



(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)



1-0044762

(51)^{2020.01} C03C 17/32; C03C 3/085; C03C 17/00 (13) B

(21) 1-2022-01439

(22) 04/08/2020

(86) PCT/US2020/044832 04/08/2020

(87) WO2021/030098 18/02/2021

(30) 62/885,505 12/08/2019 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/05/2022 410A

(71) CORNING INCORPORATED (US)

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

(72) GU, Yunfeng (US); LUO, Jian (CN); NIU, Weijun (US); ZHANG, Rui (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) VẬT PHẨM TRÊN CƠ SỞ THỦY TINH CÓ ĐỘ BỀN CHỐNG NÚT VỠ HIỆU QUẢ CAO, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT PHẨM VÀ SẢN PHẨM ĐIỆN TỬ TIÊU DÙNG CHỨA VẬT PHẨM NÀY

(21) 1-2022-01439

(57) Sáng chế đề cập đến các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả cao. Các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh này bao gồm: nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm bề mặt thứ nhất và thứ hai đối diện nhau xác định độ dày của nền (t_s), phần trung tâm về cơ bản là phẳng và phần chu vi; lớp phủ polyme được áp dụng trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất hoặc thứ hai; và độ bền chống nứt vỡ hiệu quả là lớn hơn hoặc bằng $1,25 \text{ MPa.m}^{0,5}$ khi đo ở nhiệt độ trong phòng. Sáng chế cũng đề cập đến các phương pháp sản xuất các vật phẩm này và các sản phẩm điện tử tiêu dùng bao gồm các vật phẩm đó.

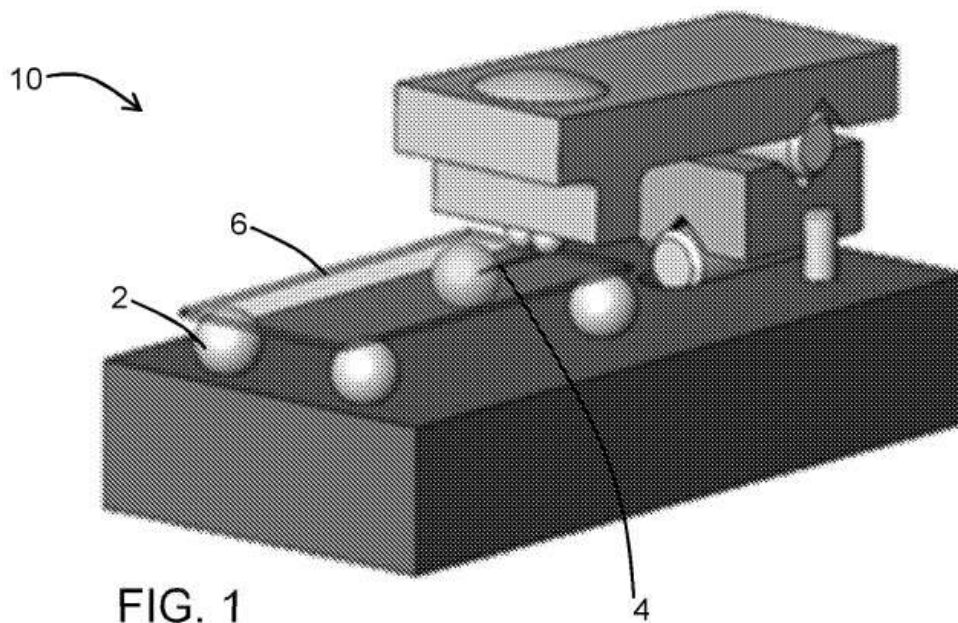


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến việc làm tăng độ bền chống nứt vỡ của vật phẩm trên cơ sở thủy tinh bằng cách phủ một lớp phủ polyme lên nền thủy tinh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bản chất di động của các thiết bị cầm tay, như điện thoại thông minh, máy tính bảng, máy nghe nhạc cầm tay, máy tính cá nhân, và máy ảnh, khiến các thiết bị này đặc biệt dễ bị hư hại khi vô tình bị rơi trên bề mặt cứng, như mặt đất. Các thiết bị này thường tích hợp thủy tinh che phủ, có thể bị hỏng khi va chạm với bề mặt cứng. Trong nhiều thiết bị này, thủy tinh che phủ có tác dụng làm phần che bộ phận hiển thị, và có thể tích hợp chức năng cảm ứng, khiến cho việc sử dụng các thiết bị này bị ảnh hưởng tiêu cực khi thủy tinh che phủ bị hư hỏng.

Có hai phương thức hư hỏng chính của thủy tinh che phủ khi thiết bị cầm tay liên quan bị rơi xuống bề mặt cứng. Một trong các kiểu này là hư hỏng do uốn cong, mà gây ra bởi việc uốn cong thủy tinh khi thiết bị chịu tải trọng động do va chạm với bề mặt cứng. Một phương thức khác là hư hỏng do tiếp xúc với vật sắc, mà gây ra bởi sự hư hỏng của bề mặt thủy tinh. Việc va đập của thủy tinh với các bề mặt cứng nhám, như nhựa đường, granit, v.v., có thể tạo ra các rãnh lõm sắc trên bề mặt thủy tinh. Các phần lõm này trở thành vị trí hỏng trên bề mặt thủy tinh mà từ đó vết nứt có thể phát triển và lan truyền.

Các nhà chế tạo thủy tinh và nhà sản xuất thiết bị cầm tay liên tục nỗ lực để cải thiện khả năng chống chịu của các thiết bị cầm tay đối với hư hỏng. Do đó, có nhu cầu về thủy tinh mang lại độ bền chống nứt vỡ hiệu quả cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các khía cạnh của phân mô tả này đề cập đến các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh và các phương pháp sản xuất và việc sử dụng chúng. Các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh ở đây có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả cao (K_C). Các dấu hiệu khác nhau

của sáng chế có thể được kết hợp theo tất cả các tổ hợp và tổ hợp bất kỳ, ví dụ như theo các phương án sau.

Phương án 1. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh bao gồm:

nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai đối diện nhau xác định độ dày của nền (t_s), phần trung tâm về cơ bản là phẳng, và phần chu vi;

lớp phủ polyme được bố trí trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất hoặc thứ hai; và

độ bền chống nứt vỡ hiệu quả là lớn hơn hoặc bằng $1,25 \text{ MPa.m}^{0.5}$ khi đo ở nhiệt độ trong phòng.

Phương án 2. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án 1, trong đó độ bền chống nứt vỡ hiệu quả của vật phẩm trên cơ sở thủy tinh được đo bằng phương pháp xoắn kép ở nhiệt độ 20°C .

Phương án 3. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó phần chu vi bao gồm các cạnh đã hoàn thiện.

Phương án 4. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ polyme (t_c) lớn hơn hoặc bằng 5 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 150 micromet.

Phương án 5. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án trước, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ polyme (t_c) lớn hơn hoặc bằng 10 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 90 micromet.

Phương án 6. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme có chỉ số vật liệu thứ nhất (MI_1) như được xác định bởi $MI_1 = \theta^{0.5} \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài của polyme tính theo phần trăm và σ_y là độ bền kéo của polyme tính bằng MPa, trong đó MI_1 lớn hơn hoặc bằng 35 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa.

Phương án 7. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme có chỉ số vật liệu thứ hai (MI_2) như được

xác định bởi $MI_2 = \theta \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài của polyme tính theo phần trăm và σ_y là độ bền kéo của polyme tính bằng MPa, trong đó MI_2 lớn hơn hoặc bằng 12 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75 MPa.

Phương án 8. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme có chỉ số vật liệu thứ ba (MI_3) như được xác định bởi $MI_3 = \theta \sigma_y^2 / E$, trong đó θ là độ giãn dài, σ_y là độ bền kéo tính bằng MPa, và E là môđun Young tính bằng GPa, trong đó MI_3 lớn hơn hoặc bằng 0,5 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5 MPa.

Phương án 9. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme được chọn từ nhóm bao gồm: polyimit, polyamit, polysulfon, polybenzimidazol, silicon, epoxit, acrylat và các hỗn hợp của chúng.

Phương án 10. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án nêu trên, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyimit.

Phương án 11. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: lớn hơn hoặc bằng 55% đến nhỏ hơn hoặc bằng 70% SiO_2 , và lớn hơn hoặc bằng 10% đến nhỏ hơn hoặc bằng 20% Al_2O_3 .

