



(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)



1-0048549

(51)^{2020.01} C03C 15/00; C03C 21/00

(13) B

(21) 1-2021-07984

(22) 14/05/2020

(86) PCT/US2020/032773 14/05/2020

(87) WO2020/236498 26/11/2020

(30) 62/849,536 17/05/2019 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/02/2022 407A

(73) CORNING INCORPORATED (US)

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

(72) JIN, Yuhui (US); WILKINSON, Taylor Marie (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP CẢI BIẾN NỀN THỦY TINH ĐƯỢC TẠO KẾT CẤU CÓ VÙNG DƯỚI ỨNG SUẤT NÉN ĐỂ LÀM TĂNG ĐỘ BỀN CỦA NỀN THỦY TINH

(21) 1-2021-07984

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp cải biến nền thủy tinh bao gồm các bước: tạo ra các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh trên bề mặt thứ nhất của nền thủy tinh, các chi tiết bề mặt này đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm; tạo ra vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén, vùng này kéo dài từ bề mặt thứ nhất đến độ sâu nén; và loại bỏ một phần của vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới vẫn có các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm. Việc loại bỏ một phần của vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới có thể bao gồm việc cho bề mặt thứ nhất tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ.

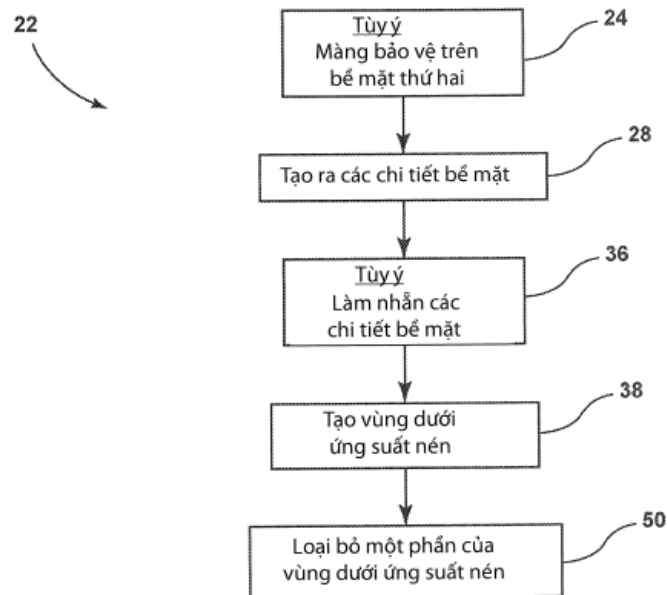


FIG. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến phương pháp cải biến nền thủy tinh để cải thiện độ bền, và cụ thể hơn là đề cập đến nền thủy tinh đã được tạo kết cấu để tạo ra các chi tiết bề mặt và được tôi để tạo ra một hoặc nhiều vùng ứng suất nén.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị điện tử tiêu dùng và các thiết bị khác thường kết hợp nền thủy tinh để che phủ các màn hình hiển thị, các thiết bị này thường có khả năng cảm ứng cho màn hình. Trong một số trường hợp, nền thủy tinh được mong muốn là giảm thiểu độ chói từ ánh sáng xung quanh và cải thiện trải nghiệm xúc giác khi nền thủy tinh được sử dụng làm bề mặt màn hình cảm ứng. Trong một số trường hợp, nền thủy tinh được mong muốn tối đa hóa độ bền cơ học, giúp chống lại sự nứt vỡ của nền thủy tinh khi nền thủy tinh bị va đập. Nền thủy tinh có thể giảm thiểu độ chói sau khi bề mặt của nền thủy tinh được cải biến, trong một quá trình được gọi là “tạo kết cấu”, để có các chi tiết bề mặt làm thay đổi sự phản xạ của ánh sáng. Ngoài ra, nền thủy tinh có thể tối đa hóa độ bền cơ học sau khi nền thủy tinh được cải biến, trong một quá trình được gọi là “tôi”, để có (các) vùng tiếp giáp với (các) bề mặt chính dưới ứng suất nén.

Tuy nhiên, có một vấn đề là nền thủy tinh đã được tạo kết cấu và được tôi có độ bền cơ học kém hơn so với nền thủy tinh đã được tôi nhưng không được tạo kết cấu. Nói cách khác, việc tạo kết cấu nền thủy tinh đã được tôi thường làm giảm độ bền cơ học đã được tạo ra cho nền thủy tinh thông qua quá trình tôi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế giải quyết vấn đề đó bằng cách cải biến nền thủy tinh mà vừa được tạo kết cấu để tạo ra các chi tiết bề mặt và vừa được tôi để tạo ra (các) vùng ứng suất nén để loại bỏ từ 0,5 μm đến 2 μm độ dày của (các) vùng đã được tạo kết cấu dưới ứng suất nén. Chất khắc ăn mòn nhẹ, như axit flohydric pha loãng, hoặc bazơ,

như natri hydroxit có thể được sử dụng để loại bỏ từ 0,5 μm đến 2 μm độ dày của (các) vùng đã được tạo kết cấu dưới ứng suất nén. Việc loại bỏ độ dày trong phạm vi đó không làm thay đổi đáng kể đặc tính giảm chói (độ mờ) đã được tạo ra trong quá trình tạo kết cấu.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, phương pháp cải biến nền thủy tinh bao gồm: với nền thủy tinh có vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất đến độ sâu nén, và bề mặt thứ nhất có các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh, loại bỏ một phần vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới vẫn có các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm. Theo một phương án, độ sâu nén (DOC) dưới ứng suất nén, trước khi một phần của nó được loại bỏ, ít nhất là 20 μm vào nền thủy tinh tính từ bề mặt thứ nhất. Theo một phương án, vùng dưới ứng suất nén có ứng suất nén lớn nhất, giá trị tuyệt đối của nó ít nhất là 200 MPa. Theo một phương án, phần của vùng dưới ứng suất nén được loại bỏ có độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm . Theo một phương án, việc loại bỏ phần của vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới bao gồm việc cho bề mặt thứ nhất tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn nhẹ bao gồm axit flohydric, hoặc hydroxit kiềm. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn nhẹ là chất lỏng có phần trăm khối lượng của axit flohydric nằm trong khoảng từ 1% khối lượng đến 5% khối lượng. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn nhẹ tiếp xúc với nền thủy tinh trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 30 giây đến 5 phút. Theo một phương án, nền thủy tinh có bề mặt thứ hai ít nhất gần như song song với bề mặt thứ nhất, và độ dày giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, độ dày này nhỏ hơn 1 mm.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, phương pháp cải biến nền thủy tinh bao gồm: tạo ra các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh trên bề mặt thứ nhất của nền thủy tinh, các chi tiết bề mặt đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm; tạo ra vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén, vùng này kéo dài từ bề mặt thứ nhất đến độ sâu nén; và loại bỏ một phần của vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới vẫn có các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10

nm đến 2000 nm. Theo một phương án, việc tạo ra các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh trên bề mặt thứ nhất của nền thủy tinh bao gồm việc cho nền thủy tinh tiếp xúc với chất khắc ăn mòn tạo kết cấu. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn tạo kết cấu bao gồm: (a) axit flohydric; (b) muối có cation amoni hoặc cation kiềm; và (c) dung môi hữu cơ. Theo một phương án, muối bao gồm một hoặc nhiều amoni florua, amoni biflorua, kali florua, kali biflorua, natri florua, natri biflorua và kali clorua. Theo một phương án, dung môi hữu cơ bao gồm một hoặc nhiều rượu, glycol và glyxerol. Theo một phương án, nền thủy tinh có bề mặt thứ hai ít nhất gần như song song với bề mặt thứ nhất, và độ dày giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, độ dày này nhỏ hơn 1,0 mm. Theo một phương án, việc tạo ra vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén bao gồm việc đưa nền thủy tinh vào quy trình tôi hóa học trao đổi ion. Theo một phương án, độ sâu nén (DOC) dưới ứng suất nén, trước khi một phần của nó được loại bỏ, ít nhất là 20 μm vào nền thủy tinh tính từ bề mặt thứ nhất. Theo một phương án, phần của vùng dưới ứng suất nén được loại bỏ có độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm . Theo một phương án, quá trình tôi hóa học trao đổi ion bao gồm việc đặt nền thủy tinh vào bể muối nóng chảy nitrat kiềm bao gồm kali nitrat và natri nitrat có nồng độ kết hợp nằm trong khoảng từ 88% khối lượng đến 100% khối lượng, bể muối nóng chảy này có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 350°C đến 500°C. Theo một phương án, việc loại bỏ một phần của vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới bao gồm việc cho bề mặt thứ nhất tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn nhẹ là chất lỏng có phần trăm khối lượng của axit flohydric nằm trong khoảng từ 1% khối lượng đến 5% khối lượng. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn nhẹ tiếp xúc với nền thủy tinh trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 30 giây đến 5 phút. Theo một phương án, phương pháp này còn bao gồm, sau khi tạo ra các chi tiết bề mặt và trước khi tạo ra vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén, việc làm nhẵn các chi tiết bề mặt bằng cách cho nền thủy tinh tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng.

Các chi tiết và ưu điểm bổ sung sẽ được thể hiện trong phần mô tả chi tiết sau đây, và một phần sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này, nhờ phần mô tả đó hoặc được thừa nhận bằng cách thực hiện các phương

án như được mô tả ở đây, bao gồm phần mô tả chi tiết dưới đây, các yêu cầu bảo hộ cũng như các hình vẽ kèm theo.

