



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

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

(11)



1-0041794

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

(13) B

(21) 1-2020-04352

(22) 15/05/2018

(86) PCT/CN2018/086879 15/05/2018

(87) WO/2019/218155 21/11/2019

(45) 25/11/2024 440

(43) 26/04/2021 397

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

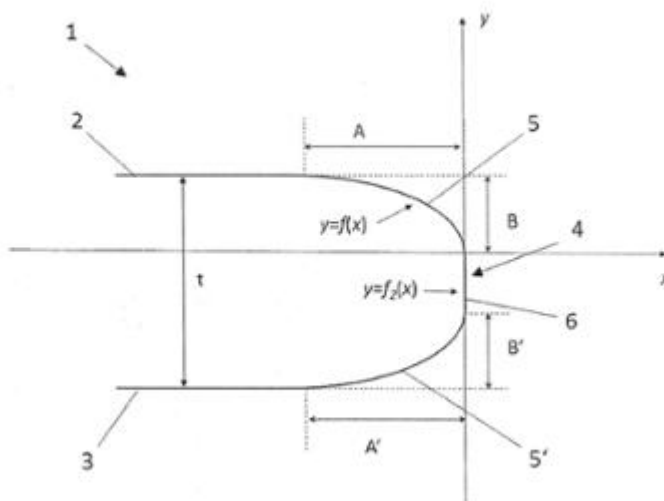
No. 79 Huoju Road, Science & Technology Industrial Park, Suzhou New District,
Suzhou, Jiangsu, 215009, China

(72) Ning DA (CN); Feng HE (CN).

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

(54) VẬT DỤNG KÍNH ĐƯỢC GIA CƯỜNG

(57) Sáng chế đề cập đến vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có chiều dày (t) nhỏ hơn hoặc bằng 0,4mm, bề mặt thứ nhất (2), bề mặt thứ hai (3) và vùng ứng suất nén được xác định bằng ứng suất nén (CS) ít nhất là 100 MPa, và ít nhất một cạnh (4) nối bề mặt thứ nhất (2) và bề mặt thứ hai (3), trong đó ít nhất một cạnh (4) có ít nhất một mặt vát (5) có chiều rộng là A và chiều cao là (B). Để cải thiện độ bền uốn của vật dụng kính (1), tốt hơn nếu mặt vát (5) có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát (A/B) nằm trong khoảng 1,5 đến 20 và mặt vát (5) có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/độ dày kính (A/t) ít nhất là 0,5.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 0,4 mm, bề mặt thứ nhất, bề mặt thứ hai và vùng ứng suất nén được xác định bằng ứng suất nén ít nhất là 100 MPa, và ít nhất một cạnh vát mà nối bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai. Sáng chế cũng đề cập đến việc sử dụng vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học làm mặt dẻo toàn năng trong linh kiện điện tử dẻo và được in, bộ cảm biến dùng cho panel điều khiển bằng xúc giác, bộ cảm biến in vân tay, nền pin màng mỏng, thiết bị điện tử di động, thiết bị ngắt chất bán dẫn, màn hình hiển thị dẻo và có thể uốn cong, pin mặt trời hoặc các ứng dụng khác mà cần phải kết hợp độ ổn định hóa học cao, ổn định nhiệt độ, độ thấm khí thấp, độ linh hoạt và mỏng. Bên cạnh công nghiệp điện tử và tiêu dùng, sáng chế này cũng có thể sử dụng trong các ứng dụng bảo vệ trong công nghiệp sản xuất hoặc đo lường.

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 mảnh. Các kính silicat chứa kiềm được sử dụng làm nền phủ bộ lọc, nền cảm biến tiếp xúc và vỏ mô-đun cảm biến vân tay.

Kính aluminosilicat (AS), lithi aluminosilicat (LAS), kính borosilicat và kính đá vôi-natri carbonat 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 gia cường 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.

Việc gia cường bằng xử lý hóa học là quy trình đã biết để tăng độ bền của kính như kính đá vôi-natri carbonat hoặc kính aluminosilicat (AS) hoặc lithi aluminosilicat (LAS) hoặc kính borosilicat được sử dụng làm kính phủ bề mặt, ví dụ cho nhiều ứng dụng hiển thị. 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 thường lớn hơn 30 μm , tốt

hơn nếu lớn hơn 40 μm . Đối với các ứng dụng bảo vệ an toàn trong vận chuyển hoặc hàng không, kính AS có thể có lớp trao đổi ion lớn hơn 100 μm . Thông thường, kính có cả CS cao và DoL cao thường dùng cho tất cả các ứng dụng này, và độ dày của kính thường nằm trong khoảng từ 0,5mm đến 10 mm.

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 thậm chí mỏng hơn và nhẹ hơn với độ bền và độ dẻo cao. Lĩnh vực trong đó kính siêu mỏng (UTG) thường được ứng dụng là vỏ bảo vệ cho các thiết bị điện tử, tức là màn hình hiển thị dẻo và có thể gấp lại v.v.. 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 nền 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 vỏ 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 vỏ của mô-đun cảm biến in ngón tay và làm nắp ống kính máy ảnh.

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 thể, tức là được phản ánh ở độ bền uốn hoặc độ bền va đập sẽ giảm đáng kể. Thông thường, cạnh của kính mỏng nên được mài CNC (điều khiển kích thước bằng máy tính) để loại bỏ các khuyết tật, nhưng, việc mài cơ học khó áp dụng với kính siêu mỏng có độ dày dưới 0,3mm. Việc ăn mòn cạnh có thể là một giải pháp cho kính siêu mỏng để loại bỏ các khuyết tật, nhưng độ dẻo của tấm kính mỏng vẫn bị hạn chế bởi độ bền uốn của bản thân tấm kính rất thấp. Do đó, việc gia cường kính là vô cùng quan trọng đối với kính mỏng. Tuy nhiên, đối với việc gia cường 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 0,5mm 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. So 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 0,01mm, chẳng hạn như kính aluminosilicat, kính lithi aluminosilicat.

kính alkali borosilicat, kính đá vôi-natri carbonat hoặc kính aluminoborosilicat không kiềm.

Việc gia cường hóa học của UTG đã được mô tả trong một vài sáng chế. Đơn sáng chế Mỹ US2015183680 mô tả việc gia cường kính dưới 0,4mm với phạm vi lực căng trung tâm bị giới hạn và DoL >30 μ m. Tuy nhiên, DoL >30 μ m dẫn đến vấn đề như dễ vỡ và tự vỡ của kính gia cường siêu mỏng. Ngoài ra, kính mỏng dưới 0,4mm được sản xuất như thế nào không được minh họa trong đơn sáng chế này. WO 2014036267 bộc lộ kính nên có tích của ứng suất nén và độ dày của lớp lớn hơn 21000 μ m·MPa để có độ bền uốn cao, trong khi CS và DoL cao này không được áp dụng cho kính siêu mỏng.

US20100279067 và WO 2016186936 bảo hộ cho cạnh mà không vát cạnh rõ có thể dẫn đến độ bền của kính cao. Ngược lại, WO2015095089 mô tả cách xử lý la-ze để tạo ra cạnh vát trên cạnh kính để giảm sự tập trung ứng suất trên cạnh sắc. US20130288010 đưa ra một vài ví dụ để cải thiện độ bền của kính được gia cường dày từ 0,1 đến 3mm bằng cách kiểm soát góc vát, và cạnh sẽ được mài thành hình dạng nhất định. US 8110279 đưa ra phương pháp để cải thiện ứng suất cạnh của kính bằng cách làm tròn cơ học góc mặt vát giữa cạnh và bề mặt của kính dày 2mm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất vật dụng kính được gia cường bằng xử lý bằng hóa học có độ dày tối đa 0,4 mm và có độ bền uốn được cải thiện. Mục đích khác của sáng chế là tìm cách để đoán trước độ bền uốn và bán kính uốn của vật dụng kính siêu mỏng được gia cường.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Các khía cạnh khác của sáng chế sẽ được thể hiện rõ từ mô tả, hình vẽ và yêu cầu bảo hộ đi kèm dưới đây.

Sau đây là phần mô tả các hình vẽ trong bộ hình vẽ đi kèm. Các hình vẽ không nhất thiết phải có cùng tỉ lệ nhưng thể hiện ở dạng tỷ lệ phóng to hoặc ở dạng lược đồ vì mục đích rõ ràng và ngắn gọn.

Fig. 1 là mặt cắt ngang của một phần của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học cho thấy kiểu cạnh thứ nhất theo sáng chế.

Fig. 2 là mặt cắt ngang của một phần của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học cho thấy kiểu cạnh thứ hai theo sáng chế.

Fig. 3 là mặt cắt ngang của một phần của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học cho thấy kiểu cạnh thứ ba theo sáng chế.

Fig. 4 là mặt cắt ngang của một phần của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học cho thấy kiểu cạnh thứ tư theo sáng chế.

Fig. 5 là mặt cắt ngang của một phần của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học cho thấy kiểu cạnh thứ năm theo sáng chế.

Fig. 6 là hình ảnh kính hiển vi quang học của mặt cắt đứng của cạnh của vật dụng kính theo sáng chế.

Fig. 7 là biểu đồ cho thấy độ chênh lệch (độ bề uốn-CS) so với tỷ lệ chiều rộng mặt vát/độ dày mặt vát trong các ví dụ thực nghiệm và ví dụ so sánh.

Fig. 8 là biểu đồ cho thấy độ chênh lệch (độ bề uốn-CS) so với tỷ lệ chiều cao mặt vát/độ dày mặt vát trong các ví dụ thực nghiệm và so sánh.

Mô tả chi tiết sáng chế

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 kính 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: Theo mục đích của sáng chế, kính siêu mỏng này là loại kính có 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 0,1mm.

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 tạo ra giữa các mạng thủy tinh sau khi trao đổi ion trên lớp bề mặt của kính. Việc nén như vậy không thể được giải phóng nhờ 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 dày 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 bên hoặc cả hai bên 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 (Ra): 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. Ra là trung bình số học của các giá trị tuyệt đối của các độ lệch dọc này.

Độ bền uốn (BS): Độ bền uốn của kính siêu mỏng được đo bằng phương pháp uốn 2 điểm trong đó một mảnh của kính siêu mỏng được đặt giữa hai tấm song song, và hai tấm này di chuyển lại gần nhau theo đường song song cho đến khi kính bị vỡ, và khoảng cách giữa hai tấm khi kính bị vỡ được ghi lại.

Độ bền uốn được tính toán theo phương trình:

$$\sigma = 1.198 \frac{tE}{(d-t)(1-\nu^2)}$$

trong đó σ là độ bền uốn nếu phần bề mặt kính siêu mỏng được thử nghiệm tiếp xúc với bề mặt của hai tấm dùng để ép. Trong thử nghiệm, chiều dài của mẫu được chọn lựa cẩn thận để đảm bảo rằng, khi vỡ, bề mặt kính tiếp xúc với bề mặt tấm dưới và trên tại 2 điểm uốn, nếu không thì độ bền uốn không thể tính toán bằng công thức ở trên. t là độ dày của kính, và E là mô-đun đàn hồi của kính, và d là khoảng cách giữa hai tấm khi vỡ, và ν là hệ số Poisson của kính.

Độ bền uốn được xác định bằng cách sử dụng UTM (máy thử nghiệm vạn năng) đối với các mẫu nhỏ tại nhiệt độ phòng khoảng 20°C và độ ẩm tương đối là khoảng 50%. Vật dụng kính được đưa vào vị trí uốn và đầu đối diện của nó được đặt giữa hai tấm song song (tấm thép). Sau đó, khoảng cách giữa hai tấm liên tục giảm dần sao cho bán kính uốn của vật dụng kính giảm cho đến khi vỡ trong đó vận tốc tải là 60mm/phút. Khoảng cách giữa các tấm được ghi lại khi vật dụng kính siêu mỏng bị nứt hoặc hư hại hoặc vỡ thành hai hoặc nhiều mảnh được xác định bằng tín hiệu của phần mềm UTM. Từ khoảng cách này, tính toán được bán kính uốn tương ứng của vật dụng kính tại thời điểm vỡ và do đó tính toán được ứng suất nén.

