao đổi ion của natri trong kính với kali trong môi trường cường lực bằng hóa học. Tuy nhiên, hàm lượng của natri cũng không nên quá nhiều bởi vì mạng lưới thủy tinh có thể bị hư hỏng nghiêm trọng và kính có thể rất khó được tạo ra. Nhân tố quan trọng

khác đó là kính siêu mỏng có thể có CTE thấp để đáp ứng yêu cầu như vậy thì không nên chứa quá nhiều Na_2O . Do đó, kính tốt hơn nếu chứa Na_2O với lượng nhiều nhất là 30% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 28% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 27% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 25% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 20% trọng lượng.

Kính theo sáng chế có thể chứa K_2O . Tuy nhiên, tốt hơn nếu kính được cường lực hóa học bằng cách trao đổi ion natri trong kính với ion kali trong môi trường cường lực hóa học, lượng K_2O quá nhiều trong kính sẽ làm ảnh hưởng đến hiệu quả cường lực hóa học. Do đó, một vài loại kính theo sáng chế tốt hơn nếu chứa K_2O với lượng nhiều nhất là 10% trọng lượng, tốt hơn nếu với lượng nhiều nhất là 8% trọng lượng. Một vài phương án được ưu tiên chứa Na_2O với lượng nhiều nhất là 7% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 2% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 1% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 0,1% trọng lượng. Một vài phương án được ưu tiên là thậm chí không chứa K_2O .

Tuy nhiên tổng hàm lượng của kiềm tốt hơn nếu không quá 35% trọng lượng, tốt hơn nếu không quá 30% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu không quá 28% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu không quá 27% trọng lượng, thậm chí tốt hơn nữa nếu không quá 25% trọng lượng, đối với mạng lượng kính có thể bị hư hỏng nghiêm trọng và kính rất khó được tạo ra. Một vài biến thể chứa hàm lượng kiềm nhiều nhất là 16% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 14% trọng lượng. Nhân tố quan trọng khác đó là kính siêu mỏng có thể có CTE thấp để đáp ứng yêu cầu như vậy thì không nên chứa quá nhiều nguyên tử kiềm. Tuy nhiên, như đã mô tả ở trên, kính có thể chứa các nguyên tố kiềm để đơn giản hóa việc cường lực hóa học. Kính theo sáng chế tốt hơn nếu có thể chứa oxit kim loại kiềm với lượng ít nhất là 2% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 3% trọng lượng, ít nhất là 4% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 5% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 6% trọng lượng.

Oxit kim loại kiềm thổ như MgO , CaO , SrO , BaO hoạt động như chất điều biến mạng lưới và làm giảm nhiệt độ sản xuất kính. Các oxit này có thể được thêm vào để điều chỉnh CTE và mô đun đàn hồi của kính. Oxit kim loại kiềm thổ có chức năng rất quan trọng mà chúng có thể thay đổi chỉ số khúc xạ của kính đáp ứng các tiêu chuẩn đặc biệt. Ví dụ, MgO có thể làm giảm chỉ số khúc xạ của kính và BaO có thể làm tăng chỉ số khúc xạ. Trọng lượng của kim loại kiềm thổ tốt hơn nếu có thể không quá 40%

trọng lượng, tốt hơn nếu không quá 30% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu không quá 25% trọng lượng, tốt hơn nếu không quá 20% trọng lượng, tốt hơn nếu không quá 15% trọng lượng, tốt hơn nếu không quá 13% trọng lượng, tốt hơn nếu không quá 12% trọng lượng. Một vài biến thể khác của kính có thể chứa các oxit kiềm thổ với lượng nhiều nhất là 10% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 5% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 4% trọng lượng. Nếu hàm lượng của oxit kiềm thổ quá nhiều, hiệu quả cường lực bằng hóa học có thể bị giảm đi. Giới hạn dưới đối với oxit kiềm thổ có thể là 1% trọng lượng hoặc 5% trọng lượng. Hơn nữa, xu hướng tạo thành tinh thể có thể tăng lên nếu lượng oxit kiềm thổ quá nhiều. Một vài biến thể có lợi có thể không chứa oxit kiềm thổ.

Một vài oxit kim loại chuyển tiếp có trong kính, chẳng hạn như ZnO và ZrO_2 , có chức năng tương tự như oxit kiềm thổ và có thể có trong một vài phương án. Các oxit kim loại chuyển tiếp khác, chẳng hạn như Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , MnO_2 , TiO_2 , CuO , CeO_2 , và Cr_2O_3 , hoạt động như chất tạo màu khiến cho kính có chức năng photon hoặc quang học cụ thể, ví dụ, lọc màu hoặc chuyển đổi ánh sáng. As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Các thành phần bên dưới dùng để đề cập đến các loại kính khác nhau trước khi cường lực.

Theo một phương án, kính dẻo siêu mỏng là kính aluminosilicat kim loại kiềm chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng (% trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO_2	40-75
Al_2O_3	10-30
B_2O_3	0-20
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	4-30
$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$	0-15
$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	0-15
P_2O_5	0-10

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd_2O_3 , Fe_2O_3 ,

CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Kính aluminosilicat kim loại kiềm theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	50-70
Al ₂ O ₃	10-27
B ₂ O ₃	0-18
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5-28
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-13
TiO ₂ +ZrO ₂	0-13
P ₂ O ₅	0-9

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Tốt hơn nếu kính aluminosilicat kim loại kiềm theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	55-68
Al ₂ O ₃	10-27
B ₂ O ₃	0-15
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	4-27
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-12
TiO ₂ +ZrO ₂	0-10
P ₂ O ₅	0-8

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃,

CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Theo một phương án, kính dẻo siêu mỏng là kính vôi xút chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng (% trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	40-81
Al ₂ O ₃	0-10
B ₂ O ₃	0-5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5-30
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5-30
TiO ₂ +ZrO ₂	0-7
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Kính vôi xút theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây được chỉ ra theo lượng (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	40-81
Al ₂ O ₃	0-6
B ₂ O ₃	0-5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5-30
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5-30
TiO ₂ +ZrO ₂	0-7
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃,

CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Kính vô xút theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây được chỉ ra theo lượng (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	50-81
Al ₂ O ₃	0-8
B ₂ O ₃	0-5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5-28
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5-25
TiO ₂ +ZrO ₂	0-6
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Kính vô xút theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây được chỉ ra theo lượng (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	50-81
Al ₂ O ₃	0-5
B ₂ O ₃	0-5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5-28
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5-25
TiO ₂ +ZrO ₂	0-6
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃.

CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Tốt hơn nếu, kính vô xút theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	55-76
Al ₂ O ₃	0-6
B ₂ O ₃	0-5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5-25
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5-20
TiO ₂ +ZrO ₂	0-5
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Tốt hơn nếu, kính vô xút theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	55-76
Al ₂ O ₃	0-5
B ₂ O ₃	0-5
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	5-25
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	5-20
TiO ₂ +ZrO ₂	0-5
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃,

CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Theo một phương án, kính dẻo siêu mỏng là kính lithi aluminosilicat chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng lượng (% trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	55-69
Al ₂ O ₃	15-25
Li ₂ O	3-7
Na ₂ O + K ₂ O	0-30
MgO + CaO + SrO + BaO	0-5
ZnO	0-4
TiO ₂	0-5
ZrO ₂	0-5
TiO ₂ + ZrO ₂ + SnO ₂	2-6
P ₂ O ₅	0-8
F	0-1
B ₂ O ₃	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Kính lithi aluminosilicat theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo hàm lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	57-66
Al ₂ O ₃	15-23
Li ₂ O	3-5

Thành phần	(% trọng lượng)
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	3-25
$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$	1-4
ZnO	0-4
TiO_2	0-4
ZrO_2	0-5
$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{SnO}_2$	2-6
P_2O_5	0-7
F	0-1
B_2O_3	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd_2O_3 , Fe_2O_3 , CoO , NiO , V_2O_5 , MnO_2 , CuO , CeO_2 , Cr_2O_3 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , SnO_2 , SO_3 , Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Tốt hơn nữa, kính lithi aluminosilicat theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO_2	57-63
Al_2O_3	15-22
Li_2O	3,5-5
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	5-20
$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$	0-5
ZnO	0-3
TiO_2	0-3
ZrO_2	0-5
$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{SnO}_2$	2-5
P_2O_5	0-5
F	0-1
B_2O_3	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd_2O_3 , Fe_2O_3 .

CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Theo một phương án, kính dẻo siêu mỏng là kính borosilicat chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng hàm lượng (% trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	60-85
Al ₂ O ₃	0-10
B ₂ O ₃	5-20
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	2-16
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-15
TiO ₂ + ZrO ₂	0-5
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃. As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Kính borosilicat theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	63-84
Al ₂ O ₃	0-8

Thành phần	(% trọng lượng)
B ₂ O ₃	5-18
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	3-14
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-12
TiO ₂ + ZrO ₂	0-4
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃, As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Kính borosilicat theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây theo lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng).

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	63-83
Al ₂ O ₃	0-7
B ₂ O ₃	5-18
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	4-14
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-10
TiO ₂ + ZrO ₂	0-3
P ₂ O ₅	0-2

Tùy ý, các oxit tạo màu có thể được thêm vào, chẳng hạn như Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, CuO, CeO₂, Cr₂O₃, As₂O₃, Sb₂O₃, SnO₂, SO₃, Cl và/hoặc F cũng được thêm vào làm tác nhân làm sạch với lượng từ 0 đến 2% trọng lượng. Oxit đất hiếm cũng được thêm vào để thêm chức năng quang học hoặc photon hoặc từ tính cho tấm kính với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng.

Thông thường, kính siêu mỏng theo sáng chế có thể được sản xuất bằng cách

mài nhẵn xuống hoặc cắt ra từ kính dày hơn. Hai phương pháp này không hề kinh tế và dẫn đến chất lượng bề mặt kính không được tốt khi đánh giá bằng ví dụ độ nhám Ra.

Phương pháp sản xuất tạo hình nóng trực tiếp như phương pháp kéo thẳng đứng, tràn nóng chảy được ưu tiên hơn đối với sản xuất hàng loạt. Phương pháp kéo lại cũng có lợi. Các phương pháp nêu trên rất kinh tế và có chất lượng bề mặt kính cao.

Thông thường, việc gia cường, hay còn gọi là cường lực, có thể thực hiện bằng cách nhúng kính vào trong bể muối với ion kali hoặc phủ lên kính các ion kali hoặc ion kim loại khác có trong bột nhão và đun nóng đến nhiệt độ cao trong một thời gian nhất định. Các ion kim loại kiềm có bán kính ion lớn trong bể muối hoặc bột nhão trao đổi với các ion kim loại kiềm có bán kính nhỏ hơn trong vật dụng kính, và ứng suất nén bề mặt được tạo ra do sự trao đổi ion. Như đã mô tả ở trên, việc nhúng vật dụng kính vào trong bể muối nóng chảy được áp dụng ở trong bản mô tả này. Sau khi nhấc vật dụng kính được cường lực ra khỏi bể muối và các bước tiếp theo là làm nguội và làm sạch sử dụng các quy trình đã biết.

Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo sáng chế thu được bằng cách cường lực hóa học vật dụng kính có thể cường lực bằng xử lý hóa học. Quy trình xử lý có thể thực hiện bằng cách nhúng vật dụng kính siêu mỏng vào trong bể muối chứa các ion hóa trị một để trao đổi với các ion kiềm bên trong kính. Các ion hóa trị một trong bể muối có bán kính lớn hơn các ion kiềm bên trong kính. Ứng suất nén đối với kính được tạo ra sau khi trao đổi ion do các ion lớn hơn nén lại trong mạng lưới thủy tinh. Sau khi trao đổi ion, độ bền và dẻo của kính siêu mỏng được cải thiện đáng kể và bất ngờ. Ngoài ra, CS tạo ra bằng cách cường lực hóa học cải thiện đặc tính uốn cong của vật dụng kính cường lực và có thể tăng độ bền chống xước và độ bền va đập của kính sao cho kính cường lực không dễ dàng bị xước, và DoL có thể tăng khả năng chịu xước của kính gần như ít vỡ ngay cả khi bị xước.

Muối được sử dụng nhiều nhất để cường lực bằng hóa học là muối nóng chảy có chứa Na^+ hoặc K^+ . Muối thường được sử dụng nhất là NaNO_3 , KNO_3 , NaCl , KCl , K_2SO_4 , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , và K_2CO_3 . Các chất phụ gia như NaOH , KOH và các muối natri hoặc kali khác nên được sử dụng để điều khiển tốt hơn tốc độ trao đổi ion, CS và DoL trong quá trình cường lực bằng hóa chất. Bể muối chứa Ag^+ hoặc chứa Cu^{2+} có thể sử dụng để có thêm chức năng kháng khuẩn cho kính siêu mỏng.

Việc cường lực bằng hóa học không chỉ giới hạn ở một bước. Quá trình này có thể bao gồm nhiều bước trong bể muối với ion kim loại kiềm có nhiều nồng độ khác nhau để thu được hiệu quả cường lực tốt hơn. Do đó, vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo sáng chế có thể được cường lực trong một bước hoặc trong một quá trình gồm một vài bước, ví dụ, hai bước.

Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo sáng chế có thể chỉ có một mặt (bề mặt thứ nhất) nơi mà vùng ứng suất nén chạy dài từ bề mặt thứ nhất đến độ dày thứ nhất trong vật dụng kính (DoL) tồn tại, trong đó vùng được định ra bởi ứng suất nén (CS). Trong trường hợp này vật dụng kính chỉ gồm một bên được cường lực. Tốt hơn nếu, vật dụng kính theo sáng chế cũng có bề mặt thứ hai - đối diện với bề mặt thứ nhất - nơi mà vùng ứng suất nén thứ hai chạy dài từ bề mặt thứ hai đến độ dày thứ hai trong vật dụng kính (DoL) tồn tại, trong đó vùng được định ra bởi ứng suất nén (CS). Vật dụng kính được ưu tiên này được cường lực cả hai mặt.

CS phụ thuộc phần lớn vào thành phần của kính. Hàm lượng Al_2O_3 càng cao càng dễ thu được CS cao. Sau khi cường lực, kính siêu mỏng nên có CS đủ cao để thu được độ bền cao. Do đó, CS bằng hoặc lớn hơn 100 MPa, tốt hơn nếu lớn hơn 100 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 200 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 300 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 400 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 500 MPa. Theo phương án được ưu tiên đặc biệt, CS lớn hơn 600 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 700 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 800 MPa.

Thông thường, DoL phụ thuộc vào thành phần kính, nhưng gần như nó có thể tăng vô tận với thời gian cường lực và nhiệt độ cường lực tăng lên. DoL được xác định là cần thiết để đảm bảo độ bền ổn định của kính cường lực, nhưng DoL quá cao làm tăng tỷ lệ tự vỡ và độ bền khi vật dụng kính siêu mỏng dưới ứng suất nén, vì vậy tốt hơn nếu DoL được kiểm soát.

Theo một vài phương án, đòi hỏi độ bền tiếp xúc vật sắc nhọn cao của kính trần, DoL thấp được ưu tiên. Để thu được DoL thấp đã xác định, nhiệt độ cường lực và/hoặc thời gian cường lực được giảm đi. Đôi khi nên để nhiệt độ cường lực thấp hơn do DoL nhạy cảm hơn với nhiệt độ và thời gian cường lực lâu hơn dễ dàng được thiết lập trong quá trình sản xuất hàng loạt. Tuy nhiên, cũng có thể giảm thời gian cường lực để giảm DoL của vật dụng kính.

Giá trị có lợi của DoL phụ thuộc vào mỗi trường hợp của thành phần kính, độ dày và CS được áp dụng của vật dụng kính tương ứng. Nhìn chung, vật dụng kính theo phương án có lợi được đề cập ở trên có DoL khá thấp. Bằng cách giảm DoL, CT cũng giảm đi. Nếu đặt lực va chạm mạnh và/hoặc lực nén lên các phương án này bằng vật sắc nhọn, hư hỏng sẽ chỉ tạo ra trên bề mặt kính. Do CT giảm đáng kể do hư hỏng tạo ra không thể thắng được độ bền bên trong của vật dụng kính, và do đó, vật dụng kính không bị vỡ ra làm hai hoặc nhiều mảnh. Do vật dụng kính có DoL thấp có khả năng chịu tiếp xúc với vật sắc nhọn được cải thiện.

Như đã đề cập ở trên, CS, DoL và CT phụ thuộc vào thành phần kính (loại kính), độ dày kính và điều kiện cường lực.