Cần phải hiểu rằng, cả phần mô tả chung trên đây và mô tả chi tiết dưới đây chỉ nhằm mục đích minh họa, và dự định cung cấp tổng quan hoặc khung để hiểu bản chất và đặc điểm của các yêu cầu bảo hộ. Các hình vẽ kèm theo được đưa vào để giúp hiểu rõ hơn về sáng chế và được kết hợp vào và tạo thành một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ minh họa một hoặc nhiều phương án, và cùng với phần mô tả để giải thích các nguyên tắc và việc thực hiện các phương án khác nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là hình chiếu phối cảnh của nền thủy tinh, minh họa bề mặt thứ nhất song song với bề mặt thứ hai có độ dày giữa chúng;

Fig. 2 thể hiện hình vẽ mặt trước của nền thủy tinh trên Fig. 1, minh họa độ dày ngăn cách bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai;

Fig. 3 là sơ đồ phương pháp cải biến nền thủy tinh trên Fig. 1, để cải thiện độ bền cơ học của chúng;

Fig. 4 thể hiện hình vẽ mặt trước của nền thủy tinh trên Fig. 1 sau khi trải qua một bước của phương pháp trên Fig. 3, minh họa các chi tiết bề mặt trên bề mặt thứ nhất và hàng rào bảo vệ trên bề mặt thứ hai;

Fig. 5 thể hiện hình vẽ mặt trước của nền thủy tinh trên Fig. 4 sau khi trải qua một bước khác của phương pháp trên Fig. 3, minh họa các chi tiết bề mặt trên bề mặt thứ nhất đã được làm nhẵn sao cho các rãnh của các chi tiết bề mặt rộng hơn so với các đỉnh của các chi tiết bề mặt so với trên Fig. 4;

Fig. 6 thể hiện hình vẽ mặt trước của nền thủy tinh trên Fig. 5 không có hàng rào bảo vệ trên bề mặt thứ hai và sau khi trải qua một bước khác của phương pháp trên Fig. 3, minh họa các vùng ứng suất nén tiếp giáp với bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai;

Fig. 7 thể hiện hình vẽ mặt trước của nền thủy tinh trên Fig. 6 sau khi trải qua một bước khác của phương pháp trên Fig. 3, minh họa các phần bị loại bỏ của vùng ứng suất nén để xác định bề mặt thứ nhất mới và bề mặt thứ hai mới;

Fig. 8 là đồ thị xác suất Weibull cho thấy khả năng bị nứt vỡ của nền thủy tinh dưới dạng hàm của tải trọng trên nền thủy tinh, minh họa rằng nền thủy tinh có các chi tiết bề mặt và vùng ứng suất nén đã cải thiện độ bền cơ học khi các phần của vùng ứng suất nén đã được loại bỏ để xác định bề mặt thứ nhất mới; và

Fig. 9 là biểu đồ thể hiện chiều cao trung bình số học của các chi tiết bề mặt và phần trăm độ mờ, dưới dạng hàm của độ sâu của các phần của vùng ứng suất nén đã được loại bỏ để xác định bề mặt thứ nhất mới, minh họa rằng sự loại bỏ nhỏ đối với vùng ứng suất nén (ví dụ, nhỏ hơn 2 μm) gây ra sự giảm đáng kể chiều cao trung bình số học và độ mờ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sự tham chiếu chi tiết được đưa ra với các phương án được ưu tiên, các ví dụ được minh họa trong các hình vẽ kèm theo. Bất cứ khi nào có thể, các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng trong toàn bộ các hình vẽ để chỉ các chi tiết giống hoặc tương tự nhau.

Bây giờ tham khảo các hình vẽ Fig. 1 và 2, nền thủy tinh 10 bao gồm bề mặt thứ nhất 12 và bề mặt thứ hai 14, là những bề mặt chính của nền thủy tinh 10. Theo phương án được minh họa, bề mặt thứ hai 14 ít nhất gần như song song với bề mặt thứ nhất 12, nhưng bề mặt thứ hai 14 không cần phải ít nhất gần như song song với bề mặt thứ nhất 12. Nền thủy tinh 10 có độ dày 16, được xác định là khoảng cách đường thẳng ngắn nhất giữa bề mặt thứ nhất 12 và bề mặt thứ hai 14. Độ dày 16 có thể là độ dày bất kỳ phù hợp với ứng dụng cụ thể của nền thủy tinh 10. Theo một phương án, độ dày 16 là 3,0 mm hoặc nhỏ hơn, như từ 0,1 mm đến 3,0 mm, như từ 0,5 mm đến 1,5 mm, và như 1,25 mm hoặc nhỏ hơn, và nhỏ hơn 1,0 mm. Theo một phương án, bề mặt thứ nhất 12 và bề mặt thứ hai 14 ít nhất có hình dạng gần như phẳng, song song và hình chữ nhật, để xác định chiều rộng 18 và chiều dài 20 của nền thủy tinh 10.

Nền thủy tinh 10 có thể có thành phần bất kỳ phù hợp cho ứng dụng của nền thủy tinh 10. Nền thủy tinh 10 có thể là thủy tinh aluminosilicat, thủy tinh bosilicat hoặc thủy tinh silicat. Theo một số phương án, nền thủy tinh 10 có khả năng trải qua quá trình tôi hóa học trao đổi ion, và như vậy, có thể là thủy tinh aluminosilicat

kiềm, thủy tinh bosilicat kiềm hoặc thủy tinh silicat kiềm (cũng có thể có các phiên bản kiềm thổ). Theo một số phương án, nền thủy tinh 10 có thành phần bao gồm hoặc chủ yếu bao gồm: từ khoảng 62% mol đến khoảng 70% mol SiO_2 ; từ 0% mol đến khoảng 18% mol Al_2O_3 ; từ 0% mol đến khoảng 10% mol B_2O_3 ; từ 0% mol đến khoảng 15% mol Li_2O ; từ 0% mol đến khoảng 20% mol Na_2O ; từ 0% mol đến khoảng 18% mol K_2O ; từ 0% mol đến khoảng 17% mol MgO ; từ 0% mol đến khoảng 18% mol CaO ; và từ 0% mol đến khoảng 5% mol ZrO_2 . Theo một số phương án, nền thủy tinh 10 có thành phần bao gồm hoặc chủ yếu bao gồm: từ khoảng 64% mol đến khoảng 69% mol SiO_2 ; từ khoảng 5% mol đến khoảng 12% mol Al_2O_3 ; từ khoảng 8% mol đến khoảng 23% mol B_2O_3 ; từ khoảng 0,5% mol đến khoảng 2,5% mol MgO ; từ khoảng 1% mol đến khoảng 9% mol CaO ; từ khoảng 0% mol đến khoảng 5% mol SrO ; từ khoảng 0% mol đến khoảng 5% mol BaO ; từ khoảng 0,1% mol đến khoảng 0,4% mol SnO_2 ; từ khoảng 0% mol đến khoảng 0,1% mol ZrO_2 ; và từ khoảng 0% mol đến khoảng 1% mol Na_2O . Nền thủy tinh 10 có thể kéo xuống được - tức là, được tạo thành bằng các phương pháp như quy trình kéo qua khe hoặc kéo dung hợp.

Bây giờ, tham khảo đến Fig. 3, phương pháp 22 cải biến nền thủy tinh 10 được minh họa. Trong bước 24 tùy chọn, phương pháp 22 bao gồm việc đặt hàng rào bảo vệ 26 (như màng hoặc lớp phủ) lên một trong các bề mặt của nền thủy tinh 10, như bề mặt thứ hai 14. Hàng rào bảo vệ 26 duy trì trạng thái của bề mặt thứ hai được bảo vệ 14 trong các bước bổ sung của phương pháp 22 được mô tả ở đây. Hàng rào bảo vệ 26 có thể là màng nhựa và có thể chống axit. Ví dụ về hàng rào bảo vệ 26 như vậy là màng polyme kết dính ANT-200 (từ Seil Hi-Tec, South Korea).

Đề cập thêm đến Fig. 4, ở bước 28, phương pháp 22 còn bao gồm việc tạo ra các chi tiết bề mặt 30 với các đỉnh 32 và các rãnh 34 trên bề mặt thứ nhất 12 (bề mặt không được bảo vệ) của nền thủy tinh 10. Như đã đề cập, bước 28 tạo ra các chi tiết bề mặt 30, đôi khi được gọi là “tạo kết cấu”. Chi tiết bề mặt 30 có thể khuếch tán (tán xạ) ánh sáng phản xạ và do đó được tạo ra để đem lại cho nền thủy tinh 10 các đặc tính chống chói. Việc tạo ra các chi tiết bề mặt 30 thay đổi kết cấu hoặc cảm giác của bề mặt thứ nhất 12 của nền thủy tinh 10, điều này có thể mong muốn đối với nền thủy tinh 10 được sử dụng trong các ứng dụng màn hình cảm ứng. Có nhiều

cách khác nhau để định lượng mức độ “tạo kết cấu”, như đo khoảng cách ngang giữa các đỉnh liền kề 32 và khoảng cách dọc giữa đỉnh 32 và rãnh liền kề 34. Một trong những định lượng như vậy là trung bình độ nhám (R_a), là giá trị trung bình số học của các giá trị tuyệt đối của độ lệch dọc so với đường trung bình ngang của đỉnh 32 và rãnh 34. Theo các phương án, sau khi tạo ra chi tiết bề mặt 30, độ nhám trung bình (R_a) của bề mặt thứ nhất 12 nằm trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm.

Theo một phương án của phương pháp 22, việc cho nền thủy tinh 10 tiếp xúc với chất khắc ăn mòn tạo kết cấu sẽ tạo ra các chi tiết bề mặt 30 trên bề mặt thứ nhất 12 của nền thủy tinh 10. Ví dụ, nền thủy tinh 10 có thể được nhúng vào, ngâm vào, hoặc phun một phần hoặc hoàn toàn một cách có chọn lọc với chất khắc ăn mòn tạo kết cấu dạng lỏng (“ướt”) bao gồm: (a) axit flohydric; (b) muối có cation amoni hoặc cation kiềm; và (c) dung môi hữu cơ. Axit flohydric phản ứng với bề mặt thứ nhất 12 của nền thủy tinh 10, do đó tạo ra các sản phẩm phụ, sau đó phản ứng với muối để tạo thành các tinh thể trên bề mặt thứ nhất 12 của nền thủy tinh 10. Axit flohydric tiếp tục ăn mòn ưu tiên xung quanh các tinh thể tạo ra các chi tiết bề mặt 30. Dung môi hữu cơ tiếp tục hoạt động như một chất làm ướt giữa bề mặt thứ nhất 12 của nền thủy tinh 10 và muối. Ví dụ về muối bao gồm một hoặc nhiều amoni florua, amoni biflorua, kali florua, kali biflorua, natri florua, natri biflorua và kali clorua. Ví dụ về dung môi hữu cơ bao gồm một hoặc nhiều rượu, glycol và glyxerol. Sau một thời gian đủ để đem lại độ nhám trung bình mong muốn (R_a) (hoặc bất kỳ phép định lượng nào khác được sử dụng), nền thủy tinh 10 được loại bỏ khỏi sự tiếp xúc với chất khắc ăn mòn tạo kết cấu, rửa sạch bằng nước (tốt hơn là nước đã khử ion) và làm khô. Ngoài kỹ thuật khắc ăn mòn hóa học ướt vừa được mô tả và các kỹ thuật khắc ăn mòn hóa học ướt khác, các kỹ thuật khác như mài, tạo nhám bằng nhiệt, phun cát, cắt laze, khắc ăn mòn ion phản ứng, khắc ăn mòn plasma, và như các phương pháp làm nhám, hoặc các kết hợp chúng, có thể được chọn để tạo ra các chi tiết bề mặt 30.