Bán kính uốn gây vỡ (BBR): bán kính uốn gây vỡ (được cho dưới dạng mm) là bán kính (r) tối thiểu của cung tại vị trí uốn nơi mà vật dụng kính đạt chệch hướng tối đa trước khi nứt hoặc hư hại hoặc vỡ. Nó được đo là độ cong bên trong tại vị trí uốn của vật liệu kính. Bán kính càng nhỏ nghĩa là độ dẻo và độ chệch hướng của kính càng lớn.

Bán kính uốn là tham số phụ thuộc vào độ dày kính, môđun đàn hồi và ứng suất của kính. Kính siêu mỏng được gia cường bằng xử lý hóa học có độ dày rất nhỏ, môđun đàn hồi thấp và độ bền cao. Tất cả ba yếu tố này góp phần làm cho bán kính uốn nhỏ và độ dẻo tốt hơn. Có thể tính toán BBR từ độ bền uốn:

$$r = \frac{Et}{2\sigma} \text{ hoặc } r = \frac{(d-t)(1-\nu^2)}{2.396}$$

Theo một khía cạnh của sáng chế, vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có độ dày (t) nhỏ hơn hoặc bằng 0,4 mm, bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai đối diện với bề mặt thứ nhất và vùng ứng suất nén được xác định bằng ứng suất nén (CS) ít nhất là 100 MPa, và ít nhất một cạnh nối bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, trong đó ít nhất một cạnh có ít nhất một mặt vát với chiều rộng mặt vát (A) và chiều cao mặt vát (B). Mặt vát có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát (A/B) nằm trong khoảng từ 1,5-20 và mặt vát có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/độ dày kính (A/t) ít nhất là 0,5. Theo ngữ cảnh của sáng chế, mặt vát có thể là mặt nghiêng hoặc mặt cong.

Vật dụng kính như vậy theo sáng chế có độ bền uốn được cải thiện. Ngạc nhiên khi phát hiện ra rằng bất kể loại kính nào, các đặc điểm sáng tạo liên quan đến hình dạng cạnh, tức là tỷ lệ A/B và A/t, có tác động mạnh mẽ đến đặc tính độ bền uốn của vật dụng kính siêu mỏng. Trái ngược với kỹ thuật trước đó đã cố gắng cải thiện đặc tính của UTG bằng cách tối ưu hóa độ cong của cạnh, các tác giả sáng chế đã thấy rằng các tỷ lệ sáng tạo đã cho là rất quan trọng để tạo ra độ bền uốn cao của vật dụng kính mỏng. Sự kết hợp sáng tạo giữa ứng suất nén (tạo ra bởi quá trình gia cường bằng xử lý hóa học) và hình dạng của cạnh giúp cải thiện độ bền uốn của vật dụng kính đến độ mở rộng rất nhiều.

Vật dụng kính siêu mỏng theo sáng chế có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 400 μm , tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 330 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 250 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 210 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 180 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 150 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 130 μm . Các phương án được đặt biệt ưu tiên có độ dày nhỏ hơn hoặc bằng 100 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 80 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 75 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 70 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 65 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 60 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 55 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 50 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 45 μm , tốt hơn

nửa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 40 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 35 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 25 μm , tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm , thậm chí tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm . Các vật dụng kính mỏng cụ thể 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.

Tỷ lệ A/B theo sáng chế nằm trong khoảng $\geq 1,5$ đến 20. Tác giả sáng chế ngạc nhiên khi phát hiện ra rằng độ bền uốn tăng lên đáng kể nếu tỷ lệ này càng lớn. Do đó giới hạn dưới của tỷ lệ A/B có thể $> 1,5$, tốt hơn nếu $\geq 1,75$, tốt hơn nếu $\geq 2,0$, cũng tốt hơn nếu $\geq 2,25$, tốt hơn nếu $\geq 2,5$, tốt hơn nữa nếu $\geq 2,75$, tốt hơn nữa nếu $\geq 3,0$, cũng tốt hơn nếu $\geq 3,25$, tốt hơn nữa nếu $\geq 3,5$, cũng tốt hơn nếu $\geq 3,75$, tốt hơn nếu $\geq 4,0$. Tuy nhiên, tỷ lệ A/B quá cao không tiếp tục giúp tăng độ bền uốn. Do đó tỷ lệ A/B lớn nhất là bằng 20. Giới hạn trên đối với tỷ lệ A/B có thể là ≤ 19 , tốt hơn nếu ≤ 18 , tốt hơn nếu ≤ 17 , tốt hơn nếu ≤ 16 , tốt hơn nếu ≤ 15 , tốt hơn nếu ≤ 14 , tốt hơn nếu ≤ 13 , tốt hơn nếu ≤ 12 , tốt hơn nếu ≤ 11 , tốt hơn nếu ≤ 10 , tốt hơn nếu ≤ 9 , tốt hơn nếu ≤ 8 . Khoảng phạm vi có lợi của tỷ lệ A/B có thể từ 1,5 đến 20, 1,5 đến 15, 2 đến 10, 3 đến 8 hoặc 4 đến 8.

Theo một phương án có lợi, ít nhất một cạnh của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có mặt vát thứ nhất hướng về phía bề mặt thứ nhất với tỷ lệ A/B và mặt vát thứ hai hướng về phía bề mặt thứ hai với tỷ lệ A'/B'. Do đó vật dụng kính được vát cạnh trên cả hai bên. Đặc tính này làm tăng độ bền uốn đặc biệt khi mặt vát thứ nhất và mặt vát thứ hai gần như đối xứng trên cả hai bên của vật dụng kính. Theo biến thể có lợi của sáng chế, độ chênh lệch giữa tỷ lệ A/B và A'/B' nhỏ hơn 30%, tốt hơn là nhỏ hơn 20%, cũng tốt hơn nếu nhỏ hơn 10%. Điều này giúp tiếp tục cải thiện đặc tính uốn của vật dụng kính.

Ngoài ra, tác giả sáng chế phát hiện ra rằng tỷ lệ giữa chiều rộng mặt vát/độ dày kính (A/t) làm tăng độ bền uốn nếu nó $\geq 0,5$, tốt hơn nếu $> 0,5$. Theo phương án có lợi, tỷ lệ A/t là $> 0,6$, tốt hơn nếu $> 0,7$, tốt hơn nữa nếu $> 0,8$, cũng tốt hơn nếu $> 0,9$, cũng tốt hơn nếu $> 1,0$, tiếp tục tốt hơn nếu $> 1,1$, cũng tốt hơn nếu $> 1,2$. Theo một vài phương án được ưu tiên, tỷ lệ A/t là $> 1,3$, cũng tốt hơn nếu $> 1,4$, tiếp tục tốt hơn nếu $> 1,5$.

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 trong sáng chế, CS bằng hoặc tốt hơn nữa nếu lớn hơn 700 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 800 MPa, tốt hơn nữa nếu lớn hơn 900 MPa, tiếp tục tốt hơn nếu lớn hơn 1000 MPa. Tuy nhiên, CS không nên quá cao nếu không thì kính có thể dễ bị 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. Theo một vài biến thể có lợi, thậm chí có CS bằng hoặc nhỏ hơn 1300 MPa hoặc bằng hoặc nhỏ hơn 1200 MPa.

Độ dày lớp (DoL) của vật dụng kính trong phương án ưu tiên nằm trong khoảng từ $> 1 \mu\text{m}$ đến $< 40 \mu\text{m}$. Tốt hơn nếu $\text{DoL} \leq 30 \mu\text{m}$, tốt hơn nếu $\leq 20 \mu\text{m}$. DoL tốt hơn nếu $\geq 3 \mu\text{m}$, tốt hơn nếu $\geq 5 \mu\text{m}$, tốt hơn nếu $\geq 7 \mu\text{m}$. Liên quan đến kính siêu mỏng có độ dày lớn nhất $100 \mu\text{m}$ tốt hơn nếu the $\text{DoL} \leq 17 \mu\text{m}$, tốt hơn nếu $\leq 15 \mu\text{m}$, cũng tốt hơn nếu $\leq 13 \mu\text{m}$, tiếp tục tốt hơn nếu $\leq 11 \mu\text{m}$, cũng tốt hơn nếu $\leq 10 \mu\text{m}$.

Cũng đủ nếu chỉ có một mặt của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học. Tốt hơn nếu cả bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai được gia cường bằng xử lý hóa học như mô tả ở trên, vì vậy có DoL trên cả hai bên của vật dụng kính.

Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo sáng chế có độ bền uốn (BS) được cải thiện. Theo phương án có lợi, vật dụng kính có độ bền uốn (BS) $> 700 \text{ MPa}$, tốt hơn nếu $> 800 \text{ MPa}$, tốt hơn nếu $> 900 \text{ MPa}$, tốt hơn nếu $> 1000 \text{ MPa}$. Một vài biến thể có lợi của sáng chế có BS $> 1100 \text{ MPa}$, tốt hơn nếu $> 1200 \text{ MPa}$, cũng tốt hơn nếu $> 1300 \text{ MPa}$, tốt hơn nữa nếu $> 1400 \text{ MPa}$. Điều này đảm bảo rằng độ dẻo và độ bền uốn cao.

Chất lượng và số lượng của đặc tính uốn đạt được theo sáng chế cũng có thể được mô tả bằng sự chênh lệch giữa độ bền uốn (BS) và ứng suất nén (CS) của vật dụng kính. Theo phương án được ưu tiên hơn nữa, vật dụng kính có độ chênh lệch (BS - CS) ít nhất là 150 MPa , tốt nhất là ít nhất 200 MPa , tốt nhất là ít nhất 300 MPa , tốt nhất là ít nhất 400 MPa , tốt nhất là ít nhất 500 MPa .

Theo khía cạnh có lợi của sáng chế, tác giả sáng chế phát hiện ra rằng vật dụng kính có đặc tính uốn được cải thiện đáng kể khi độ bền uốn (BS) trung bình của vật dụng kính lớn hơn

$$CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}$$

trong đó “a” là hằng số (hệ số) ≥ 4 , tốt hơn nếu ≥ 6 , tốt hơn nữa nếu ≥ 8 , cũng tốt hơn nếu ≥ 10 .

Có lợi hơn khi vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có bán kính uốn gây vỡ trung bình nhỏ hơn

$$\frac{50000t}{CS + 10a\frac{A}{B} - a\left(\frac{A}{B} - 1\right)^2 + 20a\frac{A}{t}}$$

trong đó “a” là hằng số (hệ số) ≥ 4 , tốt hơn nếu ≥ 6 , tốt hơn nữa nếu ≥ 8 , cũng tốt hơn nếu ≥ 10 .

Có lợi hơn khi vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có bán kính uốn nhỏ hơn

$$\frac{100000t}{CS + 10a\frac{A}{B} - a\left(\frac{A}{B} - 1\right)^2 + 20a\frac{A}{t}}$$

mà không vỡ, trong đó “a” là hằng số (hệ số) ≥ 4 , tốt hơn nếu ≥ 6 , tốt hơn nữa nếu ≥ 8 , cũng tốt hơn nếu ≥ 10 .

Bán kính uốn gây vỡ được xác định bằng sử dụng UTM (máy thử nghiệm vạn năng) tại nhiệt độ phòng khoảng 20°C và độ ẩm tương đối khoảng 50%. Vật dụng kính được đưa vào trong vị trí uốn và đầu đối diện của nó được đặt giữa hai tấm song song (tấm thép). Sau đó, khoảng cách giữa hai tấm giảm dần sao cho bán kính uốn của vật dụng kính giảm cho đến khi vỡ trong đó vận tốc tải là 60mm/phút. Khoảng cách giữa các tấm được ghi lại khi vật dụng kính siêu mỏng bị nứt hoặc hư hại hoặc vỡ thành hai hoặc nhiều mảnh được xác định bằng mắt thường. Từ khoảng cách này, tính toán được bán kính uốn tương ứng của vật dụng kính tại thời điểm vỡ. Thử nghiệm uốn 2 điểm này được điều chỉnh và vô cùng thích hợp đối với vật dụng kính siêu mỏng và mô phỏng theo cách khá đơn giản vấn đề được đề cập ở trên, đó là việc uốn vật dụng kính (ví dụ, FPS hoặc màn hình cảm ứng hoặc màn hình dẻo) khi tải nó. Trong ngữ cảnh phương pháp uốn cong 2 điểm này đáng tin cậy hơn đối với kính siêu mỏng so với thử nghiệm độ bền uốn khác chẳng hạn như thử nghiệm uốn cong 3 hoặc 4 điểm.