Vật dụng kính được cường lực bằng hóa học có thể sử dụng trong lĩnh vực về để hoặc nắp cho linh kiện điện tử có thể gấp lại hoặc mềm như bộ cảm biến hình ảnh, vỏ màn hình, bảo vệ màn hình. Ngoài ra, nó có thể được sử dụng ví dụ trong các lĩnh vực ứng dụng sau đây của để hoặc vỏ bảo vệ, nắp bảo vệ cảm biến dấu vân tay, để hoặc nắp cảm biến chung, nắp kính điện tử tiêu dùng, vỏ bảo vệ màn hình và các bề mặt khác, đặc biệt là các bề mặt bị uốn cong. Ngoài ra, vật dụng kính cũng có thể được sử dụng trong ứng dụng của để hoặc vỏ màn hình, để hoặc vỏ mô-đun cảm biến vân tay, gói bán dẫn, để và màng pin mỏng, màn hình có thể gấp lại. Theo phương án cụ thể, vật dụng kính có thể được sử dụng làm màng che chắn cho màn hình, và màng bảo vệ có thể sử dụng cho màn hình hiển thị, điện thoại di động, máy ảnh, thiết bị chơi game, máy tính bảng, laptop, TV, gương, cửa sổ, cửa sổ hàng không, đồ nội thất và đồ vật màu trắng.

Sáng chế cũng đặc biệt thích hợp đối với việc được sử dụng trong ứng dụng của để hoặc vỏ màn hình, để hoặc vỏ mô-đun cảm biến vân tay, gói bán dẫn, để và màng pin mỏng, màn hình có thể gấp lại. Ngoài ra, nó có thể được sử dụng trong thiết bị điện dẻo được trang bị các đặc tính mỏng, nhẹ, và dẻo (ví dụ, màn hình cong, thiết bị có thể đeo được). Các thiết bị dẻo này cũng đòi hỏi phải có đế dẻo ví dụ, để giữ hoặc gắn các thành phần. Ngoài màn hình dẻo có khả năng chịu tiếp xúc cao và bán kính uốn nhỏ là có thể thực hiện.

Theo một phương án, kính là kính chứa kiềm, chẳng hạn kính aluminosilicat kiềm, kính silicat kiềm, kính borosilicat kiềm, kính aluminoborosilicat kiềm, kính

boron kiềm, kính germanat kiềm, kính borogermanat kiềm, kính vôi xút kiềm, và sự kết hợp của chúng.

Khía cạnh này và các khía cạnh khác của sáng chế sẽ được trở nên rõ hơn từ mô tả, hình vẽ và phần yêu cầu bảo hộ đính kèm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp cường lực bằng xử lý hóa học vật dụng kính mỏng bao gồm các bước sau:

- cung cấp vật dụng kính có độ dày lớn nhất là 0,07 mm,
- nhúng vật dụng kính vào trong bể muối nóng chảy có nhiệt độ cường lực nhất định trong thời gian cường lực nhất định,
- nhấc vật dụng kính được cường lực ra khỏi bể muối,
- sau khi cường lực giữ vật dụng kính cường lực trong thời gian giữ nhất định, trong đó nhiệt độ giữ được chọn là nhiệt độ cao hơn nhiệt độ nóng chảy của bể muối và thấp hơn nhiệt độ chuyển tiếp T_g của vật dụng kính cường lực sao cho cặn muối di chuyển dưới tác động của trọng lực và tạo ra lớp cặn muối mỏng trên bề mặt của vật dụng kính cường lực để tránh hoặc giảm thiểu hiện tượng vỏ cam quang học,
- làm nguội và làm sạch vật dụng kính được cường lực,
- trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 300 MPa,
- trong đó kính là kính aluminosilicat kim loại kiềm chứa các thành phần sau đây với lượng được chỉ ra theo % trọng lượng:

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO_2	40-75
Al_2O_3	10-30
B_2O_3	0-20
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	4-30
$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$	0-15
$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	0-15
P_2O_5	0-10

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thực hiện nhấc vật dụng kính được cường lực với vận tốc nhấc dưới 10m/phút.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thực hiện nhấc vật dụng kính được cường lực với tốc độ nhấc dưới 5m/phút.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với tốc độ nhắc dưới 1m/phút.
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với tốc độ nhắc dưới 0,8m/phút.
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với tốc độ nhắc dưới 0,6m/phút.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với tốc độ nhắc dưới 0,5m/phút.
8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với vận tốc nhắc trên 0,001m/phút.
9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với vận tốc nhắc trên 0,005m/phút.
10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với vận tốc nhắc trên 0,01m/phút.
11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với vận tốc nhắc trên 0,03m/phút.
12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thực hiện nhắc vật dụng kính được cường lực với vận tốc nhắc trên 0,05m/phút.
13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ cao hơn hoặc bằng nhiệt độ cường lực.
14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sự chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 200°C.
15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sự chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 100°C.
16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sự chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 70°C.
17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sự chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 55°C.
18. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sự

chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 40°C .

19. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sự chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 20°C .

20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó sự chênh lệch giữa nhiệt độ giữ sau khi cường lực và nhiệt độ cường lực là dưới 10°C .

21. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 350°C .

22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 360°C .

23. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 370°C .

24. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 380°C .

25. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 390°C .

26. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 400°C .

27. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 410°C .

28. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nhiệt độ giữ sau khi cường lực là trên 420°C .

29. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là dưới 120 phút.

30. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là dưới 80 phút.

31. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là dưới 40 phút.

32. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là dưới 20 phút.

33. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là dưới 10 phút.

34. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là nhỏ hơn hoặc bằng 5 phút.

35. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là trên 0 giây.

36. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là trên 5 giây.

37. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là trên 15 giây.

38. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là trên 30 giây.

39. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là trên 1 phút.

40. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ sau khi cường lực là lớn hơn hoặc bằng 2 phút.

41. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thời gian giữ nằm trong khoảng từ 2 phút đến 12 phút.

42. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thiết lập việc cường lực, thiết lập việc nhắc và/hoặc thiết lập việc giữ sau khi cường lực được chọn lựa theo độ dày của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính cường lực nhỏ hơn $9/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

43. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thiết lập việc cường lực, thiết lập việc nhắc và/hoặc thiết lập việc giữ sau khi cường lực được chọn lựa theo độ dày của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính được cường lực nhỏ hơn $7/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

44. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thiết lập việc cường lực, thiết lập việc nhắc và/hoặc thiết lập việc giữ sau khi cường lực được chọn lựa theo độ dày của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính

được cường lực nhỏ hơn $5/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

45. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thiết lập việc cường lực, thiết lập việc nhắc và/hoặc thiết lập việc giữ sau khi cường lực được chọn lựa theo độ dày của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính được cường lực nhỏ hơn $3/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

46. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó thiết lập việc cường lực, thiết lập việc nhắc và/hoặc thiết lập việc giữ sau khi cường lực được chọn lựa theo độ dày của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính được cường lực nhỏ hơn $1/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

47. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tổng biến thiên độ dày TTV của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính cường lực là dưới $9/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

48. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tổng biến thiên độ dày TTV của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính cường lực là dưới $7/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

49. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tổng biến thiên độ dày TTV của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính cường lực là dưới $5/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

50. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tổng biến thiên độ dày TTV của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính cường lực là dưới $3/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

51. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tổng biến thiên độ dày TTV của cặn muối bám vào một bề mặt của vật dụng kính cường lực là dưới $1/10 \cdot t$, trong đó t là độ dày của vật dụng kính.

52. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 5000 ppm.

53. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 3000 ppm.

54. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 2000 ppm.

55. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 1000 ppm.

56. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 700 ppm.

57. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 500 ppm.

58. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 400 ppm.

59. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 300 ppm.

60. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 200 ppm.

61. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 100 ppm.

62. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 50 ppm.

63. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 20 ppm.

64. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 500 MPa.