Đề cập thêm đến Fig. 5, phương pháp 22 tùy ý bao gồm thêm, ở bước 36, việc làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30 được tạo ra ở bề mặt thứ nhất 12. Sau bước 36 ở trên để tạo ra các chi tiết bề mặt 30, các chi tiết bề mặt 30 có thể có các đỉnh 32 cao hơn mong muốn so với chiều rộng của các rãnh 34. Chi tiết bề mặt 30 có dạng

hình học như vậy có thể tập trung ứng suất trong quá trình biến dạng của nền thủy tinh 10, như sự uốn cong. Việc làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30 sẽ mở rộng các rãnh 34 của các chi tiết bề mặt 30 và thu hẹp khoảng cách giữa các chi tiết bề mặt 30 liên kề, nhưng không làm giảm đáng kể chiều cao của các đỉnh 32 (do đó không làm thay đổi đáng kể độ nhám trung bình (R_a) của các chi tiết bề mặt 30). Việc làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30 làm giảm nồng độ ứng suất đã nói ở trên trong quá trình biến dạng của nền thủy tinh 10. Hành động làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30 có thể được gọi là “đánh bóng”. Theo một phương án, để làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30, nền thủy tinh 10 được cho tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng, như nhúng nền thủy tinh 10 trong chất khắc ăn mòn đánh bóng dạng lỏng. Các chất khắc ăn mòn đánh bóng làm ví dụ bao gồm axit như axit flohydric, hoặc bazơ như hydroxit kiềm (ví dụ, natri hydroxit, kali hydroxit, v.v.). Ví dụ, nếu chất khắc ăn mòn đánh bóng là hydroxit kiềm như natri hydroxit, kali hydroxit, v.v. hoặc hỗn hợp của các hóa chất này thì những hóa chất này có thể được sử dụng trong quá trình khắc ăn mòn trong đó các hóa chất có nồng độ từ 5% khối lượng đến 50% khối lượng, nhiệt độ khắc ăn mòn từ 90°C đến 140°C, và thời gian khắc ăn mòn từ 10 phút đến 120 phút. Các axit khoáng như axit sulfuric và axit nitric có thể được thêm vào axit flohydric, nếu sử dụng axit flohydric. Theo các phương án, sau khi làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30, độ nhám trung bình (R_a) của bề mặt thứ nhất 12 vẫn nằm trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn đánh bóng là chất lỏng có phần trăm khối lượng của axit flohydric nằm trong khoảng từ 1% khối lượng đến 5% khối lượng và chất khắc ăn mòn đánh bóng tiếp xúc với nền thủy tinh 10 trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 30 giây đến 5 phút. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn đánh bóng là chất lỏng bao gồm một hoặc nhiều hydroxit kiềm, và chất khắc ăn mòn nhẹ tiếp xúc với nền thủy tinh 10 trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 2 phút đến 1 giờ. Sau khi tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng, nền thủy tinh 10 được rửa sạch bằng nước, tốt hơn là nước đã khử ion.

Đề cập thêm đến Fig. 6, phương pháp 22 còn bao gồm, ở bước 38, việc tạo ra vùng 40 của nền thủy tinh 10, tiếp giáp với bề mặt thứ nhất 12, dưới ứng suất nén (“CS”). Vùng 40 kéo dài từ bề mặt thứ nhất 12 đến độ sâu nén 42. Bước 38 cũng có thể tạo ra vùng thứ hai 44 của nền thủy tinh 10, tiếp giáp với bề mặt thứ hai 14, mà

chịu ứng suất nén. Vùng thứ hai 44 kéo dài từ bề mặt thứ hai 14 đến độ sâu nén thứ hai 46. Việc tạo ra ứng suất nén này tại vùng 40 và vùng thứ hai 44 còn tạo ra vùng trung tâm 48 chịu ứng suất kéo, có giá trị lớn nhất tại tâm của vùng trung tâm 48, được gọi là lực căng trung tâm hoặc lực căng ở tâm (CT). Vùng trung tâm 48 kéo dài từ độ sâu nén 42, đến độ sâu nén thứ hai 46, và chịu ứng suất kéo. Ứng suất kéo của vùng trung tâm 48 cân bằng hoặc trung hòa các ứng suất nén của vùng 40 và vùng thứ hai 44. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ “độ sâu nén” và “DOC” đề cập tới độ sâu mà tại đó ứng suất trong nền thủy tinh 10 thay đổi từ ứng suất nén thành ứng suất kéo. Tại độ sâu nén 42, ứng suất chuyển từ ứng suất dương (nén) sang ứng suất âm (kéo) và vì thế có giá trị bằng không. Các độ sâu nén 42, 46 bảo vệ nền thủy tinh 10 khỏi sự lan truyền của các vết rạn do sự va chạm mạnh đối với bề mặt thứ nhất và/hoặc thứ hai 12, 14 của nền thủy tinh 10, trong khi ứng suất nén CS giảm thiểu khả năng phát triển vết rạn và xuyên qua các độ sâu nén 42, 46 của các vùng 40, 44 tương ứng. Theo các phương án, các độ sâu nén 42, 46 mỗi độ sâu ít nhất là 20 μm vào nền thủy tinh 10 từ bề mặt thứ nhất 12 và từ bề mặt thứ hai 14 tương ứng.

Hai phương pháp trích xuất profin ứng suất chi tiết và chính xác (ứng suất là hàm số của độ sâu) cho nền thủy tinh 10 với các vùng 40, 44 chịu ứng suất nén được bộc lộ trong Patent Mỹ số 9,140,543, có tên “Systems and Methods for Measuring the Stress Profile of Ion-Exchanged Glass, filed by Douglas Clippinger Allan *et al.* vào ngày 3/5/2012, và yêu cầu hưởng quyền ưu tiên của đơn tạm thời Mỹ số 61/489,800, có cùng tên, và được nộp ngày 25/5/2011, nội dung của các tài liệu này được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn.

Theo các phương án, giá trị tuyệt đối của ứng suất nén CS tối đa trong các vùng ít nhất là 200 MPa, lên đến khoảng 400 MPa, hoặc lên đến khoảng 1000 MPa. Theo một số phương án, ứng suất nén CS tối đa được nằm tại các bề mặt 12, 14. Tuy nhiên, theo các phương án khác, ứng suất nén CS tối đa có thể được nằm tại các vùng ứng suất nén 40, 44 ở độ sâu nào đó dưới các bề mặt 12, 14 của nền thủy tinh 10.

“Độ sâu của lớp” (“depth of layer - DOL”), không nên nhầm lẫn với độ sâu nén, là độ sâu của các vùng 40, 44 chịu ứng suất nén khi được xác định bằng máy

đo ứng suất bề mặt (FSM) các phép đo sử dụng các dụng cụ bán sẵn trên thị trường như FSM-6000 (Luceo Co., Ltd., Tokyo, Japan). Các phương pháp đo ứng suất nén tại các bề mặt 12, 14 và độ sâu của lớp được mô tả trong ASTM 1422C-99, có tên “Standard Specification for Chemically Strengthened Flat Glass,” và ASTM 1279,19779 “Standard Test Method for Non-Destructive Photoelastic Measurement of Edge and Surface Stresses in Annealed, Heat-Strengthened, and Fully-Tempered Flat Glass” nội dung của các tài liệu này được kết hợp toàn bộ vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn. Theo các phương án, độ sâu của lớp đo được ít nhất là 5 μm .

Theo các phương án, bước 38 tạo vùng 40 của nền thủy tinh 10 dưới ứng suất nén bao gồm việc đưa nền thủy tinh 10 vào quy trình tôi hóa học trao đổi ion (tôi hóa học thường được gọi là “gia cường hóa học”). Trong quá trình tôi hóa học trao đổi ion, các ion ở hoặc gần các bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai 12, 14 của nền thủy tinh 10 được thay thế bằng - hoặc trao đổi với - các ion lớn hơn thường có cùng hóa trị hoặc trạng thái oxy hóa. Theo các phương án trong đó nền thủy tinh 10 chứa, về cơ bản là gồm, hoặc gồm thủy tinh aluminosilicat kiềm, thủy tinh bosilicat kiềm, hoặc thủy tinh silicat kiềm, các ion ở lớp bề mặt của thủy tinh và các ion lớn hơn là các cation kim loại kiềm hóa trị một, như Na^+ (khi Li^+ có mặt trong thủy tinh), K^+ , Rb^+ , và Cs^+ . Theo cách khác, cation hóa trị một ở, tại, hoặc gần các bề mặt 12, 14 có thể được thay thế bằng cation hóa trị một khác cation kim loại kiềm, chẳng hạn Ag^+ hoặc dạng tương tự.

Theo các phương án, quy trình trao đổi ion được thực hiện bằng cách nhúng nền thủy tinh 10 vào bể muối nóng chảy chứa các ion lớn hơn để được trao đổi với các ion nhỏ hơn trong nền thủy tinh 10. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng, các thông số của quy trình trao đổi ion, bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, thành phần và nhiệt độ bể, thời gian ngâm, số lần ngâm của thủy tinh trong bể muối (hoặc các bể), việc sử dụng nhiều bể muối, và các bước bổ sung như tôi, rửa và các bước tương tự, thông thường được xác định bởi thành phần của nền thủy tinh 10 và các độ sâu mong muốn của lớp và ứng suất nén của nền thủy tinh 10 mà phát sinh từ hoạt động gia cường. Bằng cách ví dụ, việc trao đổi ion của các nền thủy tinh chứa kim loại kiềm có thể đạt được bằng cách nhúng trong ít nhất một bể nóng chảy chứa muối như nhưng không bị giới hạn ở, nitrat, sulfat và

clorua của ion kim loại kiềm lớn hơn. Theo các phương án, bể muối nóng chảy là bể muối nóng chảy kiềm nitrat chứa kali nitrat và natri nitrat có nồng độ kết hợp nằm trong khoảng từ 88% khối lượng đến 100% khối lượng. Theo các phương án, bể muối nóng chảy chứa kali nitrat (0-100% khối lượng), natri nitrat (0-100% khối lượng), và lithi nitrat (0-12% khối lượng), kali nitrat và natri nitrat kết hợp có tỷ lệ phần trăm nằm trong khoảng từ 88% khối lượng đến 100% khối lượng. Theo các phương án, nhiệt độ của bể muối nóng chảy thường trong khoảng từ 350°C đến khoảng 500°C, trong khi thời gian ngâm trong khoảng từ khoảng 15 phút up đến khoảng 40 giờ, bao gồm từ khoảng 20 phút đến khoảng 10 giờ. Tuy nhiên, nhiệt độ và thời gian ngâm khác với phạm vi mô tả ở trên cũng có thể được sử dụng.