Phương án 12. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: 55 đến 70% SiO_2 , 10 đến 20% Al_2O_3 , 0 đến 7% P_2O_5 , 0 đến 20% Li_2O và 0 đến 20% Na_2O .

Phương án 13. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: 60 đến 80% SiO_2 , 10 đến 18% Al_2O_3 , 0 đến 15% B_2O_3 , 0 đến 20% RO, trong đó RO là các oxit kim loại kiềm thổ và trong đó nền về cơ bản không chứa các oxit kim loại kiềm.

Phương án 14. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên, trong đó t_s lớn hơn hoặc bằng 0,02 mm và nhỏ hơn hoặc bằng 1,3 mm.

Phương án 15. Sản phẩm điện tử tiêu dùng, bao gồm:

vỏ bao gồm bề mặt phía trước, bề mặt phía sau và các bề mặt bên;

các thành phần điện tử ít nhất một phần nằm trong vỏ, các thành phần điện tử chứa ít nhất là bộ phận điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị tại hoặc liền kề với bề mặt phía trước của vỏ; và

phần che phủ được bố trí trên bộ phận hiển thị;

trong đó một phần của ít nhất một trong số vỏ và phần che phủ bao gồm vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo phương án bất kỳ nêu trên.

Phương án 16. Phương pháp sản xuất vật phẩm trên cơ sở thủy tinh dựa một phần vào mô hình cơ học, vật phẩm trên cơ sở thủy tinh này có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C), phương pháp này bao gồm các bước:

áp dụng tiền chất polyme trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và thứ hai của nền trên cơ sở thủy tinh mà bao gồm: độ dày nền (t_s) được xác định bởi bề mặt thứ nhất và thứ hai, độ bền chống nứt vỡ dựa trên hợp phần thủy tinh (K_g), trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có độ bền kéo σ_y tính bằng MPa; và

lưu hóa tiền chất polyme để tạo thành lớp phủ polyme bao gồm độ dày lớp phủ trung bình (t_c) trên nền trên cơ sở thủy tinh để tạo thành vật phẩm trên cơ sở thủy tinh;

trong đó K_C được xác định bởi:

$$K_c = K_g * (1 + \alpha \beta^2 / \gamma)^{0,5} \quad (I),$$

trong đó α là tỷ số giữa độ dày lớp phủ (t_c) với độ dày lớp nền trên cơ sở thủy tinh (t_s), β là tỷ số giữa K_m với K_g , γ là tỷ số giữa môđun Young của polyme (E_p) với môđun Young của thủy tinh (E_g), và K_m là giá trị lớn hơn hoặc bằng 0,45 MPa*m^{0,5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 MPa*m^{0,5}.

Phương án 17. Phương pháp theo phương án 16, trong đó vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả lớn hơn hoặc bằng 1,25 MPa.m^{0,5} được đo ở nhiệt độ trong phòng.

Phương án 18. Phương pháp theo phương án 16, trong đó độ bền chống nứt vỡ hiệu quả được đo bằng phương pháp xoắn kép ở nhiệt độ 20°C.

Phương án 19. Phương pháp theo một trong các phương án từ 16 đến 18, trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có chỉ số vật liệu thứ nhất (MI_1) như được xác định bởi $MI_1 = \theta^{0.5} \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài và σ_y là độ bền kéo tính bằng MPa, khoảng MI_1 là lớn hơn hoặc bằng 35 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa.

Phương án 20. Phương pháp theo một trong các phương án từ 14 đến 19, trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có chỉ số vật liệu thứ hai (MI_2) như được xác định bởi $MI_2 = \theta \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài của polyme và σ_y là độ bền kéo của polyme tính bằng MPa, trong đó MI_2 lớn hơn hoặc bằng 12 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75 MPa.

Phương án 21. Phương pháp theo một trong các phương án từ 16 đến 20, trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có chỉ số vật liệu thứ ba (MI_3) như được xác định bởi $MI_3 = \theta \sigma_y^2 / E$, trong đó θ là độ giãn dài, σ_y là độ bền kéo tính bằng MPa, và E là mô đun Young tính bằng GPa, khoảng MI_3 lớn hơn hoặc bằng 0,5 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5 MPa.

Phương án 22. Phương pháp theo một trong các phương án từ 16 đến 21, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ (t_c) lớn hơn hoặc bằng 5 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 150 micromet.

Phương án 23. Phương pháp sản xuất vật phẩm trên cơ sở thủy tinh bao gồm các bước:

áp dụng tiền chất polyme trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và thứ hai của nền trên cơ sở thủy tinh mà bao gồm: độ dày nền (t_s) được xác định bởi bề mặt thứ nhất và thứ hai, phần trung tâm về cơ bản là phẳng, và phần chu vi; và

lưu hóa tiền chất polyme để tạo thành lớp phủ polyme trên nền trên cơ sở thủy tinh để tạo thành vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả lớn hơn hoặc bằng $1,25 \text{ MPa.m}^{0.5}$ được đo ở nhiệt độ trong phòng.

Phương án 24. Phương pháp theo phương án 23, trong đó quá trình lưu hóa được tiến hành ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 300°C.

Phương án 25. Phương pháp theo một trong các phương án từ 23 đến 24, trong đó việc áp dụng tiền chất polyme bao gồm việc áp dụng dung dịch chứa ít nhất một monome và ít nhất một dung môi.

Phương án 26. Phương pháp theo một trong số các phương án từ 23 đến 25, trong đó việc áp dụng lớp phủ polyme bao gồm phết bằng dao gạt.

Phương án 27. Phương pháp theo một trong các phương án từ 23 đến 26, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme được chọn từ nhóm bao gồm: polyimit, polyamit, polysulfon, polybenzimidazol, silicon, epoxit, acrylat, và các hỗn hợp của chúng.

Phương án 28. Phương pháp theo một trong các phương án từ 23 đến 27, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ polyme (t_c) lớn hơn hoặc bằng 5 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 150 micromet.

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, 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 hiểu rằng cả phần mô tả chung trên đây và phần mô tả chi tiết dưới đây mô tả các phương án khác nhau và được dự định để đưa ra cái nhìn tổng quát hoặc cốt lõi để hiểu bản chất và đặc điểm của đối tượng được yêu cầu bảo hộ. Các hình vẽ kèm theo được bao gồm để hiểu rõ nữa về các phương án khác nhau, và được kết hợp vào, và đóng vai trò là một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ minh họa các phương án khác nhau sẽ được mô tả ở đây, và cùng với phần mô tả đóng vai trò giải thích các nguyên lý và các cách vận hành của đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 mô tả bằng sơ đồ thiết bị để tiến hành phương pháp xoắn kép (Double Torsion-DT);

Fig. 2 là biểu diễn sơ lược mặt cắt ngang của vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo một phương án;

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

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

Fig. 4 là biên dạng độ dày đo bằng máy đo biên dạng cho lớp phủ polyme làm ví dụ;

Fig. 5 là độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C) $\text{MPa} \cdot \text{m}^{0.5}$ bằng phương pháp xoắn kép (DT) dưới dạng hàm của độ dày lớp phủ (micromet) bằng máy đo biên dạng cho một số phương án; và

Fig. 6 là so sánh K_C so với độ dày lớp phủ (micromet) cho độ bền chống nứt vỡ thực nghiệm và mô hình.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi mô tả các phương án làm ví dụ, cần hiểu rằng, sáng chế không bị giới hạn ở các chi tiết của kết cấu hoặc các bước xử lý được đưa ra ở phần bộc lộ dưới đây. Phần bộc lộ được tạo ra ở đây là có thể cho phép các phương án khác hoặc được thực hành hoặc được thực hiện theo các cách khác nhau.

Trong toàn bộ bản mô tả này, việc viện dẫn đến "một phương án", "các phương án cụ thể", "các phương án khác nhau", "một hoặc nhiều phương án" hoặc "phương án" có nghĩa là dấu hiệu, cấu trúc, vật liệu, hoặc đặc điểm cụ thể được mô tả liên quan đến phương án đó sẽ được bao gồm trong ít nhất một phương án của sáng chế. Do đó, sự xuất hiện của các cụm từ "theo một hoặc nhiều phương án", "theo các phương án cụ thể", "theo các phương án khác nhau", "theo một phương án" hoặc "theo phương án" ở các vị trí khác nhau trong toàn bộ bản mô tả này không hoàn toàn nhất thiết là phải đề cập đến cùng một phương án, hoặc chỉ tới một phương án. Hơn nữa, các dấu hiệu, cấu trúc, vật liệu hoặc đặc điểm cụ thể của bất kỳ phương án nào trong số các phương án có thể được kết hợp theo cách thích hợp bất kỳ cùng với một hoặc nhiều phương án khác để tạo thành một hoặc nhiều phương án khác nhau.