65. Phương pháp cường lực bằng xử lý hóa học vật dụng kính mỏng bao gồm các bước sau:

- cung cấp vật dụng kính mỏng có độ dày lớn nhất là 0,07 mm,
- nhúng vật dụng kính vào trong bể muối nóng chảy có nhiệt độ cường lực nhất định trong thời gian cường lực nhất định,
- nhấc vật dụng kính được cường lực ra khỏi bể muối với vận tốc nhấc được điều chỉnh nhỏ hơn 0,5 m/phút sao cho cặn muối chảy ra khỏi bề mặt dưới tác động của trọng lực và sức căng bề mặt giữa bể muối và vật dụng kính và tạo ra lớp cặn muối mỏng trên bề mặt của vật dụng kính cường lực để tránh hoặc giảm thiểu hiện tượng vỡ cam quang học,
- làm nguội và làm sạch vật dụng kính được cường lực,
- trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 300 MPa,
- trong đó kính là kính aluminosilicat kim loại kiềm chứa các thành phần sau đây với lượng được chỉ ra theo % trọng lượng:

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	40-75
Al ₂ O ₃	10-30
B ₂ O ₃	0-20
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	4-30
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-15
TiO ₂ +ZrO ₂	0-15
P ₂ O ₅	0-10

66. Phương pháp theo điểm 65, trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 500 Mpa.

67. Phương pháp cường lực bằng xử lý hóa học vật dụng kính mỏng bao gồm các bước sau:

- cung cấp vật dụng kính mỏng có độ dày lớn nhất là 0,07 mm,
- nhúng vật dụng kính vào trong bể muối nóng chảy có nhiệt độ cường lực nhất định trong thời gian cường lực nhất định,
- điều chỉnh hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn dưới 5000 ppm để tác động đến hình thái của cặn muối nóng chảy bám vào bề mặt của vật dụng kính cường lực sau khi nhấc ra khỏi bể muối để tránh hoặc giảm thiểu hiện tượng vỏ cam quang học,
- nhấc vật dụng kính được cường lực ra khỏi bể muối,
- làm nguội và làm sạch vật dụng kính được cường lực,
- trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 300 MPa,
- trong đó kính là kính aluminosilicat kim loại kiềm chứa các thành phần sau đây với lượng được chỉ ra theo % trọng lượng:

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	40-75
Al ₂ O ₃	10-30
B ₂ O ₃	0-20
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	4-30
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-15
TiO ₂ +ZrO ₂	0-15
P ₂ O ₅	0-10

68. Phương pháp theo điểm 67, trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 500 MPa.

69. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 3000 ppm.

70. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 2000 ppm.

71. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 1000 ppm.

72. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 700 ppm.

73. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 500 ppm.

74. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 400 ppm.

75. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 300 ppm.

76. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 200 ppm.

77. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 100 ppm.

78. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 50 ppm.

79. Phương pháp theo điểm 67, trong đó hàm lượng tạp chất trong bể muối theo nồng độ mol của ion hóa trị đơn được điều chỉnh dưới 20 ppm.

80. Phương pháp cường lực bằng xử lý hóa học vật dụng kính mỏng bao gồm các bước sau:

- cung cấp vật dụng kính mỏng có độ dày lớn nhất là 0,07 mm,
- tôi vật dụng kính trước khi cường lực hóa học bao gồm gia nhiệt vật dụng kính đến nhiệt độ trên Tg để tránh hoặc giảm thiểu hiện tượng vỡ cam quang học sau khi cường lực hóa học,
- nhúng vật dụng kính vào trong bể muối nóng chảy có nhiệt độ cường lực nhất định trong thời gian cường lực nhất định,
- nhấc vật dụng kính được cường lực ra khỏi bể muối,
- làm nguội và làm sạch vật dụng kính được cường lực,
- trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 300 MPa,
- trong đó kính là kính aluminosilicat kim loại kiềm chứa các thành phần sau

đây với lượng được chỉ ra theo % trọng lượng:

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	40-75
Al ₂ O ₃	10-30
B ₂ O ₃	0-20
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	4-30
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-15
TiO ₂ +ZrO ₂	0-15
P ₂ O ₅	0-10

81. Phương pháp theo điểm 80, trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 500 MPa.

82. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học có độ dày lớn nhất là 0,07 mm không có hiện tượng vò cam quang học OOS, tức là vật dụng kính cường lực có biến thiên mức độ xám thấp hoặc biến thiên độ sáng thấp, khi vật dụng kính được kiểm tra dưới ánh sáng phản chiếu sử dụng nguồn ánh sáng trắng,

trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 300 MPa,

trong đó kính là kính aluminosilicat kim loại kiềm chứa các thành phần sau đây với lượng được chỉ ra theo % trọng lượng:

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	40-75
Al ₂ O ₃	10-30
B ₂ O ₃	0-20
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	4-30
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-15
TiO ₂ +ZrO ₂	0-15
P ₂ O ₅	0-10

83. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82, trong đó biến thiên mức độ xám, được tính là độ lệch chuẩn/giá trị trung bình x 100%, là ≤

9%.

84. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82, trong đó biến thiên mức độ xám, được tính là độ lệch chuẩn/giá trị trung bình $\times 100\%$, là $\leq 8\%$.

85. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82, trong đó biến thiên mức độ xám, được tính là độ lệch chuẩn/giá trị trung bình $\times 100\%$, là $\leq 7\%$.

86. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82, trong đó biến thiên mức độ xám, được tính là độ lệch chuẩn/giá trị trung bình $\times 100\%$, là $\leq 6\%$.

87. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82 hoặc 86, trong đó vật dụng kính có độ dày $< 0,07$ mm và $\geq 0,005$ mm.

88. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82 hoặc 86, trong đó vật dụng kính có độ dày $\leq 0,06$ mm và $\geq 0,005$ mm.

89. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82 hoặc 86, trong đó vật dụng kính có độ dày $\leq 0,05$ mm và $\geq 0,005$ mm.

90. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82 hoặc 86, trong đó vật dụng kính có độ dày $\leq 0,04$ mm và $\geq 0,005$ mm.

91. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82 hoặc 86, trong đó vật dụng kính có độ dày $\leq 0,03$ mm và $\geq 0,005$ mm.

92. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 82 hoặc 86, trong đó vật dụng kính có độ dày $\leq 0,02$ mm và $\geq 0,005$ mm.

93. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 87, trong đó vật dụng kính cường lực có độ sâu của lớp DoL nằm trong khoảng từ 1 μm đến $t/3$ μm , trong đó t là độ dày của vật dụng kính cường lực được cho dưới dạng μm .

94. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 87, trong đó vật dụng kính cường lực có độ sâu của lớp DoL nằm trong khoảng từ 2 μm đến $t/4$ μm , trong đó t là độ dày của vật dụng kính cường lực được cho dưới dạng μm .

95. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm 87, trong

đó vật dụng kính cường lực có độ sâu của lớp DoL nằm trong khoảng từ 3 μm đến $t/5$ μm , trong đó t là độ dày của vật dụng kính cường lực được cho dưới dạng μm .

96. Vật dụng kính được cường lực bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm 82 đến 86, trong đó ứng suất nén CS bề mặt của vật dụng kính lớn hơn 500 MPa.