Đề cập thêm đến Fig. 7, phương pháp 22, ở bước 50, còn bao gồm việc loại bỏ phần 52 của vùng 40 dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất 12 vào độ sâu nén 42 để xác định bề mặt thứ nhất mới 54. Bề mặt thứ nhất mới 54 vẫn có các chi tiết bề mặt 30 với đỉnh 32 và rãnh 34, và độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm. Phần 52 của vùng 40 dưới ứng suất nén được loại bỏ có độ dày trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm . Nói cách khác, bước 50 làm giảm độ sâu nén 42 đi 0,5 μm đến 2 μm . Việc tạo ra vùng 40 của ứng suất nén ở bước 38 có thể tạo ra các khuyết tật được phân bố ngẫu nhiên lộ ra ở bề mặt thứ nhất 12 và kéo dài một khoảng cách nhỏ vào vùng 40 của ứng suất nén. Các khuyết tật này làm giảm độ bền cơ học của nền thủy tinh 10, như độ bền uốn đẳng lượng trực đơn điệu của nền thủy tinh 10. Việc loại bỏ có giới hạn đối với vùng 40 dưới ứng suất nén theo thứ tự từ 0,5 μm đến 2 μm (như nhỏ hơn 1 μm) làm giảm số lượng khuyết tật được phân bố ngẫu nhiên được tạo ra trong quá trình tạo ra vùng 40 của ứng suất nén và do đó, độ bền cơ học của nền thủy tinh 10 được cải thiện. Tuy nhiên, việc loại bỏ có giới hạn này duy trì phần lớn độ sâu nén 42 và do đó bảo toàn khả năng chống nứt vỡ mà vùng 40 của ứng suất nén cung cấp. Ngoài ra, việc loại bỏ có giới hạn này duy trì các chi tiết bề mặt 30 được tạo ra trong bước 28, sao cho các chi tiết bề mặt 30 này vẫn đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm, như đã đề cập ở trên. Theo các phương án, phần 55 của vùng 44 dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ hai 14 vào độ sâu nén 46 được loại bỏ thêm để xác định bề mặt thứ hai mới 56. Các phần 52, 55 được loại bỏ có độ sâu nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm

tạo ra sự cân bằng thích hợp giữa (1) có đủ độ sâu để loại bỏ các khuyết tật được tạo ra ở bề mặt thứ nhất 12 thông qua quá trình tôi ở bước 38 và (2) không đủ độ sâu để làm thay đổi đáng kể (a) đặc điểm tán xạ ánh sáng (tức là giảm chói) (độ mờ) của các chi tiết bề mặt 30 được tạo ra trong quá trình tạo kết cấu ở bước 28 và (b) gia cường ở độ sâu nén 42, 46 được tạo ra trong quá trình tôi ở bước 38.

Theo các phương án, bước 50 loại bỏ phần 52 của vùng 40 dưới ứng suất nén bao gồm việc cho bề mặt thứ nhất 12 tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ. Giống như chất khắc ăn mòn đánh bóng được mô tả ở trên, các ví dụ về chất khắc ăn mòn nhẹ bao gồm axit như axit flohydric, hoặc bazơ như hydroxit kiềm (ví dụ, natri hydroxit, kali hydroxit, v.v.). Ví dụ, nếu chất khắc ăn mòn đánh bóng là hydroxit kiềm như natri hydroxit, kali hydroxit, v.v. hoặc hỗn hợp của các hóa chất này thì những hóa chất này có thể được sử dụng trong quá trình khắc ăn mòn trong đó các hóa chất có nồng độ từ 5% khối lượng đến 50% khối lượng, nhiệt độ khắc ăn mòn từ 90°C đến 140°C, và thời gian khắc ăn mòn từ 10 phút đến 120 phút. Các axit khoáng như axit sulfuric và axit nitric có thể được thêm vào axit flohydric, nếu sử dụng axit flohydric. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn nhẹ là chất lỏng có phần trăm khối lượng của axit flohydric nằm trong khoảng từ 1% khối lượng đến 5% khối lượng, và chất khắc ăn mòn nhẹ này tiếp xúc với nền thủy tinh 10 trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 30 giây đến 5 phút. Theo một phương án, chất khắc ăn mòn nhẹ là chất lỏng bao gồm một hoặc nhiều hydroxit kiềm, và chất khắc ăn mòn nhẹ tiếp xúc với nền thủy tinh 10 trong khoảng thời gian nằm trong khoảng từ 2 phút đến 1 giờ. Sau khi tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ, nền thủy tinh 10 được rửa sạch bằng nước, tốt hơn là nước đã khử ion. Việc cho bề mặt thứ nhất 12 tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ được ưu tiên hơn so với việc đánh bóng cơ học nhẹ bề mặt thứ nhất 12 vì các phương pháp đánh bóng cơ học hiện nay sẽ làm thay đổi đáng kể các chi tiết bề mặt 30 và tính năng quang học (như độ mờ) của nền thủy tinh 10 được tạo kết cấu. Ngoài ra, một số quá trình trao đổi ion có thể làm cho nước xâm nhập vào bề mặt thứ nhất 12 của nền thủy tinh 10, dẫn đến nền thủy tinh 10 có biên dạng hydro vào độ sâu của nền thủy tinh 10. Chất khắc ăn mòn nhẹ loại bỏ hoặc ít nhất là loại bỏ một phần cấu hình hydro ra khỏi nền thủy tinh 10 mà không làm thay đổi đáng kể các chi tiết bề mặt 30, trong khi việc đánh bóng cơ học

không thể loại bỏ biên dạng hydro mà không làm thay đổi hoặc phá hủy đáng kể các chi tiết bề mặt 30.

Sau khi hoàn thành phương pháp 22 cải biến nền thủy tinh 10, nền thủy tinh 10 có các đặc tính quang học mong muốn, như trị số độ mờ mong muốn, được tạo ra bởi các chi tiết bề mặt 30 của bề mặt thứ nhất 12. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “độ mờ” để chỉ phần trăm ánh sáng được truyền tán xạ bên ngoài theo hình nón có góc $\pm 4,0^\circ$ theo tiêu chuẩn ASTM D1003, nội dung của tiêu chuẩn này được kết hợp ở đây bằng cách tham khảo đến toàn bộ nội dung của chúng. Đối với bề mặt nhẵn về mặt quang học, độ mờ truyền qua nói chung là gần 0. Theo một phương án, nền thủy tinh 10 có độ mờ trong khoảng từ 1% đến 100%. Theo một phương án, nền thủy tinh 10 có độ mờ nhỏ hơn khoảng 50%. Theo một phương án, nền thủy tinh 10 có độ mờ nhỏ hơn khoảng 30%.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các mẫu của nền thủy tinh 10 đã được chuẩn bị. Mỗi mẫu nền thủy tinh 10 có chiều dài 50 mm, chiều rộng 50 mm và độ dày 0,8 mm.

Quá trình tôi hóa học. Tất cả các mẫu của nền thủy tinh 10 đã được trải qua quá trình tôi hóa học trao đổi ion để tạo ra các vùng 40, 44 dưới ứng suất nén như trong bước 38 của phương pháp 22. Đặc biệt, trước quá trình trao đổi ion, hàng rào bảo vệ 26 bất kỳ trên bề mặt thứ hai 14 được loại bỏ. Sau đó, bề mặt thứ hai 14 được làm sạch, trong thời gian 12 phút, trong dung dịch tẩy rửa KOH nồng độ 2%, do Semiclean KG cung cấp, có nhiệt độ 70°C . Các mẫu của nền thủy tinh 10 sau đó được đặt trong bể muối nóng chảy có 86,2% khối lượng KNO_3 , 11,8% khối lượng NaNO_3 và 2% khối lượng LiNO_3 trong khoảng thời gian 8,4 giờ. Bể muối nóng chảy có nhiệt độ 450°C .

Các mẫu đối chứng. Để chuẩn bị các mẫu đối chứng của nền thủy tinh 10, theo bước 24 của phương pháp 22, hàng rào bảo vệ 26 bằng màng nhựa được đặt trên bề mặt thứ hai 14 của mỗi mẫu nền thủy tinh 10. Những mẫu này sau đây được gọi là “mẫu đối chứng”. Sau đó, các mẫu đối chứng được tôi bằng hóa học, theo bước 38 của phương pháp 22, như được mô tả ở trên. Hai mươi bốn (24) mẫu đối chứng đã được chuẩn bị.

Các mẫu được tạo kết cấu. Ngoài bước 24 của phương pháp 22 để đặt hàng rào bảo vệ 26 trên bề mặt thứ hai 14, một phần mẫu của nền thủy tinh 10 đã được xử lý thêm theo bước 28 của phương pháp 22 để tạo ra các chi tiết bề mặt 30. Đặc biệt, các mẫu nền thủy tinh 10 này được cho tiếp xúc với chất khắc ăn mòn tạo kết cấu lỏng bao gồm axit flohydric 6% khối lượng, amoni florua 20% khối lượng, propylen glycol 15% khối lượng, với nước cân bằng. Nền thủy tinh 10 này tiếp xúc với chất khắc ăn mòn tạo kết cấu trong khoảng thời gian 8 phút và ở nhiệt độ phòng ($\sim 72^{\circ}\text{F}$). Các mẫu nền thủy tinh 10 này sau đó được rửa sạch bằng nước đã khử ion. Những mẫu này sau đây được gọi là “mẫu được tạo kết cấu”. Sau đó, các mẫu được tạo kết cấu được tôi bằng hóa học, theo bước 38 của phương pháp 22, như được mô tả ở trên. Hai mươi lăm (25) mẫu được tạo kết cấu đã được chuẩn bị.

Các mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ. Sau các bước 24, 28, 38 đặt hàng rào bảo vệ 26 trên bề mặt thứ hai 14, tạo ra các chi tiết bề mặt 30 trên bề mặt thứ nhất 12, và tôi bằng hóa học nền thủy tinh 10, một phần của các mẫu nền thủy tinh 10 được xử lý thêm theo bước 50 để loại bỏ phần 52 của vùng 40 dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất 12 vào độ sâu nén 42 để xác định bề mặt thứ nhất mới 54. Đặc biệt, các mẫu nền thủy tinh 10 này được cho tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ bao gồm axit flohydric 2,5% khối lượng trong nước cân bằng. Những mẫu nền thủy tinh 10 này tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ trong khoảng thời gian 1 phút và ở nhiệt độ trong phòng ($\sim 72^{\circ}\text{F}$). Các mẫu nền thủy tinh 10 này sau đó được rửa sạch bằng nước đã khử ion. Những mẫu này sau đây được gọi là “mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ”. Hai mươi ba (23) mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ đã được chuẩn bị.

Các mẫu được tạo kết cấu, đánh bóng, và được khắc ăn mòn nhẹ. Sau các bước 24, 28 là đặt hàng rào bảo vệ 26 trên bề mặt thứ hai 14 và tạo ra các chi tiết bề mặt 30 trên bề mặt thứ nhất 12, một phần của các mẫu nền thủy tinh 10 được xử lý theo bước 36 của phương pháp 22 để làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30 được tạo ra. Đặc biệt, các mẫu nền thủy tinh 10 này được cho tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng dạng lỏng bao gồm axit flohydric 2,5% khối lượng trong nước cân bằng. Những mẫu này tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng trong khoảng thời gian 2 phút và ở nhiệt độ trong phòng ($\sim 72^{\circ}\text{F}$). Các mẫu nền thủy tinh 10 này sau đó được

rửa sạch bằng nước đã khử ion. Sau đó, các mẫu này được tôi bằng hóa học, theo bước 38 của phương pháp 22, như được mô tả ở trên. Sau đó, các mẫu này được xử lý thêm theo bước 50 để loại bỏ phần 52 của vùng 40 dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất 12 vào độ sâu nén 42 để xác định bề mặt thứ nhất mới 54. Đặc biệt, các mẫu nền thủy tinh 10 này được cho tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ bao gồm axit flohydric 2,5% khối lượng trong nước cân bằng. Các mẫu này tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ trong khoảng thời gian 1 phút và ở nhiệt độ trong phòng ($\sim 72^{\circ}\text{F}$). Việc khắc ăn mòn nhẹ đã loại bỏ 0,7 μm bề mặt thứ nhất 12 để xác định bề mặt thứ nhất mới 54. Các mẫu nền thủy tinh 10 này sau đó được rửa sạch bằng nước đã khử ion. Những mẫu này sau đây được gọi là “mẫu được tạo kết cấu, đánh bóng, và được khắc ăn mòn nhẹ”. Hai mươi bốn (24) mẫu được tạo kết cấu, đánh bóng và được khắc ăn mòn nhẹ đã được chuẩn bị.