Như đã nêu ở trên, vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo sáng chế có thể có kích thước khá khác nhau. Do đó, trong tiến trình xác định đặc tính chẳng hạn như độ bền uốn và bán kính uốn gây vỡ, những nội dung sau đây được tính đến:

Trong trường hợp vật dụng kính lớn hơn (ví dụ, cuộn kính hoặc tấm kính lớn).

nhiều mẫu được đo. Tiến hành chọn ngẫu nhiên N giá trị. N nên đủ lớn để thu được giá trị trung bình đảm bảo tính thống kê. Tốt hơn nếu ít nhất là 15, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 20, tốt hơn nữa nếu ít nhất là 30 mẫu được thử nghiệm. Số lượng mẫu phụ thuộc vào kích thước riêng của vật dụng kính được thử nghiệm. Giá trị đo được là giá trị trung bình, và giá trị trung bình được lấy để biểu thị độ bền uốn.

Tuy nhiên, trong trường hợp vật dụng kính nhỏ (ví dụ từng cái kính phủ nhỏ) từng giá trị đơn lẻ đo được của độ bền uốn là đủ và được lấy để biểu thị độ bền uốn.

Đối với bán kính uốn gây vỡ, giá trị trung bình được tính toán. Để làm điều này, N mẫu ngẫu nhiên được chọn. Số lượng mẫu phụ thuộc vào kích thước riêng của vật dụng kính được đánh giá. Tốt hơn nếu N đủ lớn để thu được giá trị trung bình đảm bảo số liệu có ý nghĩa thống kê. Tốt hơn nếu ít nhất là 20, tốt hơn nếu ít nhất là 30 mẫu được thử nghiệm. Do đó, mẫu ngẫu nhiên trong số N giá trị được lấy cho bán kính uốn gây vỡ $R_1 \dots R_N$, và, đối với các giá trị của các mẫu ngẫu nhiên này, giá trị trung bình

$$\langle R \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i$$

và phương sai

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (R_i - \langle R \rangle)^2}$$

được tính toán.

Bán kính uốn gây vỡ trung bình được lấy để biểu thị bán kính uốn gây vỡ được bảo hộ. Tuy nhiên, trong trường hợp vật dụng kính nhỏ (ví dụ, từng cái kính phủ nhỏ) từng giá trị độ bền uốn đơn lẻ được đo là đủ và được lấy để biểu thị bán kính uốn gây vỡ được bảo hộ.

Theo biến thể có lợi của vật dụng kính trong sáng chế, cạnh có phần được tạo cấu trúc có nhiều chỗ lõm tròn, gần như là hình bán cầu.

Theo khía cạnh có lợi tiếp theo của sáng chế, vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có thể chống lại độ vỡ bằng thử nghiệm bút rơi cao hơn 20 mm có hoặc không có vật liệu bổ sung đặt hoặc dán trên vật dụng kính. Khả năng chống lại rơi bút, tức là khả năng chống chịu của vật dụng kính đối với nứt vỡ khi làm rơi một cây bút nặng khoảng 5 gram, với một quả bóng vonfram cacbua có đường kính bằng hoặc nhỏ hơn 0,7mm được thả thẳng đứng lên vật dụng kính, là một đặc tính độ bền quan trọng của kính siêu mỏng. Việc xử lý vát cạnh và hình học được sử dụng trong sáng chế này

giữ cho đặc tính thả bút của kính siêu mỏng. Khi đặt kính siêu mỏng được xử lý vát cạnh lên trên màng PE dày 100 μm , độ cao gậy võ trong thử nghiệm bút rơi lớn hơn 20 mm. Chiều cao gậy võ trong thử nghiệm bút rơi có thể được cải thiện hơn nữa bằng cách dán hoặc đặt một hoặc nhiều vật liệu trên bề mặt của vật dụng kính siêu mỏng, ví dụ như kim loại, gốm, một lớp thủy tinh và/hoặc polyme khác.

Theo phương án có lợi, vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học gồm ít nhất một bề mặt có lớp được dán hoặc phủ vật liệu vô cơ hoặc hữu cơ để cải thiện, ví dụ, độ bền va đập. Các vật liệu thích hợp được mô tả bên dưới.

Theo một phương án, kính là kính chứa kiềm, chẳng hạn kính alkali aluminosilicat, kính alkali silicat, kính alkali borosilicat, kính alkali aluminoborosilicat, kính alkali boron, kính alkali germanat, kính alkali borogermanat, kính alkali đá vôi natri carbonat, và tổ hợp của chúng.

Trong Fig. 1 đến Fig. 6 các phương án được ưu tiên khác nhau của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo sáng chế được thể hiện trong các mặt cắt ngang. Trong mỗi trường hợp, vật dụng kính 1 có độ dày t nhỏ hơn 0,4mm, bề mặt thứ nhất 2, bề mặt thứ hai 3 và ít nhất một cạnh 4 nối bề mặt thứ nhất 2 và bề mặt thứ hai 3. Tổng độ dày của kính là t . Tại chỗ nối giữa bề mặt thứ nhất 2 và cạnh 4, có một mặt vát 5 có chiều rộng mặt vát là A và chiều cao mặt vát là B . Tại chỗ nối giữa bề mặt thứ hai 3 và cạnh 4, có một mặt vát khác 5' có chiều rộng mặt vát là A' và chiều cao mặt vát là B' . Có một vùng ứng suất nén chạy dài từ bề mặt thứ nhất 2 đến độ dày (DoL) thứ nhất trong vật dụng kính, vùng này được xác định bởi ứng suất nén (CS) trong đó CS ít nhất là 100 MPa tại bề mặt thứ nhất. Tốt hơn nếu có một vùng ứng suất nén chạy dài từ bề mặt thứ hai 3 đến độ dày (DoL) thứ hai trong vật dụng kính, vùng này được xác định bởi ứng suất nén (CS) trong đó CS ít nhất là 100 MPa tại bề mặt thứ hai. Vật dụng kính 1 có tỷ lệ mặt vát được xác định là chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát (A/B , A'/B') và tỉ lệ được xác định của chiều rộng mặt vát/độ dày kính (A/t , A'/t). Trong mỗi trường hợp, chiều rộng mặt vát A , A' lớn hơn nhiều so với chiều cao mặt vát B , B' , do đó tỷ lệ này lớn hơn 1. Tỷ lệ A/B , $A'/B' \geq 1,5-20$, tốt hơn nếu 1,5-15, tốt hơn nếu 2-10, thậm chí tốt hơn nếu 3-8, tốt hơn nếu 4-8. Mặt vát gần như đối xứng trên cả hai bên, tức là độ chênh lệch giữa A/B và A'/B' là nhỏ hơn 30%, 20% và 10%. Tỷ lệ giữa chiều rộng mặt vát A , A' và độ dày kính t là $>0,5$, $>0,6$, $>0,8$, >1 . Độ bền uốn của vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có thể tăng đáng kể với hình dạng cạnh hình học cụ thể.

Cả giá trị CS và hình dạng mặt vát đều ảnh hưởng đến độ bền uốn và xác định bán kính uốn. Độ bền uốn trung bình của kính siêu mỏng lớn hơn $CS+10*a*A/B-a*(A/B-1)^2+20*a*A/t$, trong đó “a” là hằng số (hệ số) $a \geq 4$, tốt hơn nếu ≥ 6 , tốt hơn nếu ≥ 8 , tốt hơn nếu ≥ 10 . Tác giả sáng chế phát hiện ra rằng trong trường hợp kính siêu mỏng như kính có thể đạt đến độ bền uốn vô cùng cao nếu các tham số đề cập đến ở trên thu được.

Fig. 1 đến 5 là các hình vẽ minh họa mặt cắt ngang có lợi của các phần trong vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo cách giản lược. Ở đây, các mặt vát 5, 5' đối xứng trên cả hai bên, là thiết kế được ưu tiên hơn.

Trong mỗi trường hợp, tổng độ dày của vật dụng kính 1 là t. Tại chỗ nối giữa bề mặt thứ nhất 2 và cạnh 4, có một mặt vát 5 với chiều rộng là A và chiều cao là B. Để xác định chiều rộng A và chiều cao B hai bề mặt cần được xác định trước. Trong Fig. 1 và 2, mặt vát 5 có thể là mặt nghiêng với bề mặt thứ nhất 2 hoặc mặt cong bằng cách sử dụng hàm $y=f_1(x)$. Trong các phương án này, cạnh 4 cũng bao gồm mặt cắt giới hạn 6, ở đây là mặt cắt đứng, tức là mặt phẳng được đặt thẳng đứng so với bề mặt thứ nhất 2 và bề mặt thứ hai 3. Tại chỗ nối giữa bề mặt thứ hai 3 và cạnh 4, có một mặt vát 5' có chiều rộng A' và chiều cao B'. A hoặc A' có thể được xác định bằng chiều dài kéo dài của đường cong $y=f_1(x)$ theo trục x, trong khi B hoặc B' có thể được xác định bằng chiều dài kéo dài của đường cong $y=f_1(x)$ theo trục y như trong Fig. 1 và 2.

Trong Fig. 3, mặt vát 5, 5' là mặt cong liên tục, mặt cắt giới hạn 6 của cạnh 4 không có mặt cắt đứng rõ rệt. Điểm biên 7 của chiều rộng mặt vát và chiều cao mặt vát là để xác định nơi mà tiếp tuyến 8 góc của đường cong với trục y lớn hơn 45° . Sau đó mặt cong từ bề mặt thứ nhất 2 đến điểm biên 7 được vẽ dựa trên chiều cao và chiều rộng. Sau đó A, A' và B, B' được xác định theo phương pháp được mô tả liên quan đến Fig. 1 và Fig. 2.

Trong Fig. 4 và 5, cả mặt vát 5, 5' và mặt cắt giới hạn 6 của cạnh 4 đều là mặt cong không liên tục. Điểm biên 7 (hoặc đường biên, khi nghĩ theo 3 chiều) của hai bề mặt được định ra tại điểm vi phân bậc hai không bằng nhau $f_1''(x) \neq f_2''(x)$. Sau đó xác định chiều rộng A và chiều cao B của mặt vát 5, 5' trong Fig. 4 và 5 theo phương pháp được mô tả liên quan tới Fig. 1 và 2.

Tỷ lệ A/B và A/t (được xác định bằng phương pháp được mô tả ở trên) là rất quan trọng và được sử dụng để ước lượng độ bền uốn của vật dụng kính. Tốt hơn nếu độ bền

uốn trung bình đo được của vật dụng kính siêu mỏng lớn hơn $CS + 10a\frac{A}{B} - a\left(\frac{A}{B} - 1\right)^2 + 20a\frac{A}{t}$ trong đó “a” là hằng số, $a \geq 4$, tốt hơn nếu ≥ 6 , tốt hơn nếu ≥ 8 , tốt hơn nếu ≥ 10 . Tốt hơn nữa, bán kính uốn gây vỡ trung bình của kính siêu mỏng nhỏ hơn $\frac{50000t}{CS + 10a\frac{A}{B} - a\left(\frac{A}{B} - 1\right)^2 + 20a\frac{A}{t}}$. Tốt hơn nữa nếu, toàn bộ vật dụng kính đạt được đến bán kính uốn là $\frac{100000t}{CS + 10a\frac{A}{B} - a\left(\frac{A}{B} - 1\right)^2 + 20a\frac{A}{t}}$ mà không bị vỡ.