Các định nghĩa và các kỹ thuật đo

Các thuật ngữ "vật phẩm trên cơ sở thủy tinh" và "các nền trên cơ sở thủy tinh" được sử dụng để chứa đối tượng bất kỳ được tạo thành toàn bộ hoặc một phần từ thủy tinh, bao gồm các thủy tinh-gốm (chứa pha vô định hình và pha tinh thể). Các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh được cán bao gồm các lớp cán bằng vật liệu thủy tinh hoặc phi thủy tinh, lớp cán bằng vật liệu thủy tinh hoặc tinh thể. Các vật nền trên cơ sở thủy tinh theo một hoặc nhiều phương án có thể được chọn từ thủy tinh silicat vôi xút, thủy tinh silicat kiềm-nhôm, thủy tinh borosilicat chứa kiềm, thủy tinh nhôm borosilicat chứa kiềm, và thủy tinh-gốm chứa kiềm.

Lưu ý là, các thuật ngữ "về cơ bản" và "khoảng" có thể được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ không chắc chắn vốn có mà có thể là thuộc tính của sự so sánh định lượng, trị số, số đo, hoặc sự biểu thị khác. Các thuật ngữ này cũng được sử dụng ở đây để biểu thị mức độ mà qua đó sự biểu thị định lượng có thể thay đổi so với tham chiếu được nêu mà không dẫn đến sự thay đổi về chức năng cơ sở của đối tượng tại vấn đề đó. Do đó, ví dụ, vật phẩm gốc thủy tinh mà "hầu như không có MgO" là vật phẩm gốc thủy tinh mà trong đó MgO không được bổ sung hoặc đưa vào vật phẩm này một cách chủ động, nhưng có thể có mặt với lượng rất nhỏ dưới dạng tạp chất. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "khoảng" có nghĩa là các lượng, các kích cỡ, các công thức, các thông số, và các yếu tố định lượng và các đặc tính khác là không và không cần phải chính xác, nhưng có thể là xấp xỉ và/hoặc lớn hơn hoặc nhỏ hơn, nếu muốn, phản ánh dung sai, hệ số chuyển hóa, sự làm tròn, sai số phép đo và dạng tương tự, và các yếu tố khác đã được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này biết rõ. Khi thuật ngữ "khoảng" được sử dụng khi mô tả trị số hoặc điểm đầu mút của một khoảng giới hạn, thì phân bố lộ này sẽ được hiểu là gồm trị số hoặc điểm đầu mút cụ thể được nêu. Dù giá trị số học hoặc điểm cuối của khoảng giới hạn trong bản mô tả này có trích dẫn "khoảng" hay không, thì giá trị số học hoặc điểm cuối của khoảng giới hạn được dự định bao gồm cả hai phương án: một phương án được điều chỉnh bởi "khoảng," và một phương án không được điều chỉnh bởi "khoảng." Cần phải hiểu thêm rằng các điểm đầu mút của mỗi một trong số các khoảng là có ý nghĩa cả về sự liên quan đến điểm đầu mút còn lại và cả về độc lập với điểm đầu mút còn lại.

Trừ khi được chỉ rõ theo cách khác, tất cả các hợp phần được mô tả ở đây được biểu diễn theo nghĩa của phần trăm mol (% mol) trên cơ sở oxit.

Như được sử dụng ở đây, độ bền chống nứt vỡ (K_{IC}) của mẫu được đo bằng phương pháp chuẩn xoắn kép (DT). Phương pháp DT được mô tả trong “Fracture Toughness of Thin Plates by the Double-Torsion Test Method” như được trình bày trong Ceramic Engineering and Science proceedings, 2006 by Jonathan Salem et. al. Giá trị K_{IC} được đo đối với nền trên cơ sở thủy tinh được ký hiệu là “ K_g ”. Các giá trị K_{IC} được đo đối với vật phẩm trên cơ sở thủy tinh được ký hiệu là “ K_c ” để phản ánh độ bền chống nứt vỡ hiệu quả của vật phẩm thủy tinh bao gồm sự kết hợp của nền trên cơ sở thủy tinh (có K_g) và lớp phủ polyme (có K_m). Không có sự trao đổi ion nào được thực hiện đối với các nền trên cơ sở thủy tinh trong bản mô tả này. Độ bền chống nứt vỡ là thước đo khả năng chống lại sự lan truyền vết nứt của vật liệu. Thiết bị thử nghiệm DT 10 được thể hiện trên Fig. 1. Cấu hình DT bao gồm tải trọng 4 điểm đối xứng 2 xung quanh rãnh 4 ở một đầu của tấm thử hình chữ nhật 6, tạo ra biến dạng xoắn ở hai nửa tấm, dẫn đến hình thành vết nứt bắt nguồn từ đầu của rãnh. Hệ số cường độ ứng suất thu được khi sử dụng phương pháp này không phụ thuộc vào chiều dài vết nứt trong mẫu thử. Phương pháp DT có thể được sử dụng để kiểm tra độ bền chống nứt vỡ của các tấm thủy tinh mỏng, ví dụ như thủy tinh của bộ phận hiển thị. Phương pháp DT cũng có thể được sử dụng để đánh giá đặc tính phát triển vết nứt chậm của vật liệu. Phương pháp DT được tiến hành ở nhiệt độ trong phòng, về danh nghĩa nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 20°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 40°C.

Mỗi mẫu được phủ hoặc không được phủ được chuẩn bị bằng cách cắt bằng cưa một rãnh có chiều dài khoảng 35% chiều dài mẫu và tạo vết nứt sơ bộ mẫu với chiều dài vết nứt ban đầu khoảng 5% đến khoảng 30% chiều dài mẫu bằng cách sử dụng tốc độ đặt tải trước là 0,01 mm/phút (phút). Sau đó, mẫu được tạo vết nứt trước được đặt trong bộ cố định tải trọng và đặt trong lò hộp. Mẫu thủy tinh được để trong lò cho đến khi đạt đến trạng thái cân bằng nhiệt ở nhiệt độ mong muốn. Sau đó, mô tơ được kích hoạt để đẩy thanh tải xuống với tốc độ tải 0,06 mm/phút với lớp phủ dưới lực căng. Đường cong tải trọng so với thời gian được ghi lại và tải trọng

đỉnh được trích xuất để tính toán giá trị độ bền chống nứt vỡ (K_{IC}) bằng cách sử dụng phương trình (A):

$$K_{IC} = PW_m \sqrt{\frac{3}{W(1-\nu)t^4\phi}} \quad (A)$$

trong đó P là tải trọng đỉnh (N); W_m là khoảng cách từ điểm tải trọng đến điểm đỡ (mm), nghĩa là khoảng cách ngang như trong mặt phẳng của bề mặt mẫu từ điểm mà bi tải trọng phía trên tiếp xúc với mẫu đến điểm mà bi đỡ phía dưới tiếp xúc với mẫu theo hướng nhìn chung vuông góc với hướng của rãnh 4 mà không vượt qua rãnh 4, tức là bi tải và bi đỡ nằm ở cùng phía của rãnh 4 với nhau; ν là tỷ lệ Poisson; W là chiều rộng mẫu thử (mm); t là độ dày của mẫu thử (mm); và ϕ là hệ số hiệu chỉnh độ dày.

Độ dày lớp phủ trung bình của lớp phủ polyme được đo bằng máy đo biên dạng, là máy đo biên dạng bề mặt bút stylus.

Tổng quan về các đặc tính của vật phẩm trên cơ sở thủy tinh

Các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh ở đây có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả cao (K_C). Quay trở lại Fig. 2, các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh được bộc lộ ở đây bao gồm nền trên cơ sở thủy tinh 102 bao gồm bề mặt thứ nhất 104 đối diện với bề mặt thứ hai 106, xác định độ dày của nền (t_s). Nền này có phần trung tâm về cơ bản là phẳng 108 và phần chu vi 110 thích hợp với các ứng dụng của nó. Phần chu vi 110 có thể tùy ý bao gồm các cạnh đã hoàn thiện, chẳng hạn, thu được bằng cách đánh bóng cạnh. Lớp phủ polyme 112 có độ dày lớp phủ trung bình (t_c) được bố trí trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất hoặc thứ hai, trong Fig. 2 được minh họa theo cách không giới hạn bằng lớp phủ trên toàn bộ bề mặt thứ nhất 104.

Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả lớn hơn hoặc bằng 1,25 MPa*m^{0.5}, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 1,50 MPa*m^{0.5}, 2,0 MPa*m^{0.5}, hoặc 2,5 MPa*m^{0.5}; và/hoặc độ bền chống nứt vỡ

nhỏ hơn hoặc bằng $5,0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng $4,5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$, $4,0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$, $3,5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$ hoặc $3,0 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$; và tất cả các giá trị và khoảng con giữa chúng.

Theo một hoặc nhiều phương án, vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có độ dày (t_A) về danh nghĩa là độ dày của lớp nền (t_s) cộng với độ dày của lớp phủ (t_c). t_A có thể nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $0,025 \text{ mm}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $1,450 \text{ mm}$, và tất cả các giá trị và khoảng con giữa chúng; và/hoặc t_A có thể nhỏ hơn hoặc bằng $1,2 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $1,1 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,9 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,8 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,7 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,6 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,5 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,4 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,3 \text{ mm}$, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $0,2 \text{ mm}$. Theo một số phương án, vật phẩm có độ dày (t_A) nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $0,2 \text{ mm}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $0,8 \text{ mm}$. Theo một số phương án, t_A nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 30 micromet và nhỏ hơn hoặc bằng 275 micromet , có thể được sử dụng để tạo ra các vật phẩm thủy tinh siêu mỏng, có thể uốn cong.

Các vật phẩm thủy tinh ở đây đem lại ưu điểm cải thiện tổng thể khả năng chống nứt vỡ bằng cách áp dụng một lớp phủ polyme với các đặc tính cơ học được lựa chọn để làm tăng độ bền chống nứt vỡ hiệu quả của nền thủy tinh bên dưới. Độ bền chống nứt vỡ hiệu quả được mong đợi là tăng khi độ dày lớp phủ tăng lên và/hoặc khi các tính chất cơ học của vật liệu polyme đã chọn được cải thiện. Lớp phủ có thể là trong suốt đối với một số ứng dụng. Lớp phủ có thể được áp dụng trên thủy tinh ở nhiệt độ trong phòng và khả thi để mở rộng quy mô và sản xuất hàng loạt. Liên quan đến nền không được phủ, các vật phẩm thủy tinh ở đây được cải tiến và có thể cung cấp độ bền chống nứt vỡ gấp $1,2$ đến 4 lần hoặc nhiều hơn.

Lớp phủ polyme

Theo các phương án khác nhau, lớp phủ polyme trên ít nhất một phần của bề mặt thứ nhất và/hoặc bề mặt thứ hai có thể có độ dày lớn hơn hoặc bằng 5 micromet (μm) và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 150 micromet (μm), ví dụ bản trong khoảng từ: lớn hơn hoặc bằng $10 \mu\text{m}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $125 \mu\text{m}$, lớn hơn hoặc bằng $15 \mu\text{m}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $100 \mu\text{m}$, lớn hơn hoặc bằng $20 \mu\text{m}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng

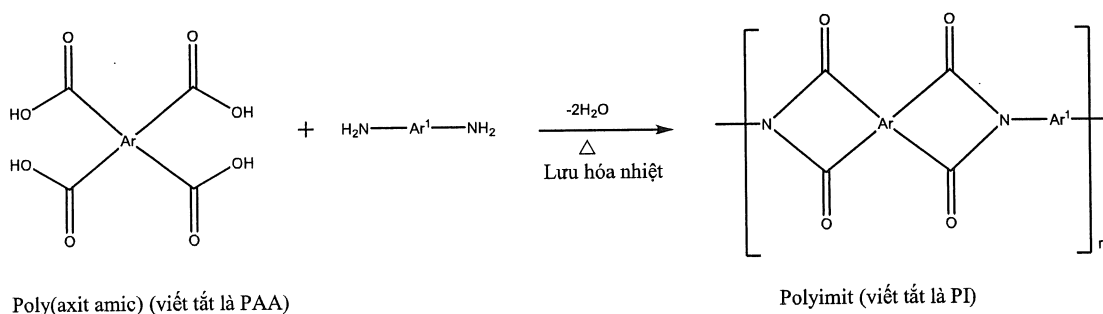
đến 90 μm , lớn hơn hoặc bằng 30 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 80 μm , lớn hơn hoặc bằng 40 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 70 μm , lớn hơn hoặc bằng 50 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 60 μm , bao gồm tất cả các khoảng và khoảng con giữa chúng. Theo một số phương án nhất định, lớp phủ polyme có thể không có độ dày đồng nhất trên toàn bộ diện tích áp dụng và theo các phương án như vậy, độ dày của lớp phủ có thể tương ứng với độ dày trung bình trên diện tích được phủ. Theo các phương án khác, lớp phủ polyme có thể được tạo thành bằng nhiều ứng dụng của lớp phủ phụ polyme và theo các phương án như vậy, độ dày của lớp phủ có thể tương ứng với độ dày tổng hợp của tất cả các lớp phủ phụ.

Theo một số phương án, lớp phủ polyme chỉ được bố trí trên toàn bộ một bề mặt. Theo một số phương án, lớp phủ polyme được bố trí trên toàn bộ cả hai bề mặt. Theo các phương án khác, lớp phủ polyme chỉ được bố trí một phần chỉ trên một bề mặt. Theo các phương án khác, lớp phủ polyme được bố trí một phần trên cả hai bề mặt. Theo các phương án khác, lớp phủ polyme được bố trí trên toàn bộ bề mặt này và một phần trên bề mặt kia. Lớp phủ polyme được bố trí một phần trên các bề mặt có thể che phủ lớn hơn hoặc bằng 1% và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 99% diện tích bề mặt của bề mặt, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 5%, lớn hơn hoặc bằng 10 %, lớn hơn hoặc bằng 15%, lớn hơn hoặc bằng 20%, lớn hơn hoặc bằng 25%, lớn hơn hoặc bằng 30%, lớn hơn hoặc bằng 35%, lớn hơn hoặc bằng 40%, lớn hơn hoặc bằng 45%, lớn hơn hoặc bằng 50%, và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 55%, nhỏ hơn hoặc bằng 60%, nhỏ hơn hoặc bằng 65%, nhỏ hơn hoặc bằng 70%, nhỏ hơn hoặc bằng 75%, nhỏ hơn hoặc bằng 80%, nhỏ hơn hoặc bằng 85%, nhỏ hơn hoặc bằng 90%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 95%.

Làm ví dụ không giới hạn, các chế phẩm polyme thích hợp có thể được chọn từ polyimide, polyamide, polysulfon, polybenzimidazol, silicon, epoxit, acrylat và polyme khác bất kỳ mà cung cấp các đặc tính cơ học hiệu quả. Theo một số phương án, thành phần polyme có thể là polyme dẻo nhiệt. Theo các phương án bổ sung, chế phẩm polyme có thể là polyme có thể lưu hóa bằng nhiệt, ví dụ, trải qua phản ứng liên kết ngang ở nhiệt độ cao, ví dụ ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn khoảng 300°C.

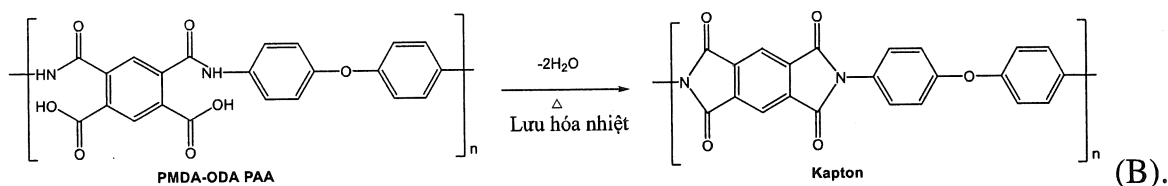
Theo một số phương án, chế phẩm được lấy làm ví dụ thích hợp để sử dụng làm tiền chất polyme có thể bao gồm các polyme bền nhiệt ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn 300°C, ví dụ nằm trong khoảng từ 300°C đến 600°C, từ khoảng 325°C đến khoảng 550°C, từ khoảng 350°C đến khoảng 500°C, hoặc từ khoảng 400°C đến khoảng 450°C, bao gồm tất cả các khoảng và khoảng con giữa chúng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “bền nhiệt” và các biến thể của chúng nhằm biểu thị rằng điểm bắt đầu phân hủy nhiệt của chế phẩm, như được chỉ ra khi bắt đầu sự giảm khối lượng.