Độ bền uốn đẳng lượng trục đơn điều. Bây giờ, tham khảo đến Fig. 8, thử nghiệm tải trọng vòng trên vòng đến khi hỏng được thực hiện trên mỗi mẫu đã chuẩn bị theo ASTM C1499. Thử nghiệm tải trọng vòng trên vòng đến khi hỏng là một cách để xác định độ bền bề mặt của bề mặt thứ nhất 12 của nền thủy tinh 10 và kết quả kiểm tra tốt là mong muốn đối với nền thủy tinh được sử dụng trong các thiết bị được mô tả trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế mà nền thủy tinh che phủ các màn hình và được sử dụng trong các ứng dụng màn hình cảm ứng. Các thông số thử nghiệm tải trọng vòng trên vòng đến khi hỏng bao gồm bán kính tiếp xúc là 1,6 mm, đường kính vòng tải là 0,5 inơ, đường kính vòng hỗ trợ là 1 inơ và tốc độ con trượt là 1,2 mm/phút. Bề mặt thứ nhất 12 được đặt hướng xuống trên vòng. Thử nghiệm được thực hiện bằng máy thử nghiệm Instron 5967 Universal.

Các mẫu được tạo kết cấu cho thấy độ bền uốn thấp nhất, tiếp theo là các mẫu đối chứng. Như đã thảo luận ở trên, các chi tiết bề mặt 30 được tạo ra trong bước 28 tập trung ứng suất trong quá trình biến dạng của nền thủy tinh 10. Các mẫu đối chứng không có các chi tiết bề mặt 30 như vậy trong khi các mẫu được tạo kết cấu thì có. Sự tập trung của ứng suất trong quá trình áp dụng tải trọng vòng trên vòng trong các mẫu được tạo kết cấu dẫn đến các mẫu được tạo kết cấu dễ bị hỏng hơn so với các mẫu đối chứng.

Các mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ đem lại kết quả được cải thiện hơn so với các mẫu đối chứng. Như đã thảo luận ở trên, bước 38 là tạo ra vùng 40 dưới ứng suất nén có thể tạo ra các khuyết tật phân bố ngẫu nhiên lộ ra ở bề mặt thứ nhất 12 và kéo dài một khoảng cách nhỏ vào vùng 40 của ứng suất nén. Bước 50 là loại bỏ phần 52 của vùng ứng suất nén 40 đó thông qua việc tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ giúp loại bỏ nhiều khuyết tật. Các mẫu đối chứng, đã được xử lý bằng quá trình tôi hóa học, bao gồm các khuyết tật đó. Sự có mặt của những khuyết tật đó trong quá trình áp dụng tải trọng vòng trên vòng trong các mẫu đối chứng dẫn đến các mẫu đối chứng dễ bị hỏng hơn so với các mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ.

Các mẫu được tạo kết cấu, đánh bóng và được khắc ăn mòn nhẹ đem lại kết quả được cải thiện hơn so với các mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ. Như đã thảo luận ở trên, các chi tiết bề mặt 30 được tạo ra trong bước 28 tập trung ứng suất trong quá trình biến dạng của nền thủy tinh 10. Bước 36 là làm nhẵn các chi tiết bề mặt 30 thông qua việc tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng làm giảm sự tập trung ứng suất. Việc giảm sự tập trung ứng suất dẫn đến các mẫu được tạo kết cấu, đánh bóng và được khắc ăn mòn nhẹ ít dễ bị hỏng hơn so với các mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ.

Bước 50 là loại bỏ phần 52 của vùng ứng suất nén 40 thông qua việc tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ đã cải thiện đáng kể độ bền của các mẫu có các chi tiết bề mặt 30, như được thể hiện với các mẫu được tạo kết cấu và được khắc ăn mòn nhẹ và các mẫu được tạo kết cấu, đánh bóng, và được khắc ăn mòn nhẹ so với các mẫu được tạo kết cấu. Các mẫu được tạo kết cấu và khắc ăn mòn nhẹ và các mẫu được tạo kết cấu, đánh bóng và khắc ăn mòn nhẹ thậm chí còn tốt hơn các mẫu đối chứng. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, hiện nay cho rằng sự có mặt của các khuyết tật được tạo ra trong quá trình tôi hóa học ảnh hưởng có hại hơn đến độ bền bề mặt so với sự tập trung ứng suất khi uốn được tạo ra trong quá trình tạo ra các chi tiết bề mặt 30 (tạo kết cấu).

Hiệu quả của việc loại bỏ độ sâu nén dưới 2 μm . Bây giờ, tham khảo đến Fig. 9, chiều cao trung bình số học của các chi tiết bề mặt 30 (Sa, một thông số độ nhám bề mặt ba chiều) của bề mặt thứ nhất 12 và độ mờ (phần trăm) được tạo ra bởi

bề mặt thứ nhất 12 được lập thành bảng dưới dạng hàm của phần đã loại bỏ 52 của độ sâu nén 42 theo bước 50. Như đã minh họa, việc loại bỏ độ sâu dưới 2 μm sẽ chỉ có tác động nhỏ đến độ mờ và độ nhám bề mặt của bề mặt thứ nhất 12.

Cần phải hiểu rằng theo các phương án được bộc lộ ở đây, trong đó nền thủy tinh có thể được thay thế bằng các loại nền khác, chẳng hạn như, gốm thủy tinh hoặc gốm.

Sẽ là rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực rằng các biến đổi, các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra mà không lệch khỏi tinh thần hoặc phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp cải biến nền thủy tinh bao gồm các bước:

tạo ra nền thủy tinh có vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất đến độ sâu nén (depth of the compression-DOC), trong đó bề mặt thứ nhất có các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh, các chi tiết bề mặt này đem lại độ nhám trung bình (R_a) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm; và

loại bỏ một phần vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới vẫn có các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh đem lại độ nhám trung bình (R_a) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm,

trong đó việc loại bỏ một phần vùng dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới bao gồm việc cho bề mặt thứ nhất tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ là chất lỏng chứa axit flohydric nằm trong khoảng từ 1% khối lượng đến 5% khối lượng hoặc natri hydroxit nằm trong khoảng từ 5% khối lượng đến 50% khối lượng,

trong đó việc loại bỏ một phần vùng dưới ứng suất nén được thực hiện sao cho phần này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm ,

trong đó việc tiếp xúc được thực hiện trong 30 giây đến 5 phút với axit flohydric hoặc ở nhiệt độ từ 90°C đến 140°C trong 2 phút đến 120 phút với natri hydroxit, trong đó sự thay đổi về chiều cao trung bình số học (S_a) của các chi tiết bề mặt được đo trước và sau bước loại bỏ là nhỏ hơn 5%, và

ngoài ra, trong đó sự thay đổi về độ mờ được tạo ra bởi bề mặt thứ nhất được đo trước, và bề mặt thứ nhất mới được đo sau, bước loại bỏ là nhỏ hơn 5%.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó độ sâu nén (DOC), trước bước loại bỏ một phần vùng dưới ứng suất nén, ít nhất là 20 μm vào nền thủy tinh từ bề mặt thứ nhất.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vùng dưới ứng suất nén có ứng suất nén lớn nhất ít nhất là 200 MPa.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nền thủy tinh có bề mặt thứ hai ít nhất gần như song song với bề mặt thứ nhất, và có độ dày giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, độ dày này nhỏ hơn 1 mm.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước loại bỏ một phần vùng dưới ứng suất nén được thực hiện sao cho phần này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,7 μm đến 2 μm .

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc loại bỏ một phần vùng dưới ứng suất nén được thực hiện sao cho phần này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 1 μm , và ngoài ra, trong đó sự thay đổi về độ mờ và trung bình số học (Sa) được tạo ra bởi bề mặt thứ nhất được đo trước, và bề mặt thứ nhất mới được đo sau, bước loại bỏ là nhỏ hơn 2%.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó nền thủy tinh thể hiện độ bền đặc trưng (hệ số thang Weibull) ít nhất là 280 MPa sau các bước tạo ra và loại bỏ.

8. Phương pháp cải biến nền thủy tinh bao gồm các bước:

tạo ra các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh trên bề mặt thứ nhất của nền thủy tinh, các chi tiết bề mặt này đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm;

sau khi tạo ra các chi tiết bề mặt, làm nhẵn các chi tiết bề mặt bằng cách cho nền thủy tinh tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng sao cho các rãnh được mở rộng; sau khi làm nhẵn các chi tiết bề mặt, tạo ra vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén, vùng này kéo dài từ bề mặt thứ nhất đến độ sâu nén (DOC); và

loại bỏ một phần của vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới vẫn có các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh đem lại độ nhám trung bình (Ra) trong khoảng từ 10 nm đến 2000 nm, trong đó việc loại bỏ một phần vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén từ bề mặt thứ nhất vào độ sâu nén để xác định bề mặt thứ nhất mới bao gồm việc cho bề mặt

thứ nhất tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ là chất lỏng chứa natri hydroxit nằm trong khoảng từ 5% khối lượng đến 50% khối lượng, trong đó việc loại bỏ một phần vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén được thực hiện sao cho phần này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm , và ngoài ra, trong đó việc cho bề mặt thứ nhất tiếp xúc với chất khắc ăn mòn nhẹ được thực hiện ở nhiệt độ từ 90°C đến 140°C trong 2 phút đến 120 phút.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó việc tạo ra các chi tiết bề mặt với các đỉnh và rãnh trên bề mặt thứ nhất của nền thủy tinh bao gồm việc cho nền thủy tinh tiếp xúc với chất khắc ăn mòn tạo kết cấu.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó chất khắc ăn mòn tạo kết cấu bao gồm: (a) axit flohydric; (b) muối có cation amoni hoặc cation kiềm; và (c) dung môi hữu cơ.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó muối bao gồm một hoặc nhiều amoni florua, amoni biflorua, kali florua, kali biflorua, natri florua, natri biflorua và kali clorua; và trong đó dung môi hữu cơ bao gồm một hoặc nhiều rượu, glycol và glyxerol.

12. Phương pháp theo điểm 8, trong đó nền thủy tinh có bề mặt thứ hai ít nhất gần như song song với bề mặt thứ nhất, và có độ dày giữa bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, độ dày này nhỏ hơn 1,0 mm.