Bằng các tiêu chuẩn này, có thể quyết định xem liệu vật dụng kính được gia cường có đủ bền và dẻo để sử dụng trong ứng dụng tương ứng trước khi nó trở thành một phần của sản phẩm bởi vì kính mỏng hơn đặc biệt dễ vỡ do uốn và/hoặc tiếp xúc với vật cứng và sắc.

Fig. 6 là hình ảnh hiển vi quang học của mặt cắt giới hạn 6 và cạnh 4 của vật dụng kính 1 theo sáng chế. Có thể thấy rằng cạnh 4 có mặt cắt đúng được tạo cấu trúc có nhiều chỗ lõm 9 hình tròn, gần như hình cầu sau khi ăn mòn. Loại cạnh này có độ bền rất cao. Cấu trúc tròn tiêu biểu cho hình dạng vô cùng thuận lợi để tiêu tán ứng suất kéo xuất hiện trên bề mặt xuống điểm thấp nhất trên bề mặt, cụ thể là điểm thấp nhất của chỗ lõm 9 có dạng gần như hình cầu. Điều này có hiệu quả ngăn chặn sự phát triển vết nứt ở các khuyết tật có thể có trên bề mặt. Những chỗ lõm 9 hình tròn, gần như hình cầu này có lợi đối với tất cả các hình dạng cạnh.

Sử dụng laze để cắt vật dụng kính có thể làm tăng sự hình thành của chỗ lõm hình tròn kết hợp với ăn mòn sau đó. Ví dụ, laze xung cực ngắn có thể được sử dụng chiếu vào kính để cắt kính, xung hoặc bó xung có ít nhất hai xung laze liên tiếp do đó tạo ra các lỗ hổng. Việc sử dụng laze với chế độ truyền từng đợt (tức là năng lượng laze không được cung cấp như dưới dạng một xung đơn mà là sự nối tiếp các xung theo sau nhau trong khoảng thời gian ngắn và cùng nhau tạo thành một bó xung) với bức xạ bên trong của bó xung đặc biệt thuận lợi để thu được các lỗ hổng đồng đều kéo dài, ví dụ như laze granat ytri.nhôm pha tạp neodim có bước sóng 1064nm có thể được sử dụng. Sau bước này, kính đã cắt được cho tiếp xúc với môi trường ăn mòn giúp loại bỏ vật liệu ra khỏi kính cái mà tạo ra chỗ lõm hình tròn, gần giống hình cầu trên bề mặt của cạnh, đây có thể là mặt cắt đứng và/hoặc phần mặt vát. Quá trình ăn mòn chậm có thể được ưu tiên. Môi trường ăn mòn thích hợp được mô tả bên dưới. Ngoài ra thay vì sử dụng cắt laze cạnh cũng có thể được cắt cơ học, ví dụ, bằng bánh mài hoặc cắt thành hình khối tạo ra

các vết nứt nhỏ trên bề mặt cạnh. Ngoài ra, các vết nứt nhỏ này có thể được tạo ra bằng cách mài bề mặt cạnh bằng CNC. Sau bước này, kính đã cắt được cho tiếp xúc với môi trường ăn mòn giúp loại bỏ vật liệu ra khỏi kính tạo ra chỗ lõm hình tròn, gần như hình cầu trên bề mặt của cạnh.

Ngạc nhiên khi tác giả sáng chế phát hiện ra rằng độ bền uốn của vật dụng kính siêu mỏng liên quan nhiều đến tỷ lệ giữa A/B , A'/B' và A/t , A'/t , như thể hiện trên Fig. 7 và 8. Độ bền (được thể hiện bằng độ chênh lệch giữa độ bền uốn (BS) và ứng suất nén (CS) tăng lên gần như tuyến tính với độ tăng của A/B và A/t trong phạm vi nhất định. Tuy nhiên, cũng phát hiện ra rằng nếu tỷ lệ A/t quá nhỏ, vật dụng kính siêu mỏng có độ bền tương đối thấp thậm chí nếu tỷ lệ A/B rất cao. Giá trị của tỷ lệ A/B bằng 0 có nghĩa là không có mặt vát nào có thể nhận thấy. Tất nhiên, điều tương tự cũng đúng với tỷ lệ A'/B' và A'/t .

Ngạc nhiên khi phát hiện ra rằng mối quan hệ giữa hình dạng mặt vát, CS và độ bền uốn tương đối độc lập với loại kính và phương pháp xử lý cạnh, hoặc kính là kính aluminosilicat, lithi aluminosilicat, vôi-natri carbonat, bo aluminosilicat, borosilicat hoặc cạnh được xử lý bằng mài cơ học, đánh bóng bằng bàn chải, ăn mòn hóa học hoặc tổ hợp của các phương pháp này.

Việc cắt/tách kính hoặc vật dụng kính được thực hiện bằng mọi phương pháp thích hợp, ví dụ, bằng laze, cắt và khía bằng bánh mài, ăn mòn, mài. Hình dạng mặt cắt được thiết kế đặc biệt có thể được tạo ra bằng cách ăn mòn hóa học, mài cơ học, xử lý laze, cắt bằng bánh mài hoặc tổ hợp của các phương pháp xử lý nêu trên. Theo một phương án, hình dạng mặt vát có thể được tạo ra trong các bước trung gian và bước xử lý sau đây được sử dụng để làm giảm vết nứt. Theo một phương án khác, hình dạng mặt vát có thể được tạo ra trong bước xử lý cuối cùng.

Theo một phương án được ưu tiên, kính siêu mỏng được cắt (ví dụ cắt và khía bằng bánh mài), và tốt hơn nếu cả hai bề mặt đều được phủ lớp bảo vệ bề mặt, ví dụ, polyme hoặc nhựa, giúp bảo vệ không bị vỡ sau quá trình mài cạnh cơ học. Kính siêu mỏng nhiều lớp này được mài cạnh bằng CNC để tạo ra hình mặt vát mong muốn (chiều rộng và chiều cao). Tùy ý, mặt vát/cạnh được ăn mòn hóa học để loại bỏ vết nứt được tạo ra trong quá trình mài cạnh bằng CNC. Ngoài ra, UTG có thể được phủ với ít nhất một lớp bảo vệ trước và sau đó được cắt thành các mảnh nhỏ hơn.

Theo một phương án được ưu tiên, kính siêu mỏng được cắt (ví dụ, cắt và khía

bằng bánh mài), và một vài mảnh UTG được phủ với polyme hoặc nhựa, ví dụ epoxy hoặc keo PMMA. Cạnh của một chồng kính được mài cơ học bằng CNC, giúp tạo ra kính siêu mỏng không có mặt vát chồng lên nhau. Sau đó chồng này được ngâm vào trong dung dịch ăn mòn. Tốc độ ăn mòn gần với bề mặt ranh giới keo-kính nhanh hơn, và mặt vát có hình dạng được thiết kế được tạo ra bằng cách điều chỉnh cẩn thận nồng độ dung dịch ăn mòn, thời gian, nhiệt độ và đặc tính của keo.

Theo phương án có lợi khác nữa, một vài mảnh UTG có kích thước lớn hơn được dát mỏng cùng với polyme hoặc nhựa, ví dụ epoxy hoặc keo PMMA. Sau đó, chồng có kích thước lớn hơn được tách ra bằng cách cắt (ví dụ, cắt bằng bánh mài, laze) tùy ý bằng mài CNC, sau quá trình ăn mòn được đề cập ở trên trong phương án cuối cùng.

Theo phương án có lợi hơn nữa, kính siêu mỏng được trang trí họa tiết với hình dạng cuối cùng mong muốn và được in hoặc dát mỏng với keo hoặc màng chống chất ăn mòn. Kính siêu mỏng có họa tiết được ngâm vào trong dung dịch ăn mòn và kính bị ăn mòn trong đó. Bằng cách thay đổi nồng độ dung dịch ăn mòn, thời gian, nhiệt độ, hình dạng mặt vát được điều chỉnh để thu được hình dạng dự tính.

Nếu ăn mòn được áp dụng, dung dịch ăn mòn được ưu tiên hơn. Theo phương án này, ăn mòn do đó được thực hiện bằng xử lý hóa học ướt. Điều này là thuận lợi để loại bỏ các thành phần kính ra khỏi bề mặt trong quá trình ăn mòn. Như là dung dịch ăn mòn, có thể sử dụng cả dung dịch axit và kiềm. Như là môi trường ăn mòn có tính axit, HF, HCl, H₂SO₄, amoni bifluorit, dung dịch HNO₃ hoặc hỗn hợp của các axit này đặc biệt phù hợp. Đối với môi trường ăn mòn có tính kiềm, dung dịch KOH hoặc NaOH được ưu tiên. Có thể đạt được tốc độ loại bỏ vật liệu nhanh hơn bằng cách sử dụng các dung dịch ăn mòn có tính axit. Tuy nhiên, các dung dịch cơ bản có thể được áp dụng, nếu chỉ cần loại bỏ vật liệu chậm.

Để thu được hiệu quả gia cường bằng xử lý hóa học tốt, kính nên chứa một lượng lớn kim loại kiềm, tốt hơn nếu là Na₂O, ngoài ra, việc bổ sung thêm lượng nhỏ K₂O vào thành phần kính cũng có thể cải thiện được tốc độ gia cường hóa học. Ngoài ra, phát hiện ra rằng việc thêm Al₂O₃ vào thành phần kính có thể cải thiện đáng kể đặc tính gia cường của kính.

SiO₂ là chất tạo mạng thủy tinh chính trong kính của sáng chế. Ngoài ra, Al₂O₃, B₂O₃ và P₂O₅ cũng có thể sử dụng chất tạo mạng thủy tinh. Tổng hàm lượng của SiO₂, B₂O₃ và P₂O₅ nên dưới 40% đối với phương pháp sản xuất thông thường. Nếu không

thì, khó tạo ra tấm kính và kính trở nên dễ vỡ và ít trong suốt. Hàm lượng SiO_2 quá 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 85% 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 và làm giảm nhiệt độ nóng chảy và nhiệt độ làm việc của kính. Tương tự, chất tạo mạng thủy tinh có ảnh hưởng lớn đến CTE của kính.

Ngoài ra, B_2O_3 trong mạng thủy tinh tạo ra hai cấu trúc khối đa diện khác nhau phù hợp hơn để tải lực từ bên ngoài. Việc bổ sung thêm B_2O_3 thường làm giảm sự giãn nở nhiệt và làm giảm mô đun đàn hồi kết quả là giúp chống sốc nhiệt tốt và tốc độ gia cường 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 gia cường hóa học và kính siêu mỏng và mở rộng ứng dụng cụ thể của kính siêu mỏng được gia cường 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 nhiều, nhiệt độ nóng chảy của kính cũng có thể quá cao. Hơn nữa, hiệu quả gia cường 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 hoạt động như là cả chất tạo mạng thủy tinh và chất điều biến mạng thủy tinh. Khối tứ diện $[\text{AlO}_4]$ và khối lục diện $[\text{AlO}_6]$ sẽ được tạo ra trong mạng 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 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 thủy tinh. Chúng có thể làm vỡ mạng thủy tinh và tạo ra oxit không cầu nối bên trong mạng thủy tinh. Bổ sung thêm kiềm cũng có thể làm giảm nhiệt độ hoạt động 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 gia cường bằng hóa học, đối với trao đổi ion Na^+/Li^+ , Na^+/K^+ , Li^+/K^+ là bước cần thiết để gia cường, kính sẽ không được gia cường 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 loại 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 gia cường bằng hóa học do việc gia cường hóa học tốt hơn là chứa trao đổi ion của natri trong kính với kali trong môi trường gia cường bằng hóa học. Tuy nhiên, hàm lượng của natri cũng không nên quá nhiều bởi vì mạng thủy tinh có thể bị khuyết tật nghiêm trọng và khó có thể tạo ra kính. Yếu tố quan trọng khác đó là kính siêu mỏng này có thể có CTE thấp, để đáp ứng yêu cầu này 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 gia cường bằng xử lý hóa học bằng cách trao đổi ion natri trong kính với ion kali trong môi trường gia cường hóa học, lượng K_2O quá nhiều trong kính sẽ làm ảnh hưởng đến đặc tính gia cường hóa học. Do đó, kính theo sáng chế tốt hơn là 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 lượng nhiều nhất là 7% trọng lượng, tốt hơn nếu nhiều nhất là 4% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 2% trọng lượng, tốt hơn nữa nếu nhiều nhất là 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 thủy tinh có thể bị khuyết tật 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. Yếu tố quan trọng khác đó là kính siêu mỏng có thể có CTE thấp, để đáp ứng yêu cầu này thì không nên chứa quá nhiều nguyên tố kiềm. Tuy nhiên, như đã mô tả ở trên, kính có thể chứa các nguyên tố kiềm để đơn giản hóa việc gia cường 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 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 đó là 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 gia cường 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 ZrO₂, 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 Nd₂O₃, Fe₂O₃, CoO, NiO, V₂O₅, MnO₂, TiO₂, CuO, CeO₂, và Cr₂O₃, 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. 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.