Ví dụ, polyimit, ví dụ polyimit thơm, là các polyme nhựa dẻo nhiệt có thể lưu hóa bằng nhiệt, là bền nhiệt ở nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn khoảng 400°C. Polyimit thơm cũng có thể thể hiện ít nhất một trong các độ bền hóa học và/hoặc cơ học, độ dẻo cao, CTE thấp, hằng số điện môi thấp và/hoặc tính dễ cháy thấp. Hai polyimit thơm làm ví dụ, và các phản ứng liên kết ngang tương ứng của chúng (A) và (B), được tạo ra dưới đây cho các mục đích minh họa. Trong phản ứng đầu tiên (A), axit polyamic (PAA) được lưu hóa bằng nhiệt để tạo ra polyimit (PI). Trong phản ứng thứ hai (B), poly (dianhydrit pyromellitic-co-4,4'-oxydianilin), axit amic (PMDA-ODA PAA) được lưu hóa bằng nhiệt để tạo thành Kapton®, là polyimit có sẵn từ DuPont, là bền trên khoảng rộng các nhiệt độ từ -269°C đến lớn hơn 400°C.



(A),

và



Lớp phủ polyme có thể được áp dụng trực tiếp lên bề mặt nền trên cơ sở thủy tinh và như đã thảo luận ở trên, có thể là bền nhiệt ở nhiệt độ bề mặt của nền. Theo các phương án khác, được thảo luận chi tiết hơn dưới đây, (các) tiền chất của polyme có thể lưu hóa bằng nhiệt, ví dụ tiền chất của axit polyamic được mô tả ở trên, có thể được áp dụng cho bề mặt ở nhiệt độ trong phòng hoặc cao hơn, và sau đó được lưu hóa tại chỗ để tạo thành lớp phủ polyme. Ví dụ, nhiệt độ bề mặt của nền trên cơ sở thủy tinh có thể lớn hơn hoặc bằng 20°C và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 600°C, ví dụ lớn hơn hoặc bằng 25°C, lớn hơn hoặc bằng 50°C, lớn hơn hoặc bằng 75°C, lớn hơn hoặc bằng 100°C, lớn hơn hoặc bằng 125°C, lớn hơn hoặc bằng 150°C, lớn hơn hoặc bằng 175°C, lớn hơn lớn hơn hoặc bằng 200°C, lớn hơn hoặc bằng 225°C, lớn hơn hoặc bằng 250°C, lớn hơn hoặc bằng 275°C, lớn hơn hoặc bằng 300°C, và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 550°C, nhỏ hơn hoặc bằng 500°C, nhỏ hơn hoặc bằng 450°C, nhỏ hơn hoặc bằng 400°C, nhỏ hơn hoặc bằng 350°C, bao gồm tất cả các khoảng và khoảng con giữa chúng.

Các phương pháp áp dụng các chế phẩm tiền chất bao gồm phun phủ, đúc và/hoặc in. Các phương pháp áp dụng các chế phẩm tiền chất có thể được dùng để sản xuất hàng loạt. Theo một số phương án, việc đúc bằng cách sử dụng các dao gạt ở các khoảng trống khác nhau (ví dụ, 5 mil, 10 mil, 25 mil, 50 mil, trong đó một mil là một phần nghìn incho hoặc 0,0254 mm) cho phép áp dụng các lớp phủ có độ dày lớn hơn hoặc bằng 5 micromet. Theo một số phương án, việc phủ phun bằng cách sử dụng chế phẩm tiền chất đã được pha loãng cho phép áp dụng lớp phủ có độ dày nhỏ hơn 5 micromet. Quá trình lưu hóa có thể xảy ra tại chỗ hoặc ngoại tuyến.

Các nền trên cơ sở thủy tinh

Các ví dụ về thủy tinh mà có thể được sử dụng làm nền có thể bao gồm các hợp phần silicat vôi xút, các hợp phần thủy tinh nhôm silicat kiềm hoặc các hợp phần thủy tinh nhôm bo silicat chứa kiềm, mặc dù các hợp phần thủy tinh khác cũng được dự tính. Các ví dụ cụ thể của các nền trên cơ sở thủy tinh có thể được sử dụng bao gồm, nhưng không giới hạn ở thủy tinh silicat vôi xút, thủy tinh kiềm-alumin silicat, thủy tinh bo silicat chứa kiềm, thủy tinh kiềm-alumin bosilicat, thủy tinh lithi alumin silicat chứa kiềm, hoặc thủy tinh phosphat chứa kiềm. Tùy ý, các nền trên cơ

sở thủy tinh có các hợp phần kiềm có thể được đặc trưng là có thể trao đổi ion được. Như được sử dụng ở đây, "có thể trao đổi ion được" nghĩa là, nền chứa hợp phần có khả năng trao đổi các cation nằm ở hoặc gần bề mặt của nền với các cation có cùng hóa trị mà chúng có kích thước lớn hơn hoặc nhỏ hơn.

Theo các phương án, nền trên cơ sở thủy tinh có thể được tạo thành từ hợp phần bất kỳ có khả năng được trao đổi ion để tạo thành biên dạng ứng suất mong muốn. Theo một số phương án, nền trên cơ sở thủy tinh có thể được tạo ra từ hợp phần thủy tinh được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 62/591,953 có tiêu đề "Glasses with Low Excess Modifier Content," nộp ngày 29 tháng 11 năm 2017, mà được kết hợp toàn bộ vào đây bằng cách viện dẫn. Theo một số phương án, vật phẩm thủy tinh có thể được tạo ra từ hợp phần thủy tinh được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 62/591,958 có tiêu đề "Ion-Exchangeable Mixed Alkali Aluminosilicate Glasses", nộp ngày 29 tháng 11 năm 2017, được kết hợp toàn bộ vào đây bằng cách viện dẫn.

Các nền trên cơ sở thủy tinh có thể được đặc trưng bởi cách mà qua đó nó có thể được tạo thành. Ví dụ, các nền trên cơ sở thủy tinh có thể được đặc trưng là có thể tạo ra bằng phương pháp nổi (tức là, được tạo ra bằng quy trình nổi), có thể được tạo ra bằng phương pháp kéo xuôi và, cụ thể là, có thể tạo ra bằng phương pháp dung hợp hoặc kéo qua khe (tức là, được tạo ra bằng quy trình kéo xuôi ví dụ như quy trình kéo dung hợp hoặc quy trình kéo qua khe).

Một số phương án của các nền trên cơ sở thủy tinh được mô tả ở đây có thể được tạo thành bởi quy trình kéo xuôi. Các quy trình kéo xuôi tạo ra các nền trên cơ sở thủy tinh có độ dày đồng nhất, có các bề mặt tương đối nguyên sơ. Vì độ bền uốn trung bình của vật phẩm thủy tinh được kiểm soát bằng lượng và kích cỡ các vết nứt trên bề mặt, nên bề mặt nguyên sơ mà mới chỉ có sự tiếp xúc tối thiểu sẽ có độ bền ban đầu cao hơn. Ngoài ra, các vật phẩm thủy tinh được kéo xuôi có bề mặt rất phẳng và mịn có thể được sử dụng trong ứng dụng cuối cùng của nó mà không cần thêm việc mài và đánh bóng tốn kém.

Một số phương án của các nền trên cơ sở thủy tinh có thể được mô tả là có thể tạo hình dung hợp (tức là, tạo hình được bằng cách sử dụng quy trình kéo xuôi

dung hợp). Quy trình dung hợp sử dụng bể kéo mà có kênh để tiếp nhận vật liệu thô thủy tinh nóng chảy. Kênh này có các cửa tràn mở ở phần trên, dọc theo chiều dài kênh trên cả hai phía của kênh. Khi kênh nạp đầy vật liệu nóng chảy, thủy tinh nóng chảy sẽ tràn qua các cửa tràn. Nhờ trọng lực, thủy tinh nóng chảy chảy xuống các bề mặt bên ngoài của bể kéo dưới dạng hai màng thủy tinh chảy. Các bề mặt ngoài này của bể kéo mở rộng xuống dưới và hướng vào phía trong sao cho chúng gặp nhau ở mép dưới bể kéo. Hai màng thủy tinh chảy này gặp nhau ở cạnh này để dung hợp và tạo ra một vật phẩm thủy tinh chảy duy nhất. Vật phẩm bằng thủy tinh được kéo dung hợp có đường dung hợp ở tâm của nó, nơi hai màng thủy tinh kết hợp với nhau, trong đó đường dung hợp có thể phát hiện được bằng kính hiển vi. Phương pháp kéo dung hợp có ưu điểm ở chỗ, vì hai màng thủy tinh chảy tràn trên kênh dung hợp với nhau nên không có bề mặt ngoài nào của vật phẩm thủy tinh thu được sẽ tiếp xúc với phần bất kỳ của thiết bị. Do đó, các đặc tính bề mặt của vật phẩm thủy tinh kéo dung hợp không bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc này.