13. Phương pháp theo điểm 8, trong đó việc tạo ra vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén bao gồm việc đưa nền thủy tinh vào quá trình tôi hóa học trao đổi ion.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó quá trình tôi hóa học trao đổi ion bao gồm việc đặt nền thủy tinh vào bể muối nóng chảy nitrat kiềm bao gồm kali nitrat và natri nitrat có nồng độ kết hợp trong khoảng từ 88% khối lượng đến 100% khối lượng, bể muối nóng chảy này có nhiệt độ trong khoảng từ 350°C đến 500°C.

15. Phương pháp theo điểm 8, trong đó độ sâu nén (DOC), trước bước loại bỏ một phần của vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén, ít nhất là 20 μm vào nền thủy tinh từ bề mặt thứ nhất.

16. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước loại bỏ một phần vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén được thực hiện sao cho phần này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,7 μm đến 2 μm .

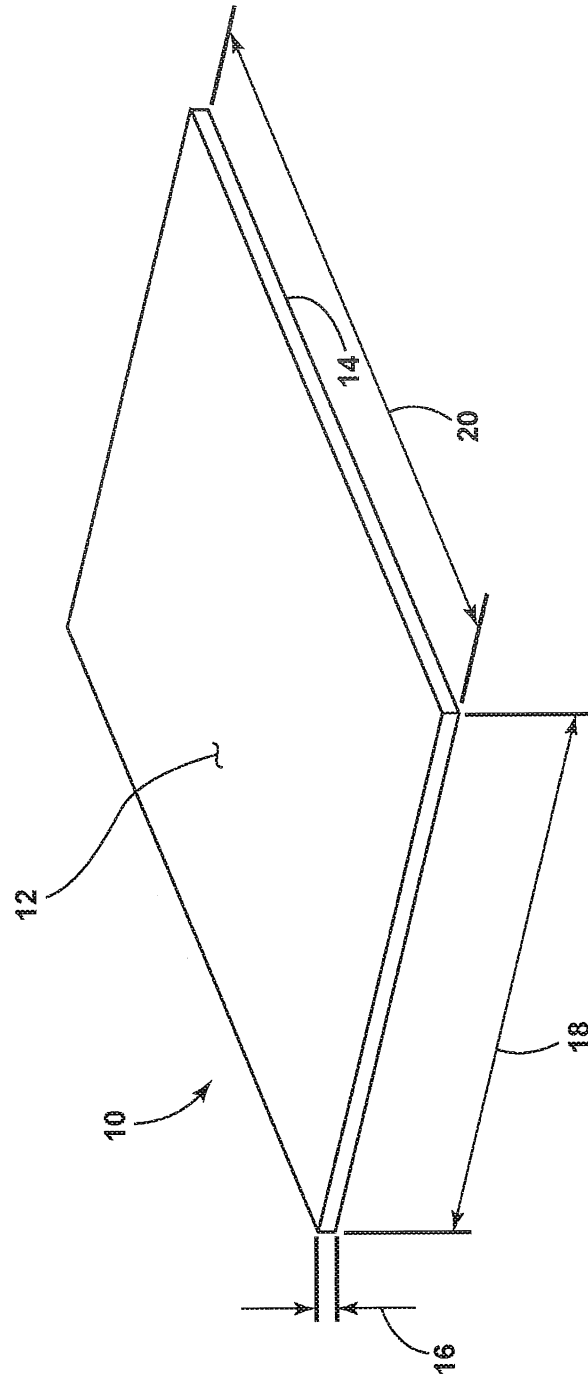
17. Phương pháp theo điểm 8, trong đó chất khắc ăn mòn đánh bóng bao gồm một hoặc nhiều hydroxit kiềm ở nồng độ từ 5% khối lượng đến 50% khối lượng, và việc làm nhẵn các chi tiết bề mặt bằng cách cho nền thủy tinh tiếp xúc với chất khắc ăn mòn đánh bóng được thực hiện sao cho chất khắc ăn mòn đánh bóng tiếp xúc với nền thủy tinh trong khoảng thời gian từ 10 phút đến 120 phút và ở nhiệt độ trong khoảng từ 90°C đến 140°C.

18. Phương pháp theo điểm 8, trong đó sự thay đổi về chiều cao trung bình số học (Sa) của các chi tiết bề mặt được đo trước và sau bước loại bỏ là nhỏ hơn 5%, và ngoài ra, trong đó sự thay đổi về độ mờ được tạo ra bởi bề mặt thứ nhất được đo trước, và bề mặt thứ nhất mới được đo sau, bước loại bỏ là nhỏ hơn 5%.

19. Phương pháp theo điểm 8, trong đó việc loại bỏ một phần của vùng dưới ứng suất nén được thực hiện sao cho phần này có độ dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 1 μm , và ngoài ra, trong đó sự thay đổi về độ mờ và giá trị trung bình số học (Sa) được tạo ra bởi bề mặt thứ nhất được đo trước, và bề mặt thứ nhất mới được đo sau, bước loại bỏ là nhỏ hơn 2%.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó nền thủy tinh thể hiện độ bền đặc trưng (hệ số thang đo Weibull) ít nhất là 390 MPa sau các bước tạo ra các chi tiết bề mặt, làm nhẵn các chi tiết bề mặt, tạo ra vùng của nền thủy tinh dưới ứng suất nén, và loại bỏ một phần vùng của nền thủy tinh.