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

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 hàm lượng (% 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

Thành phần	(% trọng lượng)
MgO + CaO + SrO + BaO + ZnO	0-15
TiO ₂ +ZrO ₂	0-15
P ₂ O ₅	0-10

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 aluminosilicat kim loại kiềm theo sáng chế tốt hơn là nếu chứa các thành phần sau đây theo hàm 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 chứa các thành phần sau đây theo hàm 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

Thành phần	(% trọng lượng)
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 đá vôi xút chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng hàm 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 đá vôi xút theo sáng chế tốt hơn nếu chứa các thành phần sau đây được chỉ ra theo hàm lượng (theo % trọng lượng):

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	40-81
Al ₂ O ₃	0-6
B ₂ O ₃	0-5

Thành phần	(% trọng lượng)
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	5-30
$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$	5-30
$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	0-7
P_2O_5	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.

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

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO_2	50-81
Al_2O_3	0-8
B_2O_3	0-5
$\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	5-28
$\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$	5-25
$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$	0-6
P_2O_5	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.

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

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO_2	50-81
Al_2O_3	0-5

Thành phần	(% trọng lượng)
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 đá vôi xút 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	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 đá vôi xút 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	55-76
Al ₂ O ₃	0-5

Thành phần	(% trọng lượng)
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 lithium aluminosilicat chứa các thành phần sau đây được thể hiện dưới dạng hàm 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
Na ₂ O + K ₂ O	3-25
MgO + CaO + SrO + BaO	1-4
ZnO	0-4
TiO ₂	0-4
ZrO ₂	0-5
TiO ₂ + ZrO ₂ + SnO ₂	2-6
P ₂ O ₅	0-7
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.

Tốt hơn nếu, kính lithium 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	57-63
Al ₂ O ₃	15-22
Li ₂ O	3,5-5
Na ₂ O + K ₂ O	5-20
MgO + CaO + SrO + BaO	0-5
ZnO	0-3
TiO ₂	0-3
ZrO ₂	0-5
TiO ₂ + ZrO ₂ + SnO ₂	2-5

Thành phần	(% trọng lượng)
P ₂ O ₅	0-5
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.

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 hàm lượng được chỉ ra (theo % trọng lượng):

Thành phần	(% trọng lượng)
SiO ₂	63-84
Al ₂ O ₃	0-8
B ₂ O ₃	5-18
Li ₂ O + Na ₂ O + K ₂ O	3-14

Thành phần	(% trọng lượng)
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 hàm 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 ăn mòn 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 xuống, 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.

Việc gia cường, hay còn gọi là gia cường, 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.

Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo sáng chế thu được bằng cách gia cường bằng xử lý hóa học vật dụng kính có thể gia cường bằng xử lý hóa học. Quy trình gia cường 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 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 gia cường hóa học cải thiện đặc tính uốn của vật dụng kính được gia cường và có thể tăng độ bền chống xước và độ bền va đập của kính sao cho kính được gia cường 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 gia cường hóa học là muối nóng chảy có chứa Na^+ hoặc K^+ hoặc hỗn hợp của chúng. 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 gia cường 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 gia cường 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 gia cường tốt hơn. Do đó, vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo sáng chế có thể được gia cường trong một bước hoặc trong một quá trình gồm một vài bước, ví dụ, hai bước.

Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo sáng chế có thể chỉ có một bề mặt (bề mặt thứ nhất) nơi mà vùng ứng suất nén chạy dài từ bề mặt thứ nhất đến chiều dày (DoL) thứ nhất trong vật dụng kính hiện có, trong đó vùng được định ra bởi ứng suất nén (CS). Trong trường hợp này vật dụng kính chỉ gồm một bên được gia cường. 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 chiều

dày (DoL) thứ hai trong vật dụng kính hiện có, trong đó vùng được định ra bởi ứng suất nén (CS). Vật dụng kính được ưu tiên này được gia cường cả hai bên.

CS phụ thuộc phần lớn vào thành phần của kính. Hàm lượng Al_2O_3 cao giúp dễ thu được CS cao. Sau khi gia cường, 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 khi thời gian gia cường và nhiệt độ gia cường tăng lên. DoL được định rõ là cần thiết để đảm bảo độ bền ổn định của kính gia cường, nhưng DoL quá cao làm tăng tỉ 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, cần có độ bền tiếp xúc vật sắc nhọn của kính trần cao, và DoL thấp được ưu tiên. Để thu được DoL thấp, nhiệt độ gia cường và/hoặc thời gian gia cường bị giảm đi. Theo sáng chế, nhiệt độ gia cường giảm đi được ưu tiên hơn do DoL nhạy cảm hơn với nhiệt độ và thời gian gia cường lâu hơn dễ dàng được thiết lập trong quá trình sản xuất hàng loạt. Tuy nhiên, cũng có thể giảm thời gian gia cường để giảm DoL của vật dụng kính.

Giá trị có lợi của DoL phụ thuộc vào thành phần kính, độ dày và CS được áp dụng của vật dụng kính tương ứng trong từng trường hợp. 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 và/hoặc lực nén mạnh lên các phương án này bằng vật sắc nhọn, khuyết tật sẽ chỉ bị tạo ra trên bề mặt kính. Do CT giảm đáng kể do khuyết tật 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.

Theo một vài phương án được ưu tiên trong sáng chế, vật dụng kính gia cường có thể có nhỏ hơn hoặc bằng 1000 MPa, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 700 MPa. Được ưu tiên hơn là kính có CT nhỏ hơn hoặc bằng 300 MPa, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 200 MPa, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa. Một vài phương án ưu tiên có thể có CT nhỏ hơn hoặc bằng 65 MPa. Một vài phương án ưu tiên khác có

thể có CT nhỏ hơn hoặc bằng 45 MPa. Một vài biến thể có thể có CT nhỏ hơn hoặc bằng 25 MPa.

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

Để cải thiện độ bền chống va đập, vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học tốt hơn nếu có ít nhất tại một mặt lớp được phủ hoặc dát của vật liệu vô cơ hoặc hữu cơ.

Theo phương án được ưu tiên, vật dụng kính được gia cường bao gồm ít nhất một lớp polyme được dát trong đó lớp polyme có độ dày ít nhất 1 μm , tốt hơn nếu ít nhất là 5 μm , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 10 μm , tốt hơn nữa nếu ít nhất là 20 μm , tốt nhất thì ít nhất là 40 μm để thu được lực tiếp xúc với vật sắc nhọn được cải thiện. Giới hạn trên đối với độ dày của lớp polyme có thể là 200 μm . Việc dát mỏng có thể thực hiện bằng nhiều phương pháp khác nhau.

Trong trường hợp dát mỏng, vật liệu polyme có thể được chọn, ví dụ, từ nhóm chỉ bao gồm polyme silicon, polyme sol-gel, polycarbonat (PC), polyetersulphon, polyacrylat, polyimit (PI), hỗn hợp lai silic dioxit/polyme vô cơ, xycloolefin copolyme, polyolefin, nhựa silicon, polyetylen (PE), polypropylen, polypropylenepolyvinyl clorua, polystyren, copolyme styren-acrylonitril, copolyme polymethyl methacrylat (PMMA), ethylene-vinyl axetate, polyetylen terephthalat (PET), polybutylen terephthalat, polyamit (PA), polyaxetal, polyphenyleneoxit, polyphenylenesulfít, polymer được flo hóa, polymer được clo hóa, etylen-tetrafloetylen (ETFE), polytetrafloetylen (PTFE), polyvinyl clorua (PVC), polyvinyli-den clorua (PVDC), polyvinyliđen florua (PVDF), polyetylen naphthalat (PEN), terpolyme được làm từ tetrafloetylen, terpolyme được làm từ hexaflopropylen, và terpolyme được làm từ vinyliđen florua (THV) hoặc polyuretan, hoặc hỗn hợp các polyme này. Lớp polyme có thể được phủ lên trên vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học siêu mỏng bằng phương pháp đã biết.

Việc phủ lớp bảo vệ bằng nhiều phương pháp khác nhau chẳng hạn như phương pháp lắng đọng hơi hóa học, mạ nhúng, mạ quay, máy in phun mực, đúc, kỹ thuật in lụa, sơn và phun có thể có lợi, đặc biệt là lớp cuối cùng sau xử lý. Tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở các quy trình xử lý này. Vật liệu thích hợp cũng đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật. Ví dụ, chúng có thể bao gồm nhựa phản ứng nhựa cứng là polyme được chọn từ nhóm chỉ bao gồm nhựa nhiệt rắn, nhựa phenol formaldehyt, nhựa amino,

nhựa urea formaldehyt, nhựa melamin formaldehyt, nhựa epoxit, nhựa polyeste không no, nhựa vinyl este, nhựa phenacrylat, nhựa diallyl phthalat, nhựa silicon, nhựa polyuretan liên kết chéo, nhựa phản ứng polymethacrylat hóa, và nhựa phản ứng polyacrylat hóa.

Vật dụng kính có thể được phủ thêm ví dụ, chức năng chống phản chiếu, chống xước, chống vân tay, chống vi khuẩn, chống chói và tổ hợp các chức năng này.

Vật dụng kính có thể sử dụng trong lĩnh vực làm nệm hoặc nắp phủ cho linh kiện điện tử có thể gấp lại hoặc dẻo 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 đế hoặc vỏ bảo vệ, nắp bảo vệ cảm biến dấu vân tay, đế 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 đế hoặc vỏ màn hình, đế hoặc vỏ mô-đun cảm biến vân tay, gói bán dẫn, đế 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 đế hoặc vỏ màn hình, đế hoặc vỏ mô-đun cảm biến vân tay, gói bán dẫn, đế 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.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp sản xuất vật dụng kính theo sáng chế, phương pháp bao gồm các bước:

- a) chuẩn bị thành phần của vật liệu thô cho kính mong muốn,
- b) đun chảy thành phần,
- c) tạo ra vật dụng kính theo quy trình tạo kính phẳng,
- d) cắt vật dụng kính theo kích thước với hình dạng mặt vát đặc biệt,
- e) gia cường bằng xử lý hóa học vật dụng kính, và
- f) tùy ý, phủ lên ít nhất một bề mặt của vật dụng kính một lớp phủ,

g) tùy ý, dát mỏng ít nhất một bề mặt của vật dụng kính với một lớp polyme, trong đó nhiệt độ và thời gian gia cường giảm đi. Tất nhiên, các bước từ d tới g được thực hiện theo thứ tự khác nhau nếu muốn hoặc nếu có lợi.

Tốt hơn nếu quá trình xử lý kính phẳng là quy trình kéo xuống hoặc kéo lại.

Quá trình gia cường bằng xử lý hóa học bao gồm quá trình trao đổi ion. Đối với sản xuất hàng loạt, sẽ thuận lợi nếu quá trình trao đổi ion bao gồm nhúng vật dụng kính hoặc một phần vật dụng kính vào trong bể muối chứa cation hóa trị một. Tốt hơn nếu cation hóa trị một là ion kali và/hoặc natri.

Hình dạng mặt vát đặc biệt có thể được tạo ra bằng ăn mòn hóa học, mài cơ học, xử lý laze, cắt bằng bánh mài hoặc kết hợp các phương pháp đã nêu ở trên với nhau.