Một số phương án của các đế gốc thủy tinh được mô tả ở đây có thể được tạo thành bởi quy trình kéo qua khe. Quy trình kéo qua khe khác với quy trình kéo dung hợp. Trong các quy trình kéo qua khe, vật liệu thủy tinh thô nóng chảy được cấp vào bể kéo. Đáy của bể kéo có khe mở với miệng kéo dài theo độ dài của khe này. Thủy tinh nóng chảy chảy qua khe và/hoặc vòi và được kéo xuống dưới dưới dạng vật phẩm thủy tinh liên tục và vào trong vùng ủ. Nền được kéo qua khe không có đường dung hợp.

Theo một hoặc nhiều phương án, các nền trên cơ sở thủy tinh được mô tả ở đây có thể thể hiện vi cấu trúc vô định hình và có thể về cơ bản là không có các tinh thể hoặc các mầm tinh thể. Nói cách khác, các nền trên cơ sở thủy tinh không bao gồm các vật liệu thủy tinh-gốm theo một số phương án.

Theo các phương án về các hợp phần thủy tinh được mô tả ở đây, nồng độ của các thành phần cấu tạo (ví dụ, SiO_2 , Al_2O_3 , Li_2O , và dạng tương tự) được tính theo phần trăm mol (% mol) trên cơ sở oxit, trừ khi được chỉ rõ theo cách khác. Cần hiểu rằng khoảng giới hạn bất kỳ trong số các khoảng giới hạn được trích dẫn khác nhau ở đây của một thành phần có thể được kết hợp một cách độc lập với khoảng

giới hạn bất kỳ nào khác của các khoảng giới hạn được trích dẫn khác nhau ở đây cho thành phần bất kỳ khác.

Theo một số phương án, nền trên cơ sở thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ trên cơ sở hợp phần thủy tinh (K_g) lớn hơn hoặc bằng $0,8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng $0,85 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$, $0,9 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$, hoặc $0,95 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$; và/hoặc độ bền chống nứt vỡ nhỏ hơn hoặc bằng $1,25 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng $1,2 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$, $1,15 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$, $1,1 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ hoặc $1,0 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$; và tất cả các giá trị và khoảng con giữa chúng.

Theo một hoặc nhiều phương án, nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm t_s nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $0,02 \text{ mm}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $1,3 \text{ mm}$, và tất cả các giá trị và khoảng con nằm giữa chúng; và/hoặc t_s có thể nhỏ hơn hoặc bằng $1,2 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $1,1$, nhỏ hơn hoặc bằng $1,0 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,9 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,8 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,7 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,6 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,5 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,4 \text{ mm}$, nhỏ hơn hoặc bằng $0,3 \text{ mm}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $0,2 \text{ mm}$. Theo một số phương án, nền nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $0,2 \text{ mm}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $0,8 \text{ mm}$. Theo một số phương án, nền có độ dày trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 25 micromet và nhỏ hơn hoặc bằng 125 micromet , có thể được sử dụng để tạo ra các vật phẩm thủy tinh siêu mỏng, có thể uốn cong.

Theo một số phương án, nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: lớn hơn hoặc bằng 55% đến nhỏ hơn hoặc bằng $70\% \text{ SiO}_2$, và lớn hơn hoặc bằng 10% đến nhỏ hơn hoặc bằng $20\% \text{ Al}_2\text{O}_3$. Theo một số phương án, nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: 55 đến $70\% \text{ SiO}_2$, 10 đến $20\% \text{ Al}_2\text{O}_3$, 0 đến $7\% \text{ P}_2\text{O}_5$, 0 đến $20\% \text{ Li}_2\text{O}$ và 0 đến $20\% \text{ Na}_2\text{O}$. Theo một số phương án, nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: 60 đến $80\% \text{ SiO}_2$, 10 đến $18\% \text{ Al}_2\text{O}_3$, 0 đến $15\% \text{ B}_2\text{O}_3$, 0 đến $20\% \text{ RO}$, trong đó RO là các oxit kim loại kiềm thổ và trong đó nền về cơ bản không chứa các oxit kim loại kiềm.

Xử lý trao đổi ion (IOX)

Theo một số phương án, nền trên cơ sở thủy tinh không được tiếp xúc với bất kỳ xử lý IOX nào trước khi phủ bằng tiền chất polyme.

Theo một số phương án, sự gia cường hóa học tùy ý của nền thủy tinh có hợp phần kiềm được thực hiện bằng cách đặt nền thủy tinh có thể trao đổi ion vào trong bể nóng chảy chứa các cation (ví dụ, K^+ , Na^+ , Ag^+ , v.v.) mà khuếch tán vào thủy tinh trong khi các ion kiềm nhỏ hơn (ví dụ, Na^+ , Li^+) của thủy tinh khuếch tán ra ngoài vào bể nóng chảy. Việc thay thế các cation nhỏ hơn bằng các cation lớn hơn tạo ra các ứng suất nén gần bề mặt trên cùng của thủy tinh. Các ứng suất căng được sinh ra trong phần bên trong của thủy tinh để cân bằng với các ứng suất nén gần bề mặt.

Liên quan đến các quy trình trao đổi ion, chúng có thể độc lập là quy trình khuếch tán bằng nhiệt hoặc quy trình khuếch tán bằng điện. Các ví dụ không giới hạn về các quy trình trao đổi ion trong đó thủy tinh được ngâm vào các bể trao đổi đa ion, với các bước rửa và/hoặc ủ giữa các lần ngâm, đã được mô tả trong patent Mỹ số 8,561,429, của tác giả Douglas C. Allan et al., cấp ngày 22/10/2013, tên sáng chế là "Glass with Compressive Surface for Consumer Applications," và yêu cầu quyền ưu tiên từ đơn tạm thời nộp tại Mỹ số 61/079,995, nộp ngày 11/07/2008, trong đó thủy tinh được gia cường bằng cách ngâm nhiều lần, liên tiếp, xử lý trao đổi ion trong các bể muối có các nồng độ khác nhau; và patent Mỹ số No. 8,312,739, bởi Christopher M. Lee và cộng sự, cấp ngày 20 tháng 11 năm 2012, và có tên là "Dual Stage Ion Exchange for Chemical Strengthening of Glass," và yêu cầu hưởng quyền ưu tiên từ đơn tạm thời Mỹ số U.S. No. 61/084,398, nộp ngày 29 tháng 7 năm 2008, mà trong đó thủy tinh được gia cường bằng việc trao đổi ion trong bể thứ nhất và được hòa tan với ion phát ra, tiếp theo bởi việc nhúng ngập trong bể thứ hai có nồng độ của ion phát ra nhỏ hơn so với bể thứ nhất. Toàn bộ nội dung của các patent Mỹ số 8,561,429 và 8,312,739 được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn.

Sau khi quy trình trao đổi ion đã được thực hiện, cần phải hiểu rằng hợp phần tại bề mặt của vật phẩm thủy tinh có thể khác với hợp phần của vật phẩm thủy tinh khi vừa được tạo thành (*tức là*, vật phẩm thủy tinh trước khi nó trải qua quy trình trao đổi ion). Điều này là do một loại ion kim loại kiềm trong thủy tinh khi được tạo ra, như, ví dụ, Li^+ hoặc Na^+ , được thay thế bằng các ion kim loại kiềm lớn hơn, như, ví dụ, Na^+ hoặc K^+ tương ứng. Tuy nhiên, hợp phần thủy tinh tại hoặc gần tâm của

độ sâu của vật phẩm thủy tinh sẽ, theo các phương án thực hiện, vẫn có hợp phần của vật phẩm thủy tinh như vừa được tạo thành.