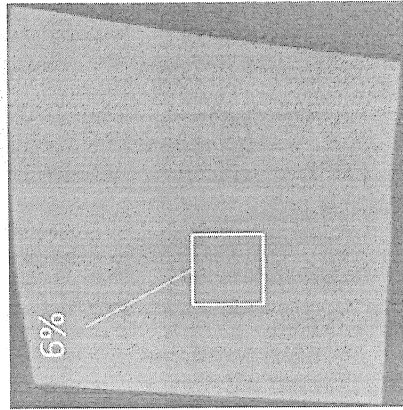


Fig. 6

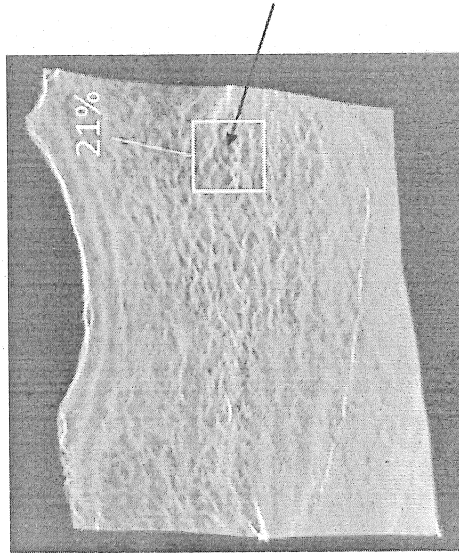


Fig. 1b

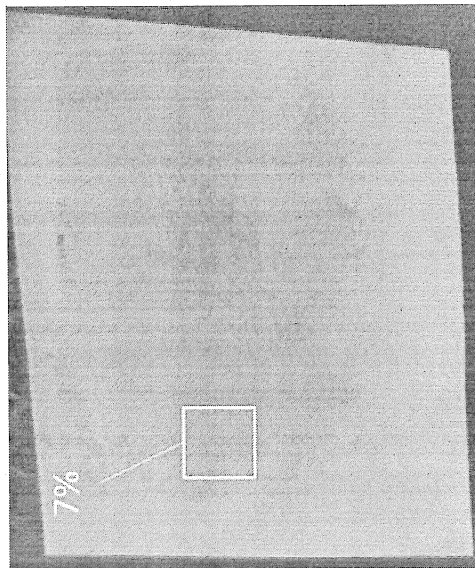


Fig. 1a

Phạm vi quét 10 mm

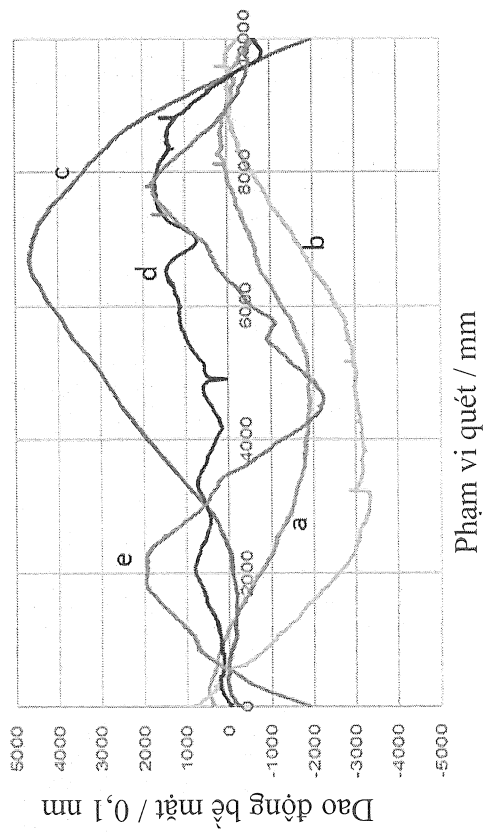


Fig. 2a

Phạm vi quét 13,5 mm

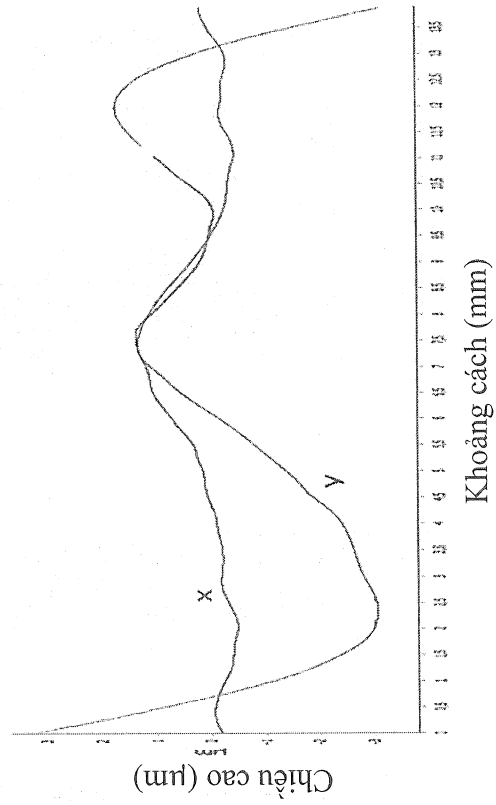


Fig. 2b

Fig. 5a

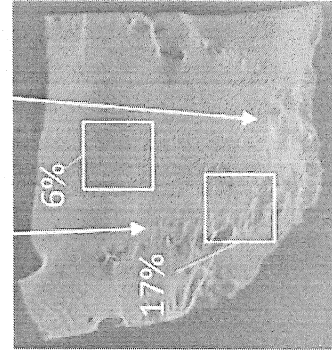


Fig. 5b

Fig. 4a

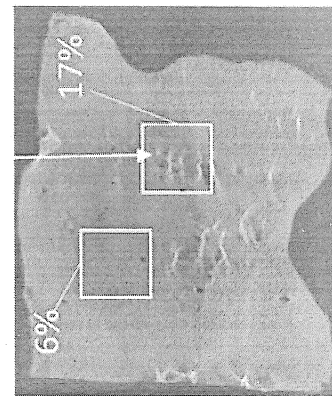
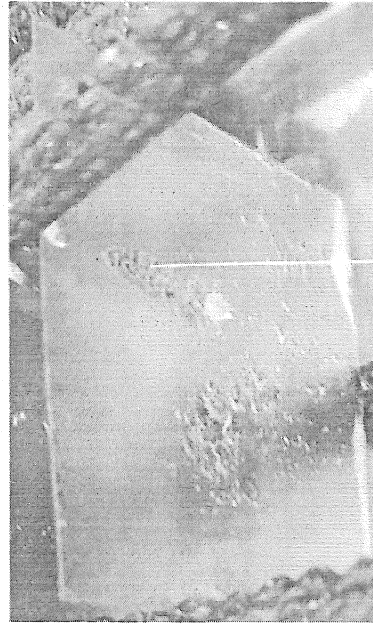


Fig. 4b

Fig. 3a

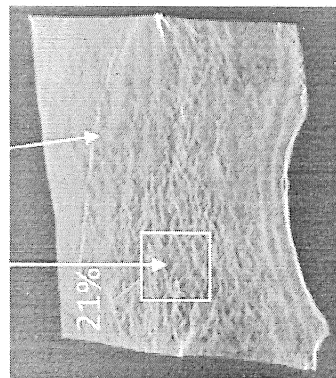
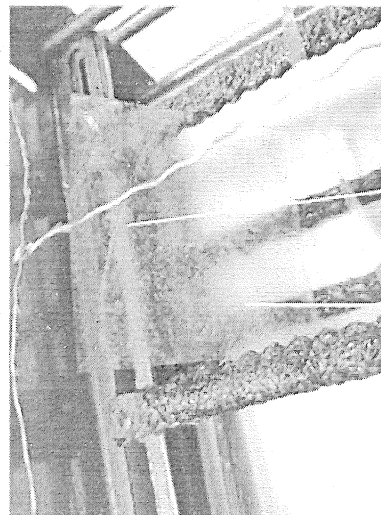


Fig. 3b

Fig. 7b

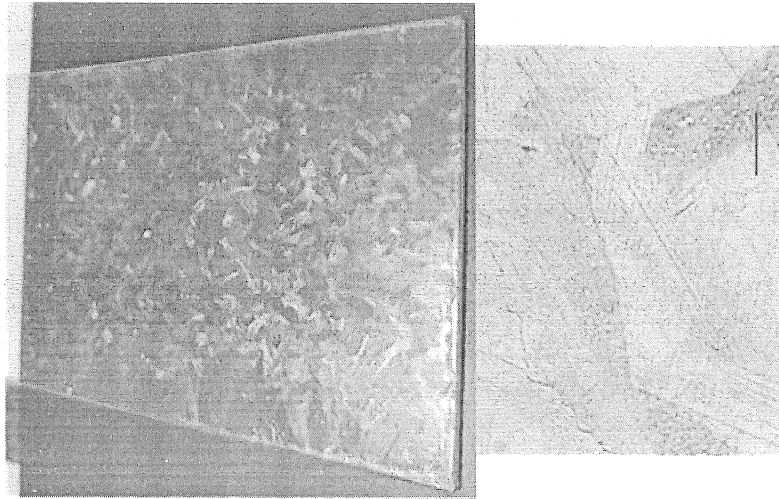


Fig. 7a

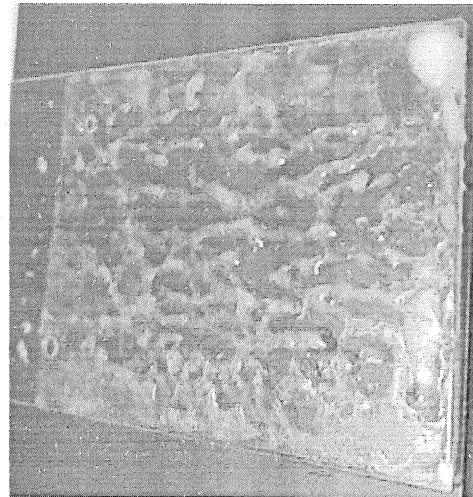
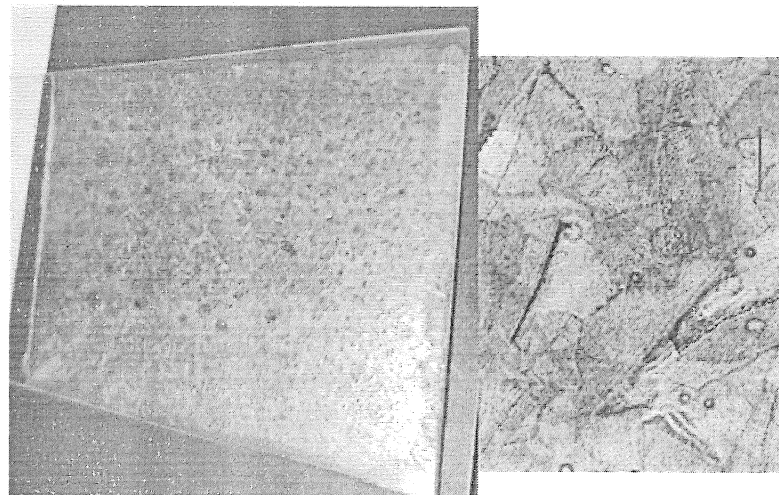