Ngoài ra, sẽ có lợi nếu vật dụng kính hoặc một phần vật dụng kính được nhúng vào trong bể muối tại nhiệt độ nằm trong khoảng từ 340°C và 480°C trong 30 giây đến 48 giờ.

Đối với một vài loại kính, tốt hơn nếu việc gia cường bằng xử lý hóa học gồm hai bước gia cường liên tiếp, trong đó bước thứ nhất bao gồm gia cường với chất gia cường thứ nhất và bước thứ hai bao gồm gia cường với chất gia cường thứ hai. Tốt hơn nếu chất gia cường thứ nhất và chất gia cường thứ hai chứa hoặc chỉ bao gồm KNO_3 và/hoặc NaNO_3 và/hoặc hỗn hợp của chúng.

Chi tiết quá trình gia cường và quá trình sản xuất đã được mô tả ở trên.

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_2O_3	17	23	17,5	17,5	18	4	-	3
Li_2O	-				5	-	-	-
Na_2O	12	11	15	14,2	10	6	9,5	5
K_2O	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	-	-

Bảng 2: Ví dụ so sánh

	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 5	Ví dụ so sánh 6	Ví dụ so sánh 7	Ví dụ so sánh 8	Ví dụ so sánh 9
Loại kính	6	1	1	3	2	5	4	7	8
Chiều dài (mm)	100	100	100	100	200	150	160	150	150
Chiều rộng (mm)	100	50	50	80	80	120	120	110	120
t (µm)	50	70	70	100	210	90	30	45	200
Nhiệt độ gia cường (°C)	400	390	390	390	390	400	390	390	400
Thời gian cường lực (phút)	60	25	25	30	30	180	15	30	180
Quá trình tạo mặt vát	Cắt bằng bánh mài	Cắt bằng bánh mài+ mài CNC,	Mài CNC, cùng với bảo vệ bề mặt	cắt laze+ ăn mòn,	Mài CNC, +ăn mòn,	Mài CNC, cùng với bảo vệ bề mặt,	cắt laze	Cắt bằng bánh mài+ ăn mòn,	Mài CNC,
B (µm)	/	/	15	/	50	25	/	/	40

A (μm)	/	/	15	/	50	25	/	/	40
A/t	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,2
A/B	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0
CS (MPa)	342	730	730	785	801	767	685	408	127
DoL(μm)	7	10	10	9	9	7	6	5	6
CT (MPa)	67	146	146	86	38	71	228	58	4
BS (MPa)	427	786	845	823	887	843	764	545	198
BBR (mm)	4,3	3,3	3,1	4,5	8,8	4,0	1,5	3,1	37,4
BS - CS (MPa)	85	56	115	38	86	76	79	137	71

Bảng 3: Ví dụ thực nghiệm

	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7
Loại kính	1	2	3	4	5	7	3
Chiều dài (mm)	100	180	150	180	165	170	130
Chiều rộng (mm)	100	130	70	140	120	125	80
t (μm)	100	30	85	50	75	70	70
Nhiệt độ gia cường (°C)	390	390	390	390	420	390	390
Thời gian gia cường (phút)	25	15	5	30	120	120	60
Quá trình tạo mặt vát	Mài CNC cùng với	Cắt thành kích	Ăn mòn + cắt	Dát mỏng+ cắt thành	Mài CNC cùng với	Mài CNC cùng với	Dát mỏng + cắt thành

	bảo vệ bề mặt	thước + đát mỏng + ăn mòn,		kích thước+ ăn mòn	bảo vệ bề mặt,	bảo vệ bề mặt,	kích thước+ ăn mòn
B (μm)	25	10	36	12	37	18	18
A (μm)	53	60	128	49	58	33	83
A/t	0,5	2,0	1,5	1,0	0,8	0,5	1,2
A/B	2,1	6,0	3,6	4,1	1,6	1,8	4,6
CS (MPa)	727	782	849	865	680	405	846
DoL(μm)	10	6	4	10	9	9	14
CT (MPa)	91	261	44	288	107	70	282
BS (MPa)	1280	1649	1504	1261	1006	875	1585
BBR (mm)	2,9	0,7	2,1	1,5	2,8	3,0	1,6
BS - CS (MPa)	553	867	655	396	326	470	739

Bảng 3 (tiếp tục) ví dụ thực nghiệm

	Ví dụ 8	Ví dụ 9	Ví dụ 10	Ví dụ 11	Ví dụ 12	Ví dụ 13
Loại kính	2	8	1	1	1	1
Chiều dài (mm)	120	180	150	200	100	140
Chiều rộng (mm)	120	30	120	35	100	70
t (μm)	50	40	70	210	70	70
Nhiệt độ gia cường (°C)	390	440	390	390	390	390
Thời gian	20	360	15	45	30	20

gia cường (phút)						
Quá trình tạo mặt vát	Cắt thành kích thước + dát mỏng + ăn mòn	Dát mỏng + cắt thành kích thước + ăn mòn	Ăn mòn + cắt	Dát mỏng + cắt thành kích thước + ăn mòn	Cắt thành kích thước + dát mỏng + ăn mòn	Cắt thành kích thước + dát mỏng + ăn mòn
B (μm)	16	13	30	42	13	20
A (μm)	70	53	113	170	130	140
A/t	1.4	1.3	1.6	0.8	1.9	2.0
A/B	4.4	4.1	3.8	4.0	10.0	7.0
CS (MPa)	795	120	746	769	723	723
DoL(μm)	8	9	8	15	10	10
CT (MPa)	187	49	111	64	145	145
BS (MPa)	1255	756	1578	1126	1063	1304
BBR (mm)	1.5	2.0	1.6	6.9	2.4	2.0
BS - CS (MPa)	460	636	832	357	340	581

Mô tả chi tiết các phương án

Bảng 1 trình bày thành phần của một vài phương án thông thường của kính siêu mỏng được tạo hình nóng trực tiếp cái mà có thể gia cường bằng xử lý hóa học.

Vật dụng kính của nhiều loại kính khác nhau được sản xuất theo phương pháp kéo xuống và được gia cường bằng xử lý hóa học để tạo ra vật dụng kính siêu mỏng được gia cường bằng xử lý hóa học. Mỗi vật dụng kính siêu mỏng có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai. Trong phương án cho thấy mỗi mẫu đại diện cho vật dụng kính được gia cường trên cả hai bên. Vì vậy có một vùng ứng suất nén có độ sâu (DoL) nhất định trên mỗi bên của vật dụng kính. Ở đây, cạnh vát được tạo ra trước, sau đó được gia cường bằng xử lý hóa học. Để xác định đặc tính trong ví dụ so sánh (bảng 2) và ví dụ

thực nghiệm (bảng 3) ít nhất 15 mẫu mỗi loại được chuẩn bị và thử nghiệm.

Các ví dụ so sánh 1, 2, 4, 7, 8 là các kính có độ dày và loại kính khác nhau gần như không có mặt vát. Cạnh không có mặt vát có thể được tạo ra bằng cắt laze, cắt bằng bánh mài và khía và mài cạnh sau khi ăn mòn trong một vài trường hợp. Độ bền uốn BS trong các ví dụ so sánh này chỉ lớn hơn một chút so với giá trị CS và chúng nằm ngay tại góc phải trái trong Fig. 7 và 8.

Các ví dụ so sánh 3, 5, 6 và 9 có kích thước mặt vát giống hệt với quá trình xử lý cạnh kính dày, tức là tỷ lệ giữa chiều rộng mặt vát với chiều cao mặt vát gần bằng 1 (giống như mặt vát 45°) và độ bền uốn cao hơn đáng kể so với CS. Để tránh không vỡ kính mỏng và giảm kích thước mảnh vỡ, màng bảo vệ bằng epoxy dày 100 μm được phủ lên cả hai bên kính trước khi mài cạnh CNC (ví dụ so sánh 3,6), và màng bảo vệ epoxy được làm sạch bằng axeton trước khi tiếp tục quá trình làm sạch và gia cường. Các vật liệu khác thích hợp làm màng bảo vệ cũng được đề cập đến ở trên. Ăn mòn một chút bằng hóa chất có thể được áp dụng sau khi mài CNC để sửa chữa các khuyết tật được tạo ra trong quá trình mài cơ học.

Sau đây, các ví dụ thực nghiệm chỉ được gọi là “ví dụ”. Ví dụ 1 là kính aluminosilicat và được xử lý bằng quy trình xử lý cạnh giống như trong ví dụ so sánh 3, trong lúc sử dụng các bánh mài khác nhau, vì vậy nó có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát lớn hơn, vì vậy độ bền uốn cao hơn đáng kể so với ví dụ so sánh (đặc biệt là ví dụ so sánh 3).

Ví dụ 2 là kính aluminosilicat khác và sử dụng kỹ thuật khác để thu được hình dạng mặt vát mong muốn. Các kính mỏng được cắt theo kích thước được dát mỏng với nhau bằng keo dán trên cơ sở epoxy hoặc PMMA có thể hóa rắn nhờ UV. Sau khi dát mỏng 10 mảnh kính mỏng lại với nhau để có đủ độ cứng, các lớp gỗ được đóng rắn để tiếp tục cải thiện độ cứng. Các tấm mỏng tiếp tục được xử lý bằng cách mài CNC để thu được một cạnh thẳng đứng mà không có mặt vát. Các tấm mỏng sau đó được ăn mòn hóa học trong dung dịch HF loãng trong một thời gian nhất định cho đến khi thu được kích thước vát mong muốn. Các lớp mỏng sau đó được nung để giảm lực dán keo và từng mảnh kính siêu mỏng được bóc ra khỏi các tấm mỏng. Sau đó quá trình làm sạch thông thường và xử lý gia cường được tiến hành. Thậm chí thu được tỷ lệ chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát lớn hơn và giá trị độ bền uốn được lấy lớn hơn nhiều so với giá trị CS của mẫu.

Ví dụ 3 tiếp tục là loại kính 38luminosilicate khác và sử dụng kỹ thuật khác để thu được hình dạng mặt cắt mong muốn. Ở đây, một miếng kính siêu mỏng lớn là kính hai mặt được trang trí họa tiết bằng mực chịu axit, và mực phủ lên phần mà tương ứng với kích thước mẫu cuối cùng mong muốn. Kính siêu mỏng được trang trí họa tiết được nhúng vào trong hóa chất để ăn mòn phần độ dày nơi mà không có mực đọng lại. Mẫu thu được cũng có tỷ lệ chiều rộng mặt cắt/chiều cao mặt cắt lớn và độ bền uốn lớn.

Ví dụ 4 tiếp tục là loại kính aluminosilicat khác và sử dụng kỹ thuật được biến đổi so với ví dụ 2 để thu được hình dạng mặt cắt mong muốn. Các kính được ghép lại thành kích thước lớn hơn so với sản phẩm cuối cùng. Sau khi hóa cứng, các tấm mỏng được cắt bằng bánh mài để thu được gần giống hình dạng sản phẩm cuối cùng và sau đó tiến hành mài cạnh CNC. Kích thước mặt vát vẫn được xác định bằng dung dịch ăn mòn được kiểm soát và thời gian.

Ví dụ 5 và 6 là kính lithi aluminosilicat và kính đá vôi-natri carbonat và sử dụng quy trình tạo mặt vát giống như trong ví dụ 1. Ví dụ 6 cần thời gian gia cường lâu hơn để thu được DoL tương tự như các ví dụ từ 1-4.

Ví dụ 7 là loại kính giống với ví dụ 3 nhưng có quá trình tạo mặt vát giống với quá trình trong ví dụ 4. Cả ví dụ 7 và 3 đều có BS cao dù quá trình tạo mặt vát khác nhau.

Ví dụ 8 là loại kính và quy trình giống như trong ví dụ 2 nhưng độ dày lớn hơn.

Ví dụ 9 là kính borosilicat chứa bo, nó có DoL thấp hơn. Tuy nhiên, sau quy trình tạo mặt vát và gia cường giống như trong ví dụ 4 độ bền uốn của nó cũng tuân theo kết quả được nêu trong sáng chế này. Đó là bằng chứng cho thấy rằng mối quan hệ giữa hình dạng mặt vát-độ bền uốn được mô tả trong sáng chế này có thể nói chung được áp dụng mà không phụ thuộc vào loại kính.