Sản phẩm cuối cùng

Các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được kết hợp vào trong một vật phẩm khác như vật phẩm có màn hiển thị (hoặc các vật phẩm hiển thị) (ví dụ, các thiết bị điện tử dân dụng, bao gồm điện thoại di động, máy tính bảng, đồng hồ đeo tay, máy tính, hệ thống dẫn đường, và các thiết bị tương tự), các vật phẩm kiến trúc, các vật phẩm vận tải (ví dụ, ô tô, tàu, máy bay, tàu biển, v.v.), các vật phẩm gia dụng, hoặc vật phẩm bất kỳ mà có thể có lợi từ độ trong suốt, tính chống xước, khả năng chịu mài mòn hoặc kết hợp của chúng. Vật phẩm làm ví dụ tích hợp vật phẩm thủy tinh bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh được bộc lộ ở đây được thể hiện trên các Fig. 3A và 3B. Cụ thể là, các hình vẽ Fig. 3A và 3B thể hiện thiết bị điện tử tiêu dùng 200 bao gồm vỏ 202 có mặt trước 204, mặt sau 206, và các mặt bên 208; các thành phần điện tử (không được thể hiện) mà ít nhất một phần nằm ở bên trong hoặc hoàn toàn nằm ở bên trong hộp vỏ và bao gồm ít nhất bộ điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị 210 tại hoặc liền kề với mặt trước của hộp vỏ; và nền phủ 212 tại hoặc ở trên mặt trước của hộp vỏ sao cho nó nằm trên bộ phận hiển thị. Theo một số phương án, vật nền che phủ 212 có thể chứa vật phẩm thủy tinh bất kỳ trong các vật phẩm thủy tinh được bộc lộ ở đây.

Mô hình

Đối với việc cải thiện độ bền chống nứt vỡ (K_C) hiệu quả của vật phẩm thủy tinh bao gồm lớp phủ polyme, mà không có ý định bị ràng buộc bởi lý thuyết, việc kéo căng polyme ở đầu vết nứt có thể dẫn đến sự tiêu tán thêm, làm tăng độ bền chống nứt vỡ hiệu quả K_C . Dựa trên cơ chế này, một mô hình cơ học đã được xây dựng với giả định rằng vết nứt sẽ không lan truyền nếu không đạt tới độ dịch chuyển mở rộng đầu vết nứt tới hạn. Độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C) của phức hợp (thủy tinh và lớp phủ) có thể được biểu thị theo phương trình lý thuyết (I) sau:

$$K_c[K_g, \alpha, \beta, \gamma] = K_g * (1 + \alpha\beta^2/\gamma)^{0,5} \quad (I)$$

trong đó K_g là độ bền chống nứt vỡ của nền trên cơ sở thủy tinh; α là tỷ số giữa độ dày lớp phủ (t_c) với độ dày lớp nền trên cơ sở thủy tinh (t_s); β là tỷ số giữa K_m và K_g ; và γ là tỷ số giữa môđun Young của polyme (E_p) với môđun Young của thủy tinh (E_g). K_m là độ bền chống nứt vỡ hiệu quả của polyme ở quy mô vi mô. Trong thực tế, K_m thu được bằng cách điều chỉnh dữ liệu thực nghiệm theo phương trình (I). Thấy rằng K_m nằm trong khoảng từ 1,45 đến 4,23 MPa*m^{0.5} để thích hợp với dữ liệu. Đáng ngạc nhiên là đạt được độ bền chống nứt vỡ hiệu quả được cải thiện bằng cách bổ sung lớp phủ polyme mỏng. Trước khi có được dữ liệu thử nghiệm, sự cải thiện như vậy không được mong đợi, đặc biệt là khi độ dày của lớp phủ là không đáng kể so với độ dày của thủy tinh. Giá trị K_m thích hợp có thể nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 0,45 MPa*m^{0.5} đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 MPa*m^{0.5}.

Để hiểu cơ bản về K_m , có thể tham khảo phương trình lý thuyết (II) sau:

$$K_m = 2,13r_p^{0,5}\sigma_y \quad (II)$$

trong đó σ_y là giới hạn đàn hồi của polyme và r_p là khoảng cách kéo căng ở đầu vết nứt, được coi là lớn hơn nhưng tỷ lệ với độ giãn dài hoặc biến dạng dẻo vĩ mô. Trong thực tế, việc đo lường r_p có thể là một thách thức. Phương trình (II) là thông tin để chỉ ra rằng K_m tỷ lệ với giới hạn đàn hồi của polyme (σ_y).

Mô hình cơ học của phương trình (I) so với dữ liệu thử nghiệm được mô tả trong Ví dụ 7 và được mô tả trên Fig. 6.

Giá trị K_C có thể tăng lên bằng cách: tăng độ dày lớp phủ (do đó α) và/hoặc tăng giới hạn đàn hồi của polyme σ_y hoặc/và tăng khoảng cách kéo căng r_p . Chỉ số lựa chọn vật liệu (MI) xác định polyme phủ thích hợp để đạt được sự cải thiện độ bền chống nứt vỡ hiệu quả tối đa dựa trên các đặc tính của polyme về giới hạn đàn hồi (hoặc độ bền kéo) σ_y và độ giãn dài θ . ASTM D882-02 có thể được sử dụng để đo độ bền kéo và độ giãn dài.

Tóm lại, độ bền chống nứt vỡ hiệu quả của vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có thể được mô hình hóa cho nền trên cơ sở thủy tinh ban đầu có độ bền chống nứt vỡ

dựa trên hợp phần thủy tinh (K_g) ($\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$) bằng cách chọn polyme có độ bền kéo σ_y (MPa) và độ giãn dài θ và tùy ý có môđun Young E_p .

Chỉ số vật liệu thứ nhất làm ví dụ (MI_1) được gọi là:

$$MI_1 = \theta^{0.5} \sigma_y$$

Các giá trị MI_1 thích hợp lớn hơn hoặc bằng 35 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 39 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 95 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 39 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 95 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 45 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 90 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 50 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 85 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 55 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 80 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 60 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 65 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 70 MPa, và bao gồm tất cả các giá trị và khoảng con ở giữa.

Chỉ số vật liệu thứ hai là MI_2 :

$$MI_2 = \theta \sigma_y$$

Các giá trị MI_2 thích hợp lớn hơn hoặc bằng 12 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 17 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 60 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 20 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 55 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 25 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 50 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 30 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 45 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 35 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 40 MPa, bao gồm tất cả các giá trị và các khoảng con giữa chúng.

Chỉ số vật liệu thứ ba là MI_3 :

$$MI_3 = \theta \sigma_y^2 / E_p$$

Các giá trị MI_3 thích hợp lớn hơn hoặc bằng 0,5 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 0,8 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2,75

MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 0,9 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 1,0 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2,25 MPa, bao gồm lớn hơn hoặc bằng 1,25 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2,00 MPa, bao gồm lớn hơn lớn hơn hoặc bằng 1,50 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1,75 MPa, bao gồm tất cả các giá trị và các khoảng con giữa chúng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Nền thủy tinh thu được bao gồm hợp phần theo hợp phần A, hợp phần B hoặc hợp phần C.

Hợp phần thủy tinh A là chế phẩm silicat vôi xút trên danh nghĩa bao gồm ($\pm 0,75\%$ khối lượng): 73,5% khối lượng SiO_2 , 1,7% khối lượng Al_2O_3 , 12,28% khối lượng Na_2O , 0,24% khối lượng K_2O , 4,5% khối lượng MgO , 7,45% khối lượng CaO , 0,017% khối lượng ZrO_2 , 0,032% khối lượng TiO_2 , 0,002% khối lượng SnO_2 , 0,093% khối lượng Fe_2O_3 , 0,001 HfO_2 , 0,028% khối lượng các oxit Cl và 0,203% khối lượng SO_3 .

Hợp phần thủy tinh B là hợp phần lithi aluminobosilicat trên danh nghĩa bao gồm ($\pm 0,75\%$ mol): 63% mol SiO_2 , 7% mol B_2O_3 , 15% mol Al_2O_3 , 4% mol Na_2O , 7% mol Li_2O , 1 MgO , 0,02% mol Fe_2O_3 , 1% mol SrO , 2% mol CaO và 0,07% mol SnO_2 .