Fig. 7c



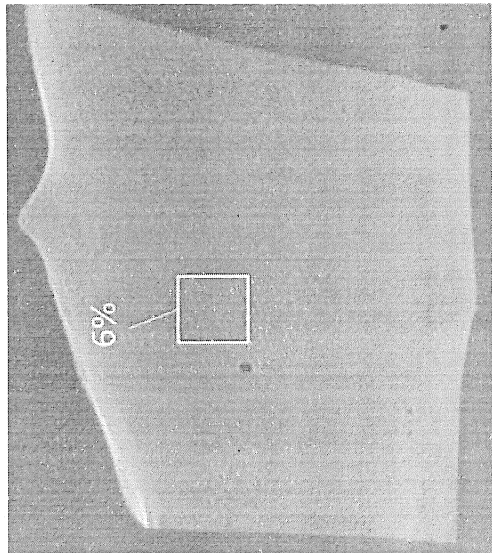


Fig. 8a

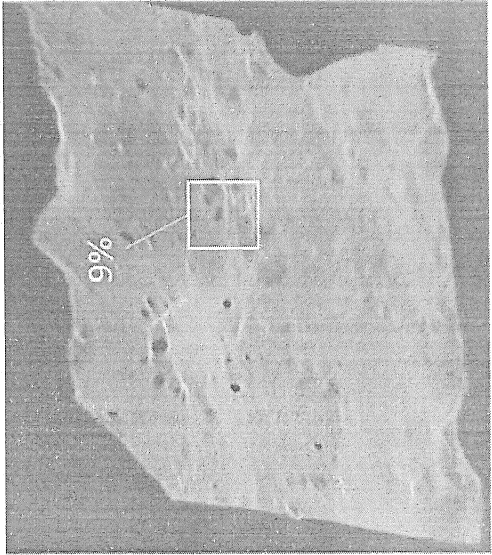


Fig. 8b

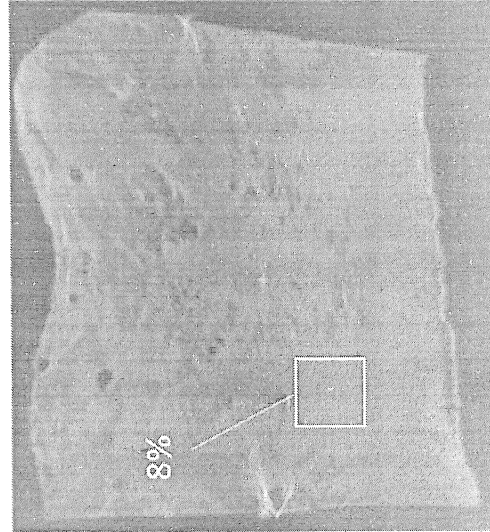


Fig. 8c

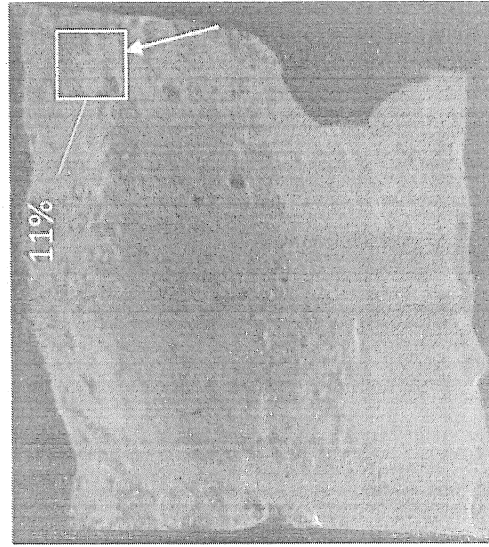


Fig. 8d

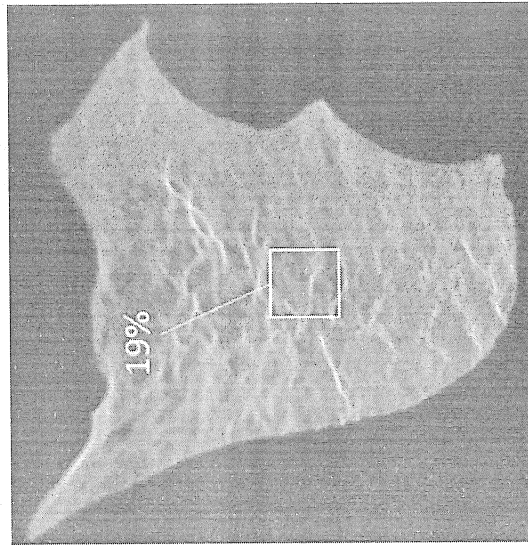


Fig. 9c

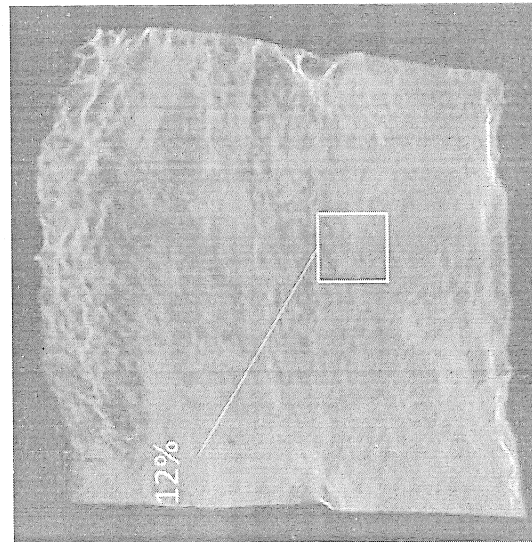


Fig. 9b

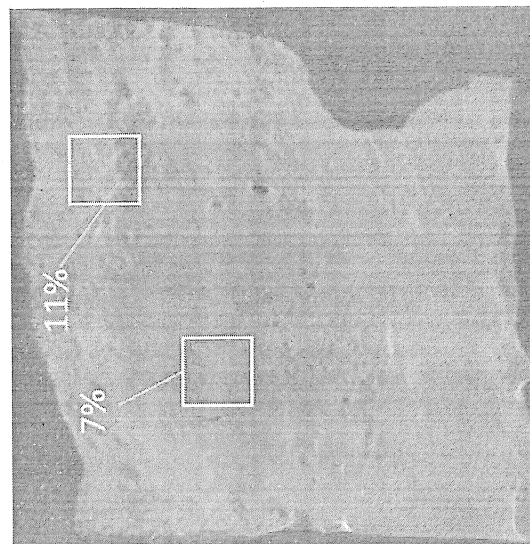


Fig. 9a

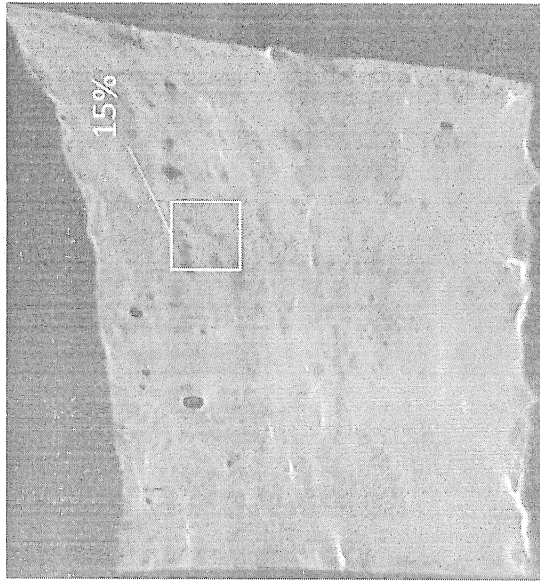


Fig. 10c

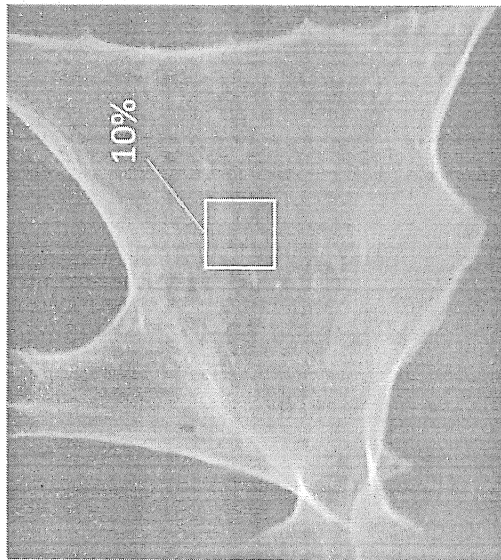