Ví dụ 10 sử dụng quy trình tạo mặt vát khác. Vật dụng có độ dày cuối cùng là 70 μm , trong khi độ dày ban đầu là 210 μm . Kính 210 μm được cắt và sau đó được mài CNC để thu được hình dạng mặt vát giống như trong ví dụ so sánh 4. Mẫu kính 210 μm đã mài sau đó được nhúng trong dung dịch ăn mòn mà không cần bảo vệ bề mặt hoặc cạnh. Sau đó độ dày giảm xuống còn 70 μm , tỷ lệ giữa chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát cũng thay đổi. Độ bền uốn sau khi gia cường cũng tăng đáng kể so với trong các ví dụ so sánh 3, 5 hoặc 6.

Ví dụ 11 là loại kính tương tự như ví dụ 1 và có quy trình tạo mặt vát tương tự

như trong ví dụ 4, nhưng độ dày lớn hơn.

Ví dụ 12 là ví dụ đặc biệt, nó không có trong biểu đồ trong Fig. 7 và Fig. 8. Nó có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát rất lớn trong khi độ bền uốn không tăng đến mức mở rộng như vậy so với tỷ lệ chiều rộng/chiều cao mặt vát. Do đó, tỷ lệ chiều rộng/chiều cao mặt vát nên được điều chỉnh để nhỏ hơn 20, tốt hơn nếu nhỏ hơn 15, tốt hơn nếu nhỏ hơn 10, hoặc thậm chí tốt hơn nếu nhỏ hơn 8 để thu được độ bền uốn tốt nhất.

Ví dụ 13 có cùng loại kính với ví dụ 12 và cũng có cùng quy trình tạo mặt vát, nhưng tỷ lệ chiều rộng/chiều cao mặt vát nhỏ hơn. Như có thể thấy, độ bền uốn trong ví dụ 13 lớn hơn so với ví dụ 12.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học có độ dày (t) bằng hoặc nhỏ hơn 0,4mm, bề mặt thứ nhất (2), bề mặt thứ hai (3) và vùng ứng suất nén được xác định bằng ứng suất nén (CS) ít nhất là 100 MPa, và ít nhất một cạnh (4) nối bề mặt thứ nhất (2) và bề mặt thứ hai (3), trong đó ít nhất một cạnh (4) có ít nhất một mặt vát (5) có chiều rộng (A) và chiều cao (B), trong đó

- mặt vát (5) có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/chiều cao mặt vát (A/B) nằm trong khoảng 1,5 đến 20 và

- mặt vát (5) có tỷ lệ chiều rộng mặt vát/độ dày kính (A/t) ít nhất là 1.

2. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,33$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

3. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,25$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

4. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,21$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

5. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,18$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

6. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,15$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

7. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,13$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

8. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,1$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

9. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,08$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

10. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,07$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

11. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,05$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

12. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng

kính (1) có độ dày $\leq 0,03$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

13. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 1, trong đó vật dụng kính (1) có độ dày $\leq 0,01$ mm, và/hoặc $\geq 0,005$ mm.

14. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó tỷ lệ A/B là từ 1,5 đến 15.

15. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó tỷ lệ A/B là từ 2 đến 10.

16. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó tỷ lệ A/B là từ 3 đến 8.

17. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó tỷ lệ A/B là từ 4 đến 8.

18. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó ít nhất một cạnh (4) có mặt vát thứ nhất (5) hướng về phía bề mặt thứ nhất (2) có tỷ lệ A/B và mặt vát thứ hai (5') hướng về phía bề mặt thứ hai (3) có tỷ lệ A'/B' của chiều rộng mặt vát A' và chiều cao mặt vát B', trong đó mặt vát thứ nhất (5) và mặt vát thứ hai (5') gần như đối xứng trên cả hai bên của vật dụng kính (1).

19. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 18, trong đó độ chênh lệch A/B và A'/B' là nhỏ hơn 30%.

20. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 18, trong đó độ chênh lệch A/B và A'/B' là nhỏ hơn 20%.

21. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm 18, trong đó độ chênh lệch A/B và A'/B' là nhỏ hơn 10%.

22. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó tỷ lệ A/t $> 1,0$.

23. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó tỷ lệ A/t $> 1,1$.

24. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó tỷ lệ A/t $> 1,2$.

25. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó CS > 200 MPa, và/hoặc < 2000 MPa.

26. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó CS > 400 MPa, và/hoặc < 2000 MPa.

27. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó CS > 600 MPa, và/hoặc < 2000 MPa.
28. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó CS > 700 MPa, và/hoặc < 2000 MPa.
29. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó CS > 800 MPa, và/hoặc < 2000 MPa.
30. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó CS > 1000 MPa, và/hoặc < 2000 MPa.
31. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó DoL nằm trong khoảng > 1 μm đến < 40 μm .
32. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) > 700 Mpa.
33. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) > 800 Mpa.
34. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) > 1000 Mpa.
35. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) > 1200 Mpa.
36. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ chênh lệch (BS-CS) ít nhất là 150 MPa, trong đó BS là độ bền uốn.
37. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ chênh lệch (BS-CS) ít nhất là 200 MPa, trong đó BS là độ bền uốn.
38. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ chênh lệch (BS-CS) ít nhất là 300 MPa, trong đó BS là độ bền uốn.
39. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ chênh lệch (BS-CS) ít nhất là 400 MPa, trong đó BS là độ bền uốn.
40. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ chênh lệch (BS-CS) ít nhất là 500

MPa, trong đó BS là độ bền uốn.

41. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) trung bình lớn hơn

$$CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 4.}$$

42. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) trung bình lớn hơn

$$CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 6.}$$

43. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) trung bình lớn hơn

$$CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 8.}$$

44. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có độ bền uốn (BS) trung bình lớn hơn

$$CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 10.}$$

45. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó bán kính uốn gây vỡ trung bình của vật dụng kính (1) nhỏ

$$\text{hơn } \frac{50000t}{CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 4.}$$

46. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó bán kính uốn gây vỡ trung bình của vật dụng kính (1) nhỏ

$$\text{hơn } \frac{50000t}{CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 6.}$$

47. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó bán kính uốn gây vỡ trung bình của vật dụng kính (1) nhỏ

$$\text{hơn } \frac{50000t}{CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 8.}$$

48. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó bán kính uốn gây vỡ trung bình của vật dụng kính (1) nhỏ

$$\text{hơn } \frac{50000t}{CS + 10a \frac{A}{B} - a \left(\frac{A}{B} - 1 \right)^2 + 20a \frac{A}{t}}, \text{ trong đó "a" là hằng số là 10.}$$

49. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có bán kính uốn nhỏ hơn

$\frac{100000t}{CS+10a\frac{A}{B}-a\left(\frac{A}{B}-1\right)^2+20a\frac{A}{t}}$ mà không gây vỡ, trong đó “a” là hằng số là 4.

50. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có bán kính uốn nhỏ hơn

$\frac{100000t}{CS+10a\frac{A}{B}-a\left(\frac{A}{B}-1\right)^2+20a\frac{A}{t}}$ mà không gây vỡ, trong đó “a” là hằng số là 6.

51. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có bán kính uốn nhỏ hơn

$\frac{100000t}{CS+10a\frac{A}{B}-a\left(\frac{A}{B}-1\right)^2+20a\frac{A}{t}}$ mà không gây vỡ, trong đó “a” là hằng số là 8.

52. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có bán kính uốn nhỏ hơn

$\frac{100000t}{CS+10a\frac{A}{B}-a\left(\frac{A}{B}-1\right)^2+20a\frac{A}{t}}$ mà không gây vỡ, trong đó “a” là hằng số là 10.

53. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó cạnh (4) có phần được tạo cấu trúc có nhiều chỗ lõm (9) hình tròn, gần như hình cầu.

54. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó cạnh (4) bao gồm mặt cắt giới hạn (6) là mặt phẳng được đặt thẳng đứng so với bề mặt thứ nhất (2) và bề mặt thứ hai (3).

55. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) có thể chịu được độ cao gây vỡ do thử nghiệm rơi bút lớn hơn 20mm khi có hoặc không có vật liệu bổ sung phủ hoặc dát lên trên vật dụng kính (1), và trong đó khả năng chống lại sự rơi bút đề cập đến khả năng chống chịu của vật dụng kính đối với nứt vỡ khi làm rơi một cây bút nặng khoảng 5 gram, với một quả bóng vonfram cacbua có đường kính bằng hoặc nhỏ hơn 0,7mm được thả thẳng đứng lên trên vật dụng kính.

56. Vật dụng kính được gia cường bằng xử lý hóa học theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, trong đó vật dụng kính (1) bao gồm ít nhất một bề mặt có lớp vật liệu vô cơ hoặc hữu cơ được phủ hoặc được dát mỏng.