1/9

**FIG. 1**

2/9

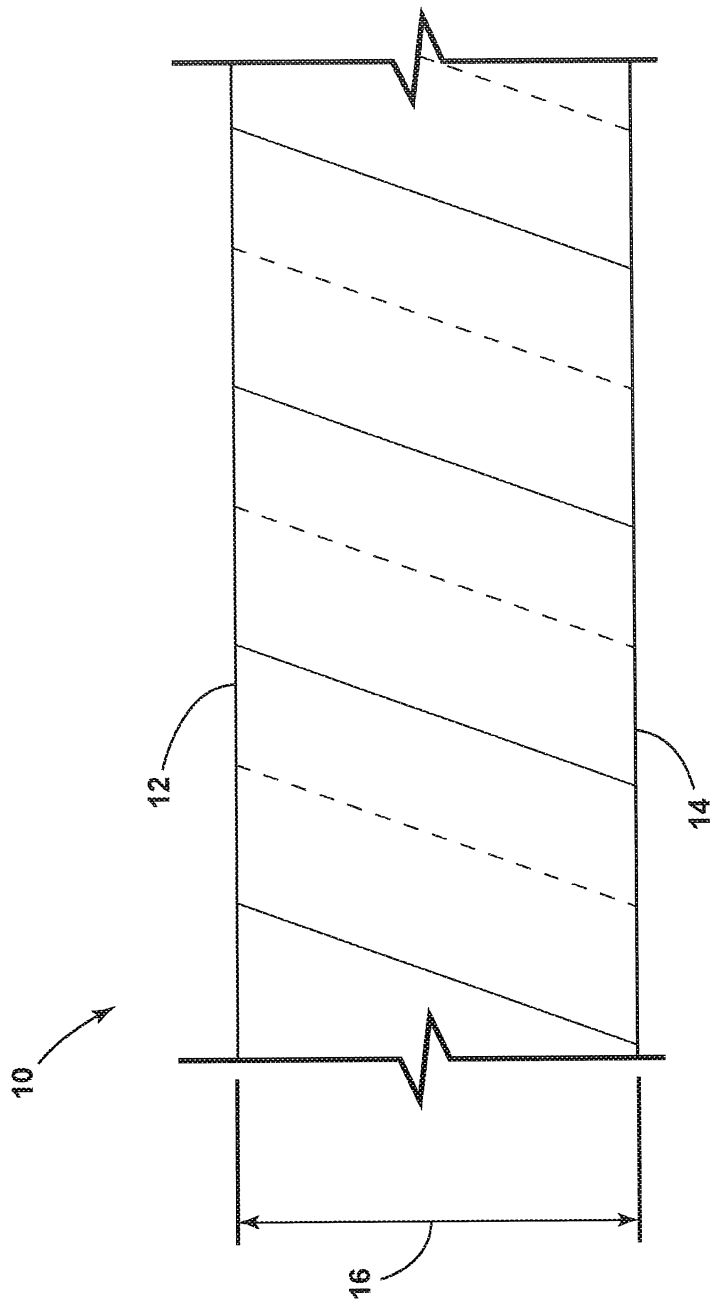


FIG. 2

3/9

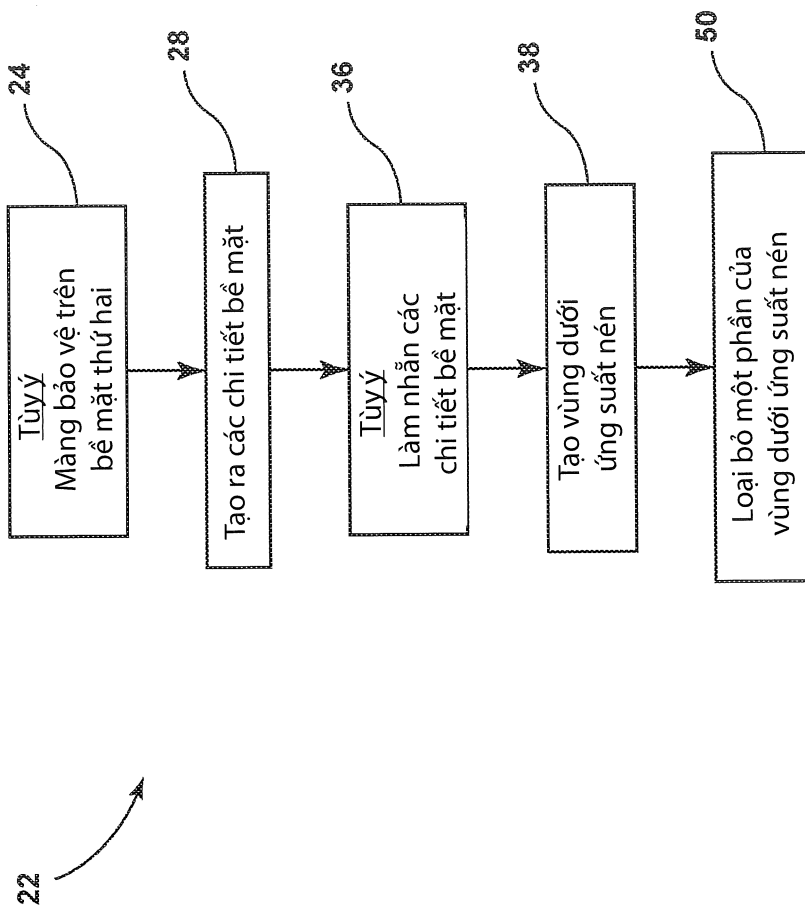


FIG. 3

4/9

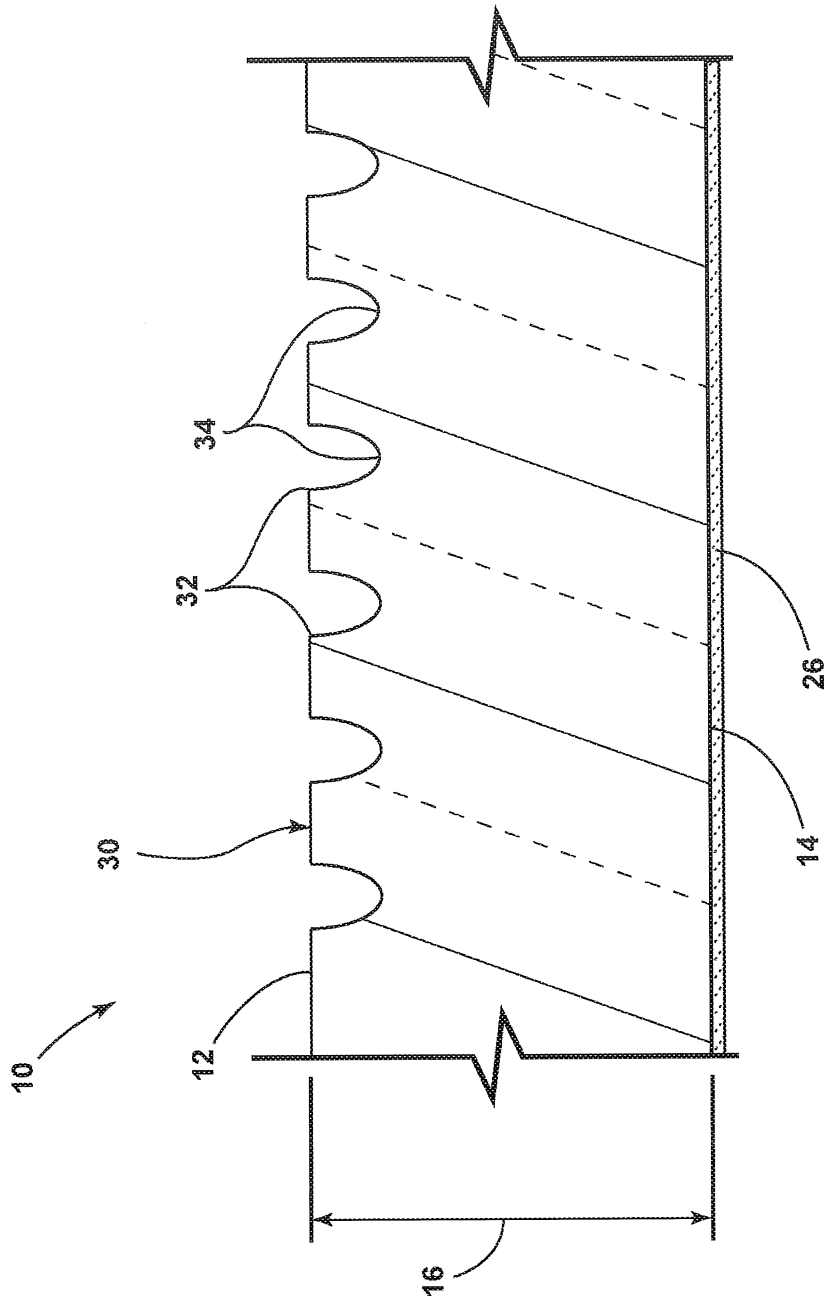


FIG. 4

5/9

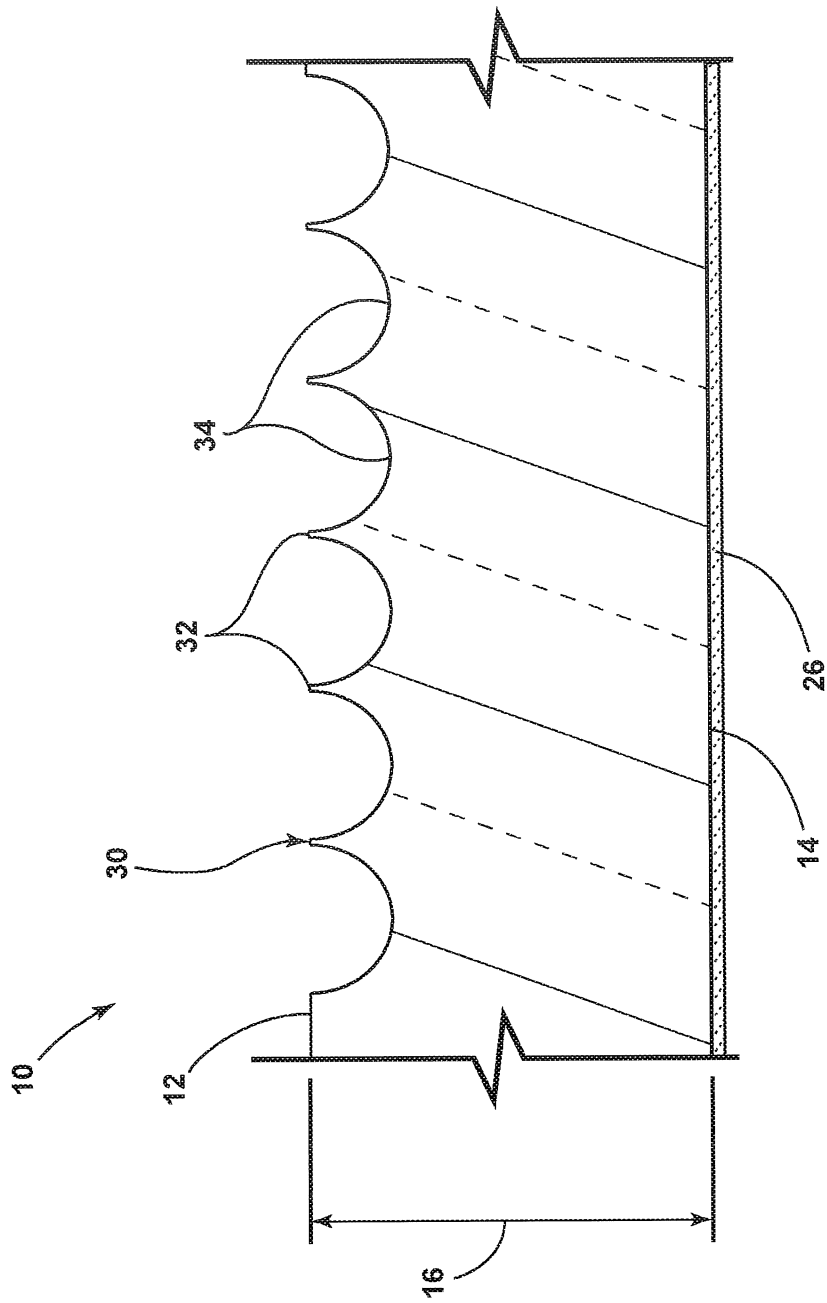


FIG. 5

6/9

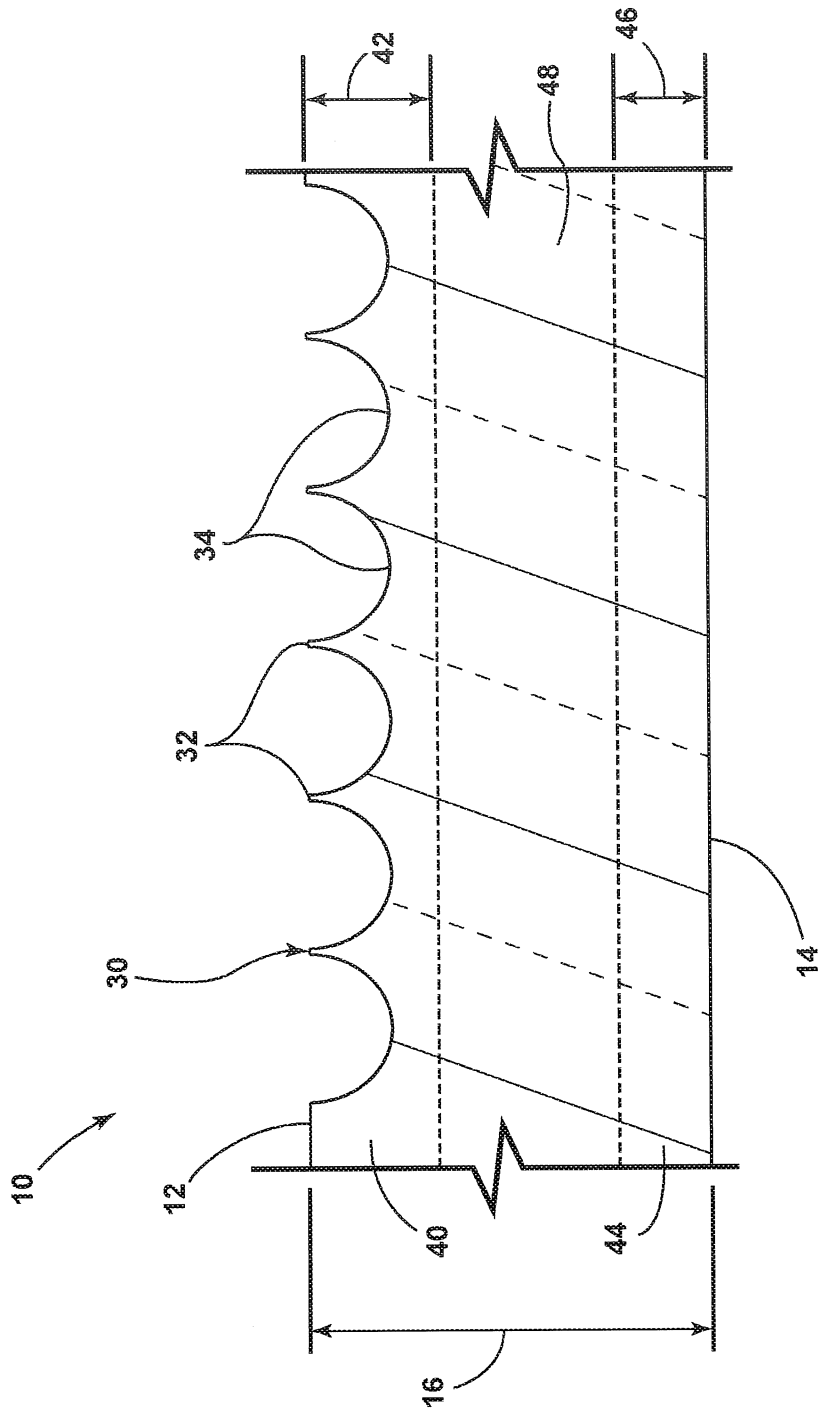


FIG. 6

7/9