Fig. 10b

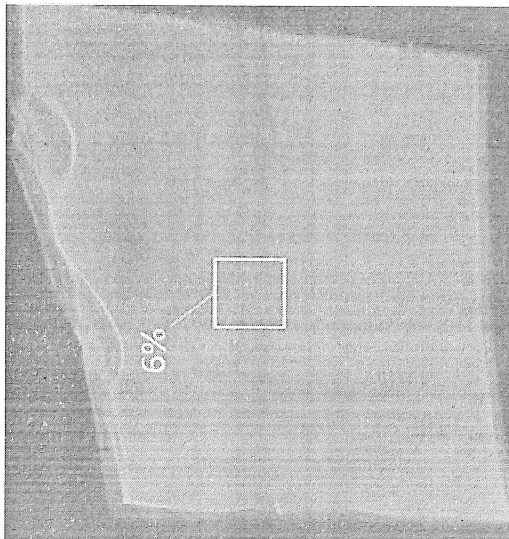


Fig. 10a

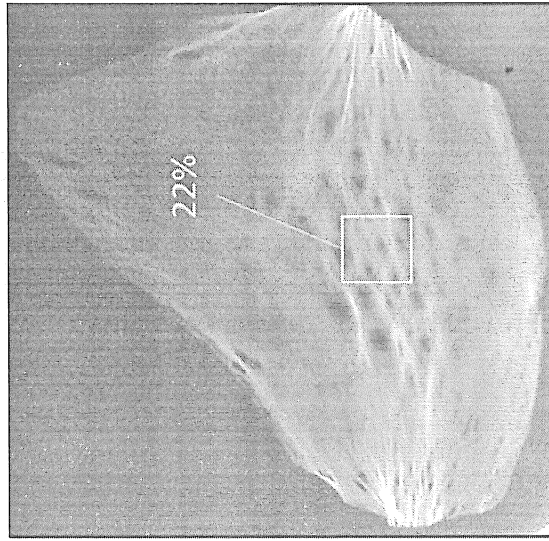


Fig. 11c

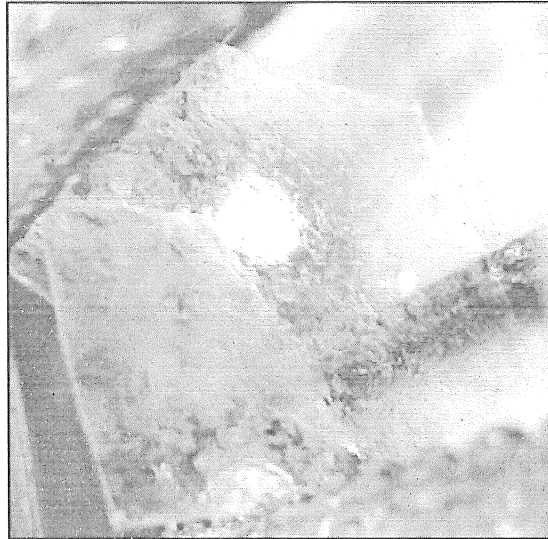


Fig. 11b

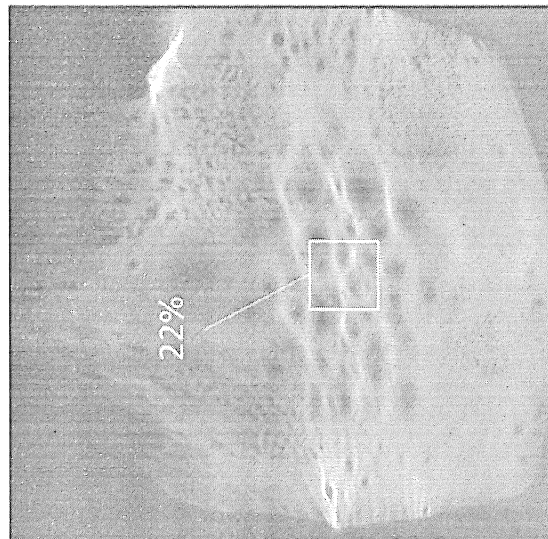
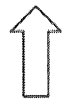


Fig. 11a

Fig. 12a

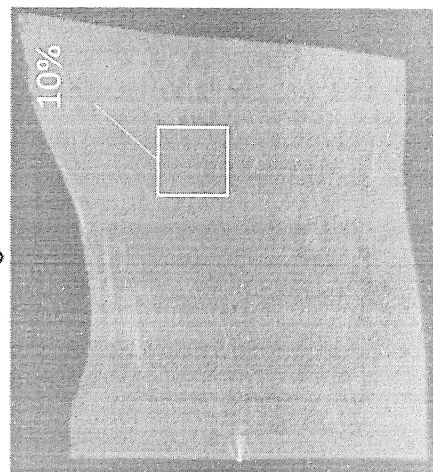
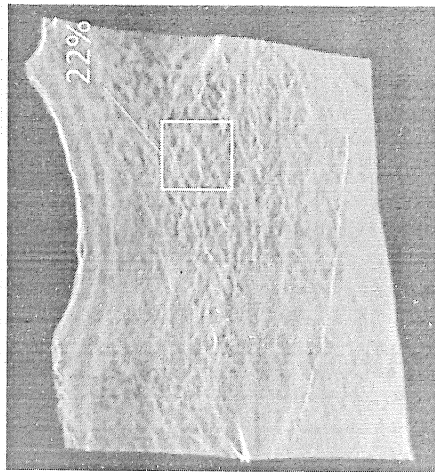


Fig. 13a

Fig. 12b

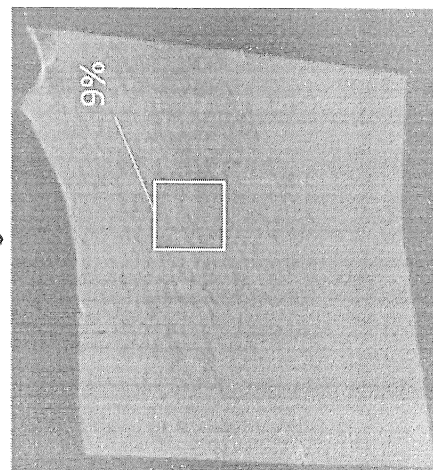
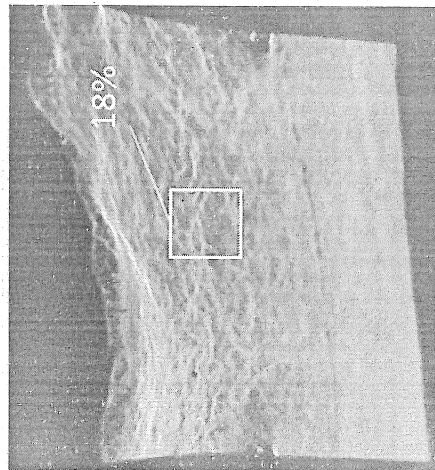