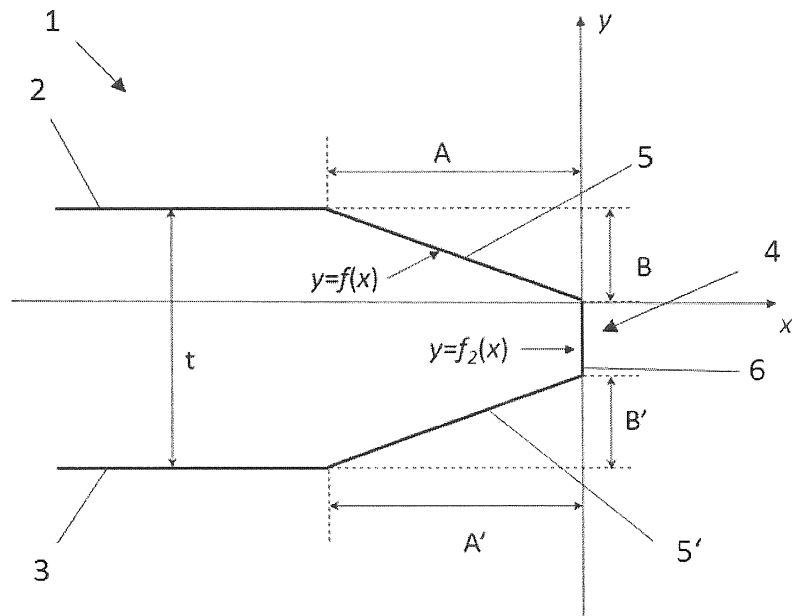


Fig. 1

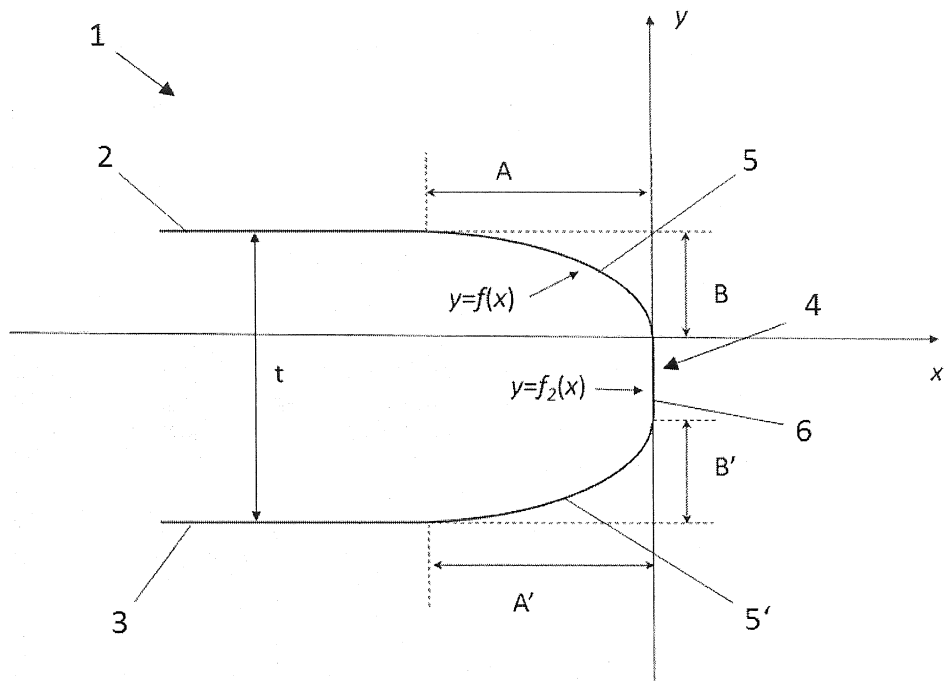


Fig. 2

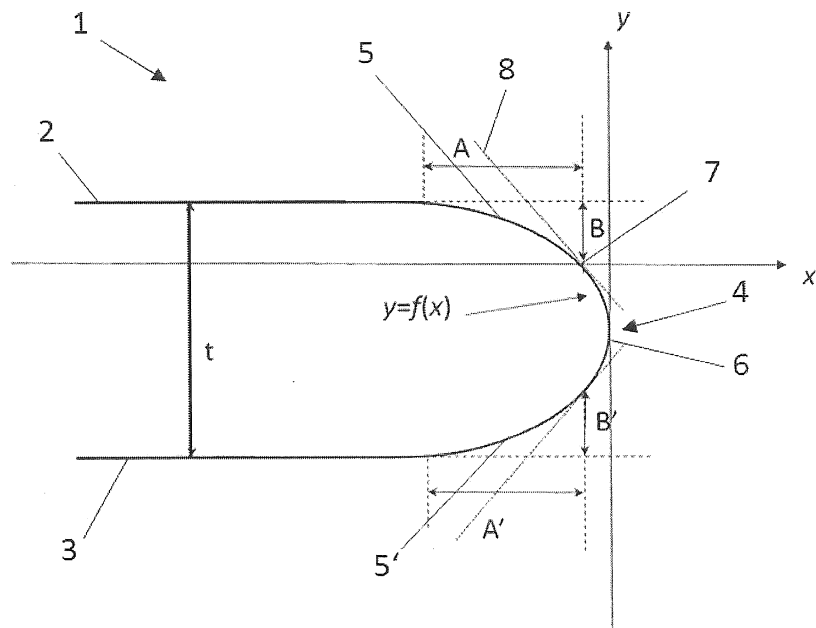


Fig. 3

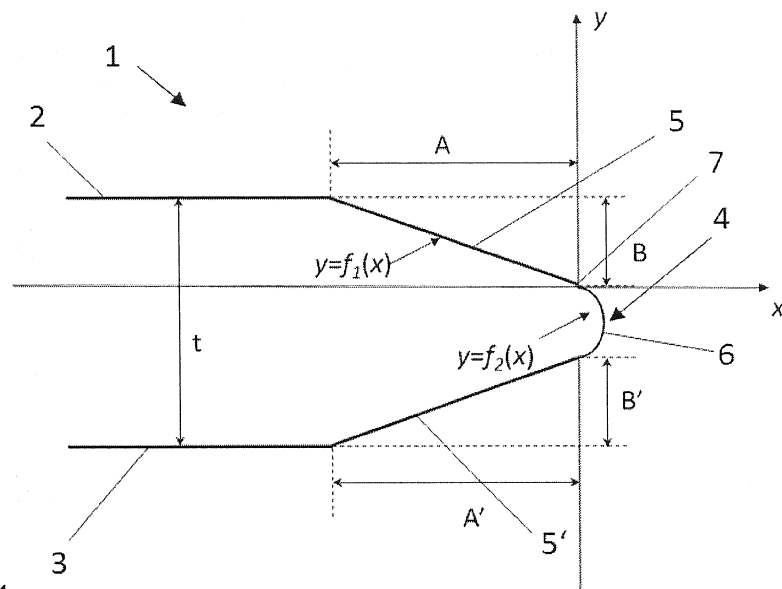


Fig. 4

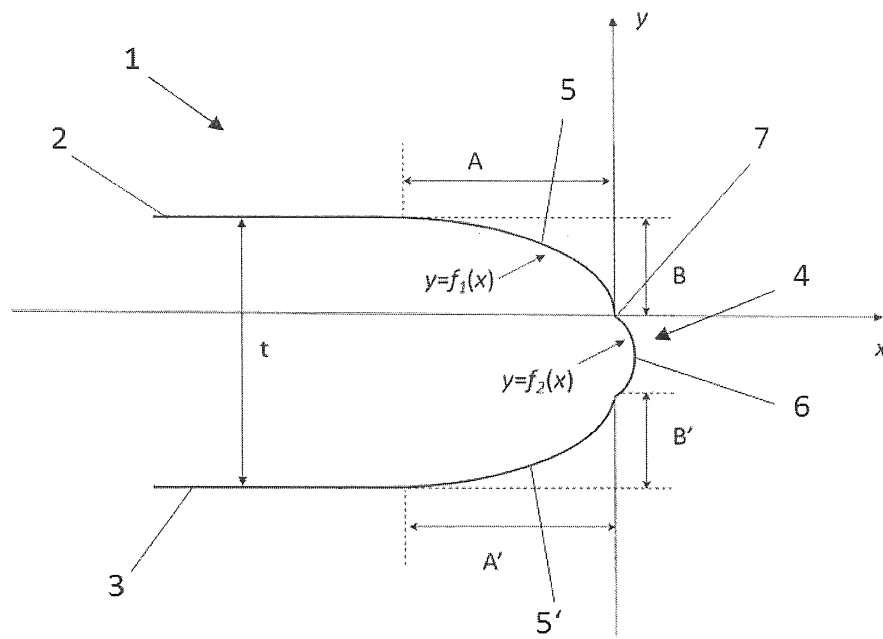


Fig. 5

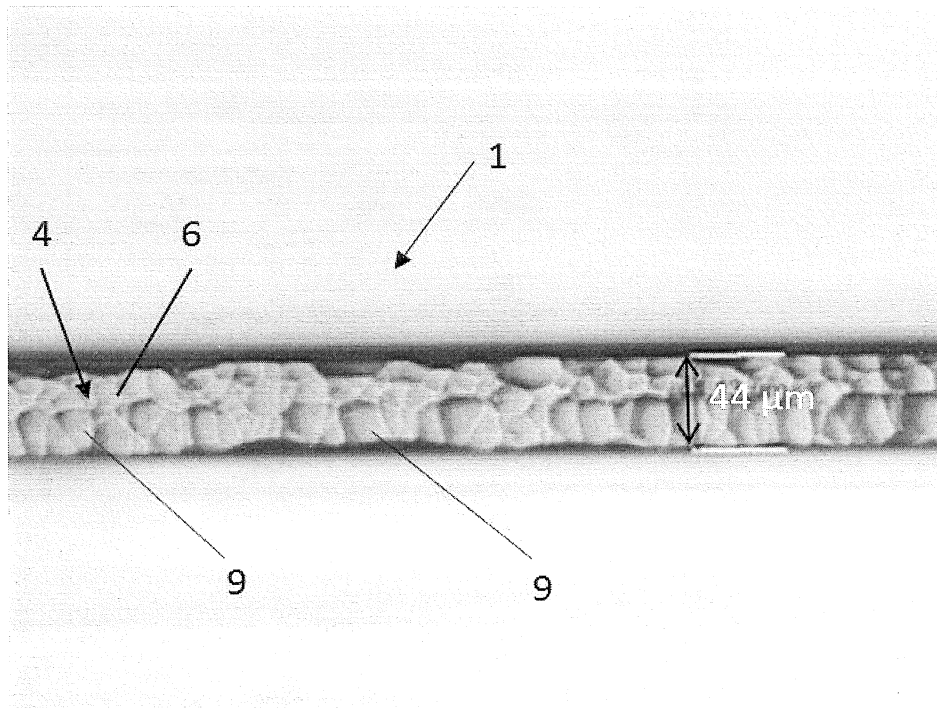


Fig. 6

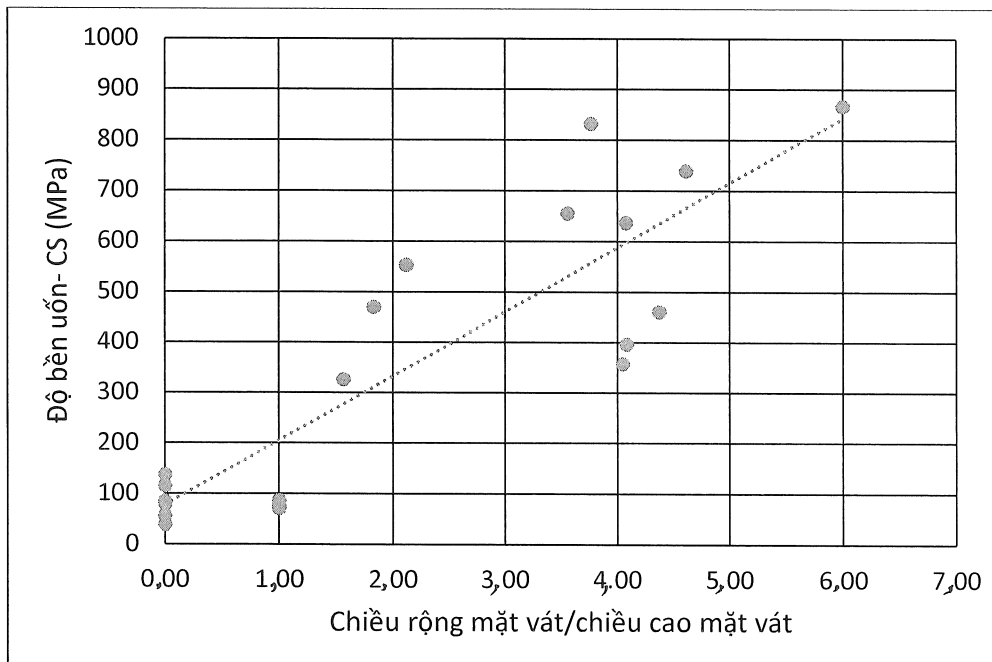


Fig. 7

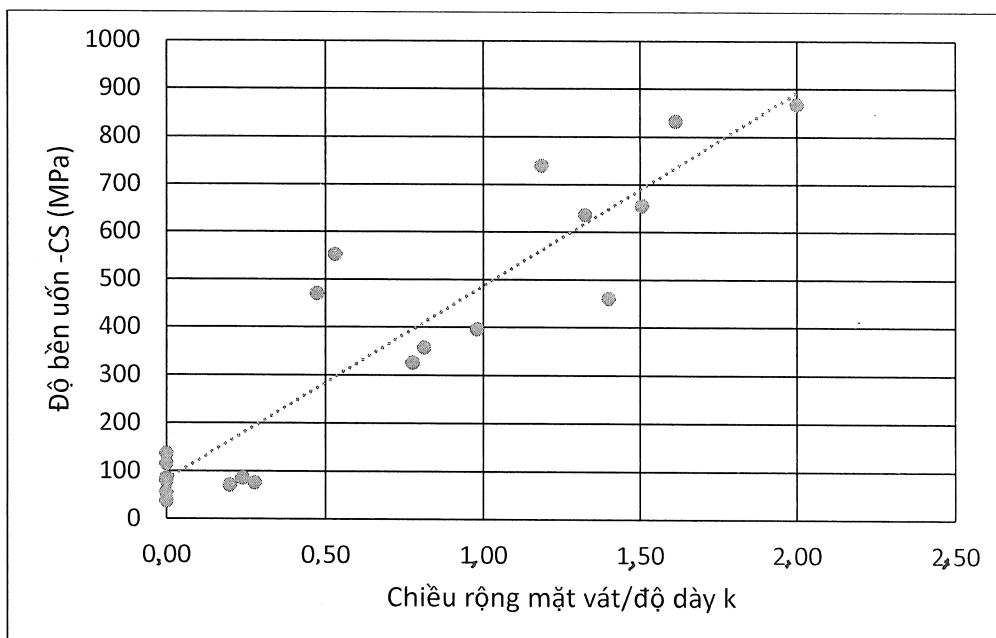


Fig. 8