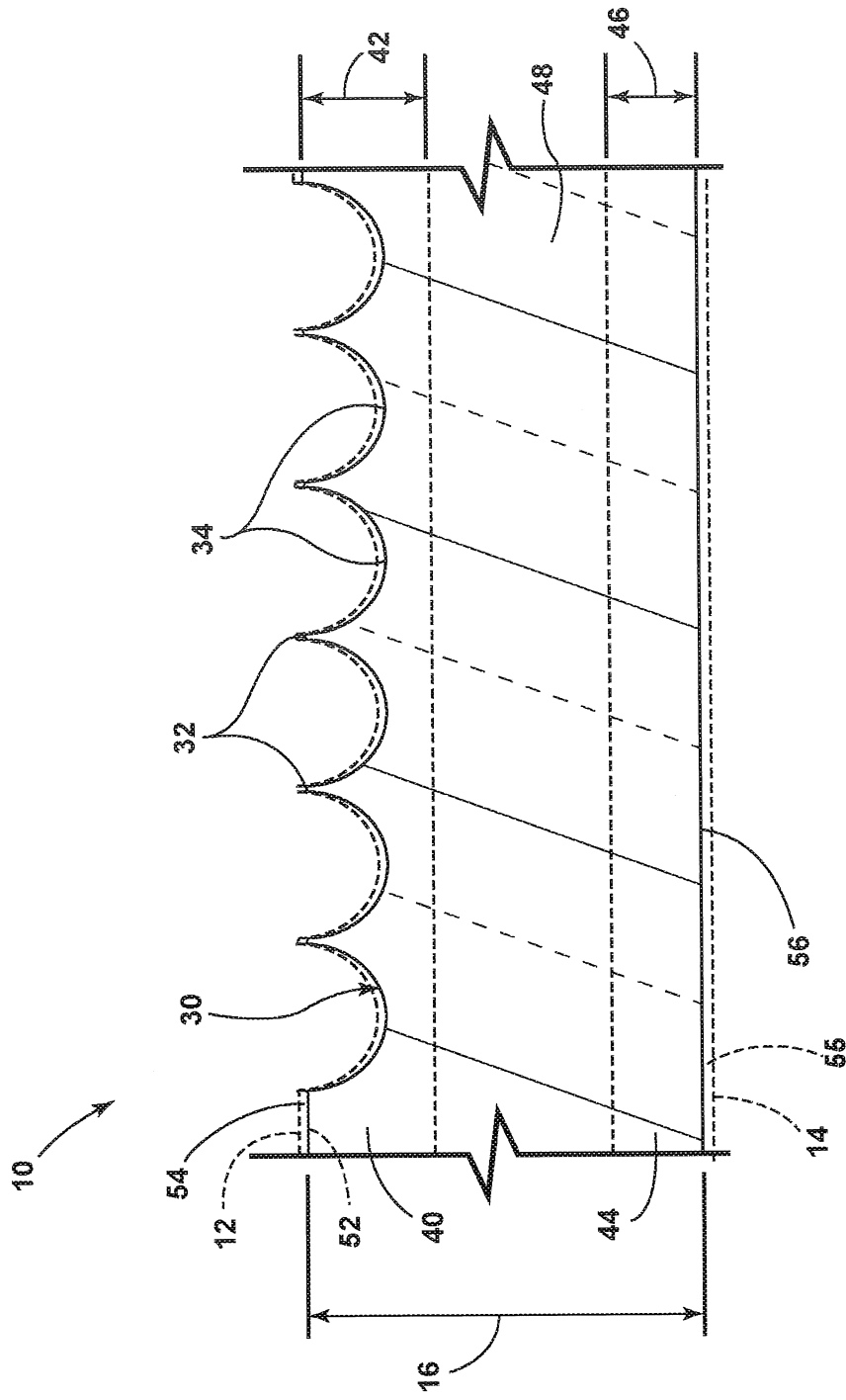


FIG. 7

Đồ thị xác suất cho nền không tạo kết cấu, tạo kết cấu, tạo kết cấu + khắc ăn mòn nhẹ, tạo kết cấu + đánh bóng
Weibull - 95%
Dữ liệu hoàn chỉnh - Đánh giá ML

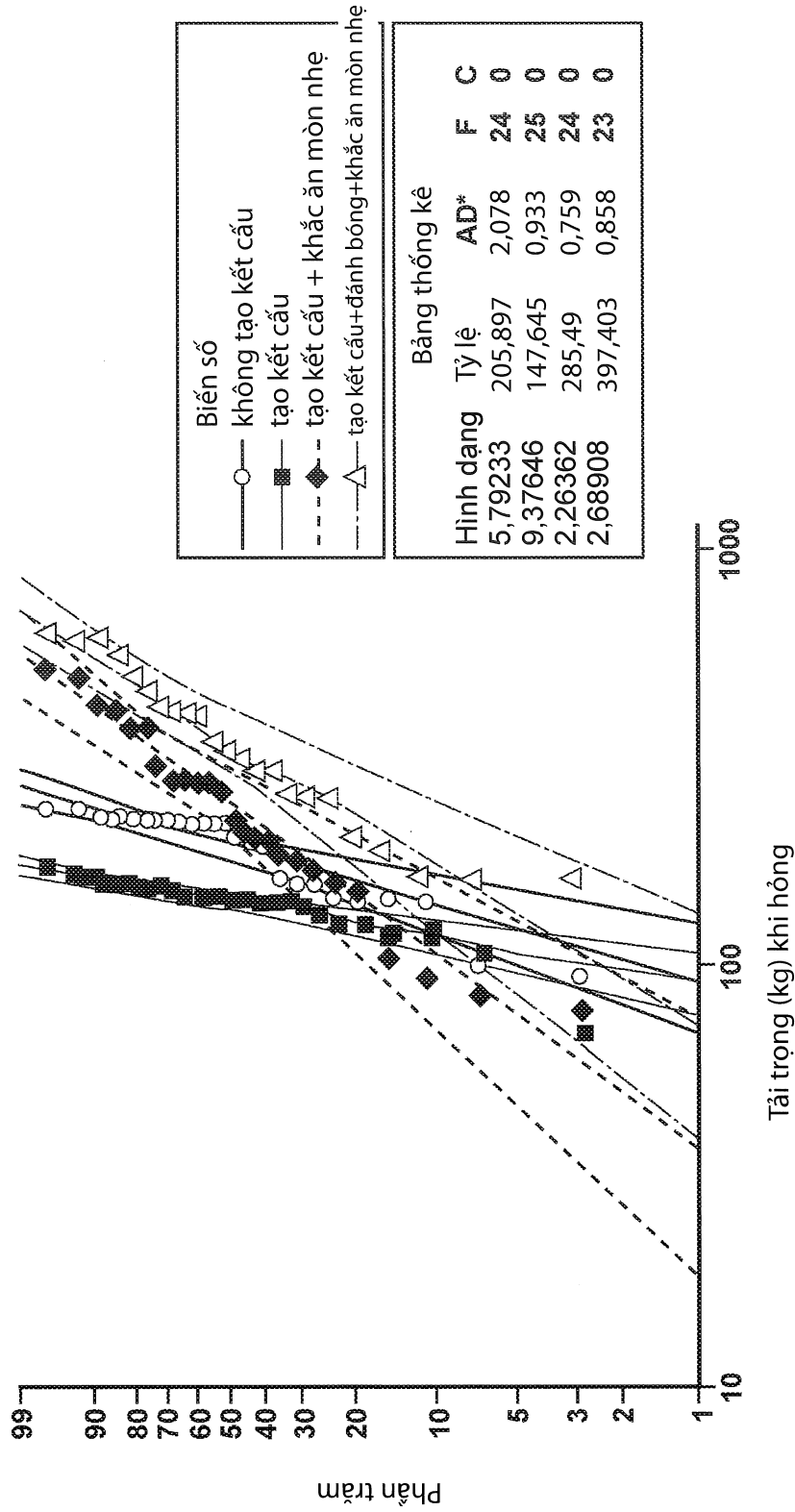


FIG. 8

9/9

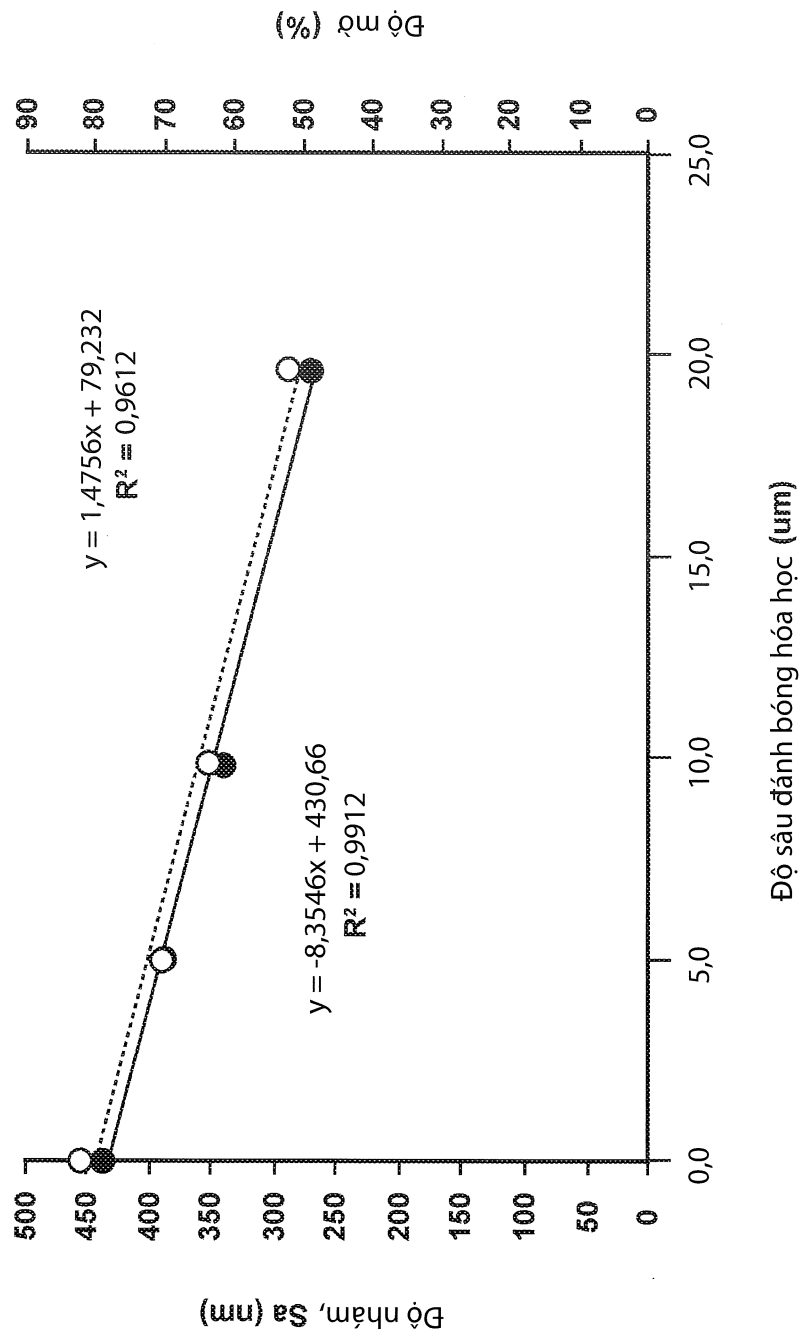


FIG. 9