Fig. 13b

Fig. 12c

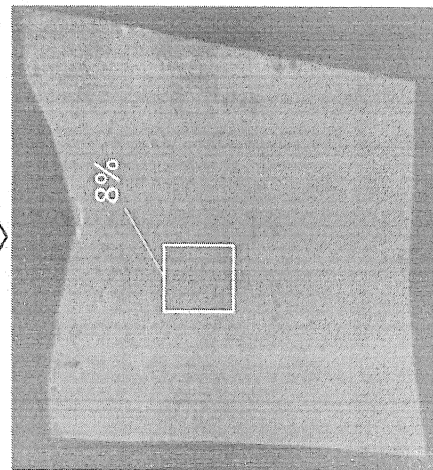
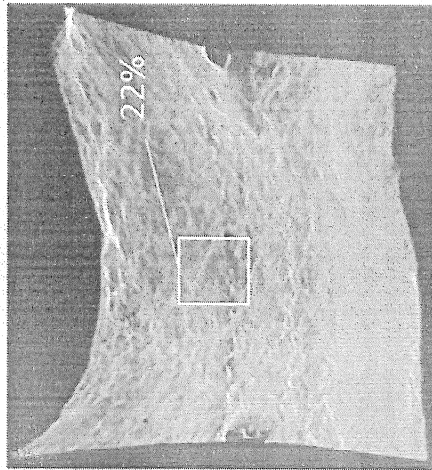


Fig. 13c

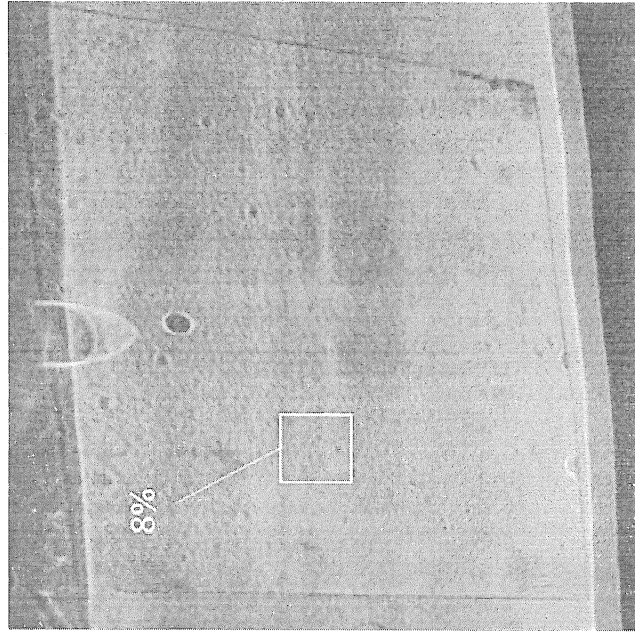


Fig. 14b

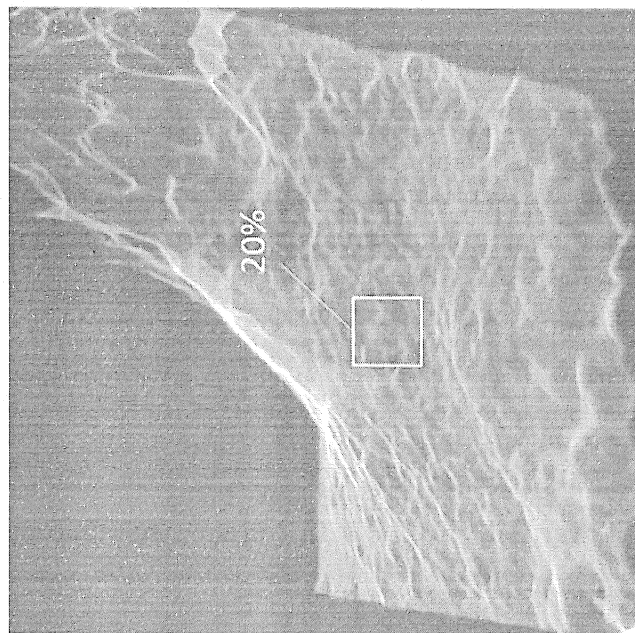
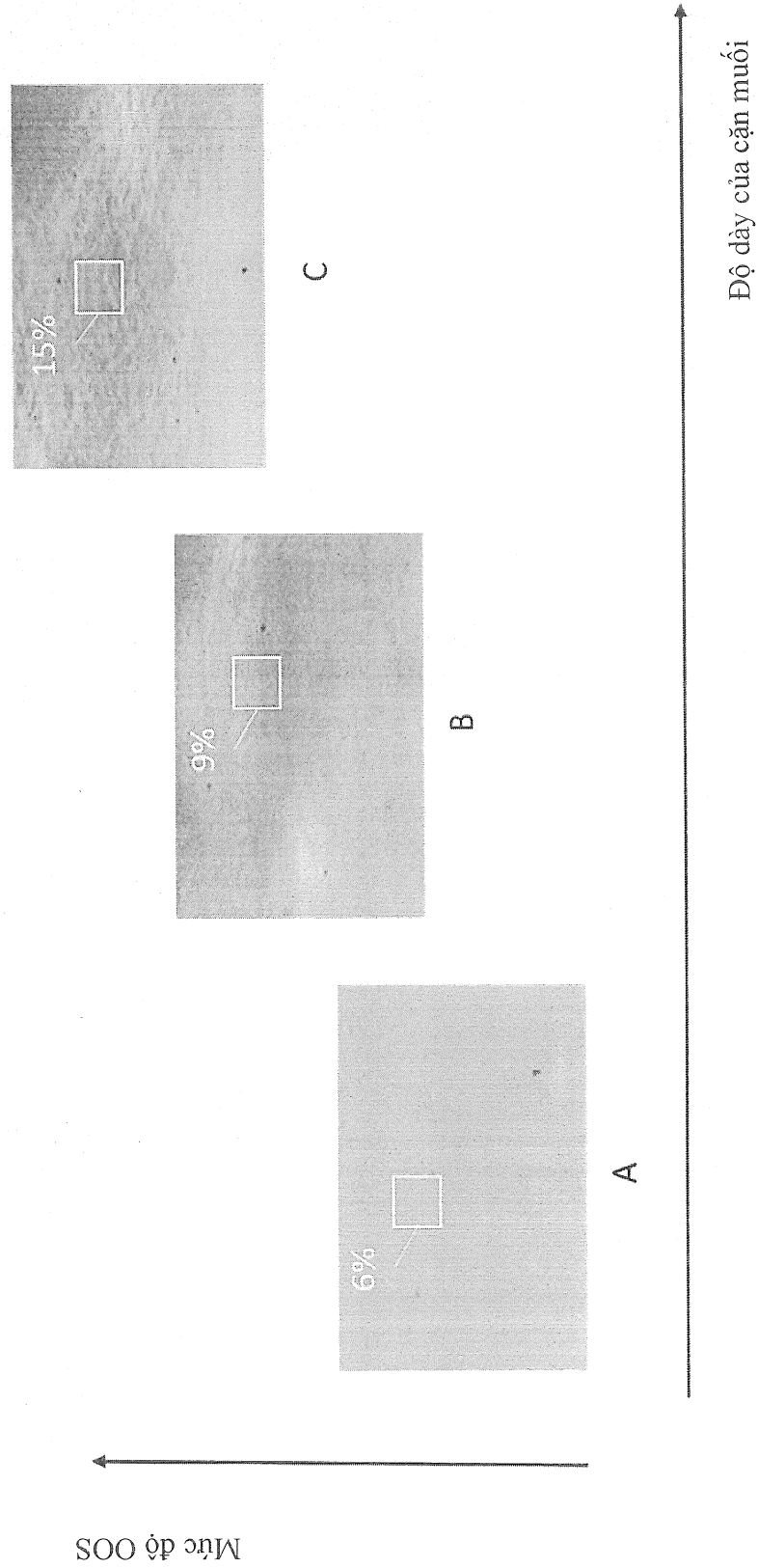


Fig. 14a

Fig. 15



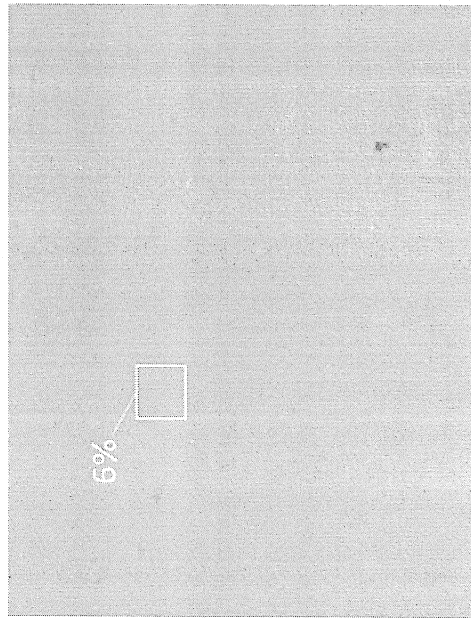


Fig. 16