Hợp phần thủy tinh C là hợp phần aluminosilicat (không chứa lithi) trên danh nghĩa bao gồm ($\pm 0,75\%$ mol): 57% mol SiO_2 , 16% mol Al_2O_3 , 17% mol Na_2O , 3 MgO , 0,003% mol TiO_2 , 0,07% mol SnO_2 và 7% mol P_2O_5 . Hợp phần thủy tinh C có môđun Young (Eg) là 65 GPa.

Hợp phần tiền chất polyme để tạo lớp phủ polyme thu được bao gồm các hợp phần theo hợp phần tiền chất I, hợp phần tiền chất II và hợp phần tiền chất III.

Hợp phần tiền chất I là tiền chất polyimit được bán dưới tên thương mại Kapton® bởi DuPont, là dung dịch chứa 15,0% khối lượng axit poly (dianhydrit

pyromellitic-co-4,4'-oxydianilin) amic (PMDA-ODA PAA) trong 85,0 khối lượng 1-metyl-2-pyrrolidinon (NMP).

Hợp phần tiền chất II là tiền chất polyimit được bán dưới tên thương mại VT300A-G008 PI từ FlexUp Technologies Co., chứa 5% khối lượng - 20% khối lượng polyimit đã cải biến và 80-95% khối lượng gama-Butyrolacton (GBL). Các lớp phủ thu được là trong suốt.

Hợp phần tiền chất III là tiền chất polyimit được bán dưới tên thương mại PI-2574 từ HD MicroSystems, bao gồm chất xúc tiến kết dính.

Bảng 1 so sánh độ bền kéo σ và độ giãn dài Θ của ba loại vật liệu phủ polyimit khác nhau này.

Bảng 1

Hợp phần tiền chất Polyme	Độ bền kéo σ (MPa)	Độ giãn dài Θ	Môđun Young, E_p GPa	Chỉ số vật liệu (MI_1) ($\sigma^* \Theta^{0,5}$) (MPa)	Chỉ số vật liệu (MI_2) ($\sigma^* \Theta$) (MPa)	Chỉ số vật liệu (MI_3) ($\sigma^{2*} \Theta / E_p$) (MPa)
I	89,9	19%	1,82	39,2	17,1	0,844
II	78	60%	2,3	60,4	46,8	1,587
III	150	40%	3,5	94,9	60,0	2,571

Chỉ số vật liệu MI_1 được tính bằng $\sigma^* \Theta^{0,5}$ được nêu trong bảng. Chỉ số vật liệu MI_2 được tính bằng $\sigma^* \Theta$ được nêu trong bảng. Chỉ số vật liệu MI_3 được tính bằng $\sigma^{2*} \Theta / E_p$ được nêu trong bảng. Các đặc tính của lớp phủ hợp phần tiền chất I được đo bằng ASTM D882-02. Các đặc tính của các hợp phần tiền chất II và III là như được báo cáo bởi nhà cung cấp. Chỉ số vật liệu có thể được sử dụng để xếp hạng độ bền chống nứt vỡ phức hợp. Như sẽ được trình bày trong Ví dụ 5 sau đây,

polyme hợp phần tiền chất III có MI_1 cao nhất, và tương ứng tạo ra vật phẩm thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả cao nhất.

Phương pháp phủ

Trong các ví dụ sau, các vật phẩm thủy tinh được làm từ nền có kích thước 20Wx40Lx0,7T mm, mỗi vật phẩm được phủ một mặt ở nhiệt độ trong phòng (ví dụ, 20-40°C) bằng một trong các hợp phần tiền chất.

Đối với lớp phủ lớn hơn hoặc bằng 5 micromet, hợp phần tiền chất được đúc ở nhiệt độ trong phòng (20-40°C) bằng cách sử dụng dao gạt, sử dụng khe hở nằm trong khoảng từ 5 mil. Sau đó, các mẫu được lưu hóa bằng nhiệt trong tủ sấy (trong không khí) ở 300°C trong 1 giờ.

Đối với các lớp phủ mỏng dưới 5 micromet, NMP được thêm vào dung dịch tiền chất để tạo thành dung dịch pha loãng cho ứng dụng. Nền thủy tinh được gia nhiệt đến 300-400°C trước khi sử dụng dung dịch. Dung dịch đã pha loãng được áp dụng bằng cách phun bằng chổi khí dưới áp suất 15-30 psi. Quá trình lưu hóa tại chỗ diễn ra trong 5-15 phút ở 300-400°C.

Ví dụ 1-3 và Ví dụ so sánh A-C

Các vật phẩm trên cơ sở thủy tinh được tạo thành theo các vật liệu được mô tả trong Bảng 2 dưới đây. Các ví dụ so sánh không được phủ.

Bảng 2

Ví dụ	Hợp phần thủy tinh	Hợp phần tiên chất
So sánh A	A	không
1	A	I
So sánh B	B	không
2	B	I
So sánh C	C	không
3	C	III*

25% khối lượng trong NMP

Các vật phẩm thủy tinh bao gồm lớp phủ theo Bảng 2 đã được phân tích về độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C) bằng phương pháp xoắn kép (DT) được xác định ở đây ở nhiệt độ trong phòng và độ dày lớp phủ trung bình (t_c) được đo bằng máy đo biên dạng. Kết quả, phản ánh trung bình 5 mẫu được thử nghiệm cho mỗi ví dụ, được nêu trong Bảng 3.

Bảng 3

Ví dụ	Độ dày lớp phủ (micromet)	Độ bền chống nứt vỡ K_C $\text{MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$	Sự cải thiện
So sánh A	-	0,84	-
1	9,4	1,97	136%
So sánh B	-	0,79	-

2	7,4	1,91	142%
So sánh C	-	0,599	-
3	12,5	2,99	400%

Fig. 4 thể hiện sự quét bằng máy đo biên dạng cho Ví dụ 3. Cụ thể hơn, trục Y thể hiện độ sâu từ bề mặt của mẫu được phủ ($Y = 0$ là bề mặt của mẫu được phủ, tức là bề mặt phủ), trong khi trục X thể hiện khoảng cách trên chiều rộng của mẫu. Trước khi thực hiện quá trình quét này, một phần của lớp phủ đã được loại bỏ, xuôi theo bề mặt của nền tại và xung quanh khoảng cách “R” trên chiều rộng của mẫu. Sau đó, quá trình quét bằng máy đo biên dạng thể hiện rằng bề mặt của nền cách bề mặt ($Y = 0$) của mẫu phủ khoảng 12,5 micromet, theo đó độ dày lớp phủ được xác định là khoảng 12,5 micromet.

Các ví dụ từ 4-6

Các ví dụ 4-6 cho thấy tác động của lớp phủ polyimide với các đặc tính cơ học khác nhau như được mô tả trong Bảng 1 đối với độ bền chống nứt vỡ hiệu quả của các vật phẩm thủy tinh thu được. Bảng 4 tóm tắt hợp phần thủy tinh và các hợp phần tiền chất.

Bảng 4

Ví dụ	Hợp phần thủy tinh	Hợp phần tiền chất
4	C	I**
5	C	II
6	C	III

** các dung dịch pha loãng có nồng độ từ 1-7,5% khối lượng trong NMP được sử dụng để tạo thành các lớp phủ mỏng hơn.

Các vật phẩm thủy tinh được tạo thành có các lớp phủ polyme với các độ dày khác nhau. Trên Fig. 5, độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C) $\text{MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ bằng phương pháp xoắn kép (DT) dưới dạng hàm của độ dày lớp phủ (micromet) bằng máy đo biên dạng được thể hiện. Đối với ví dụ 4, phương pháp DT được tiến hành ở 300°C . Đối với các ví dụ 5-6, DT được tiến hành ở nhiệt độ trong phòng (ví dụ, 20°C - 40°C). Độ bền chống nứt vỡ hiệu quả đo được ở 300°C thấp hơn một chút so với khi đo ở nhiệt độ trong phòng. Độ bền chống nứt vỡ hiệu quả tăng lên khi tăng độ dày lớp phủ cho cả ba vật liệu, như dự đoán của mô hình cơ học.

Các vật phẩm thủy tinh chứa hợp phần thủy tinh C và polyme thu được từ hợp phần tiền chất III cho thấy độ bền chống nứt vỡ hiệu quả nhất. Ví dụ, ở độ dày lớp phủ là 57 micromet, độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C) ở nhiệt độ trong phòng là $4,05 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ và ở độ dày 81 micromet, độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C) ở nhiệt độ trong phòng là $4,7 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$

Ví dụ 7 – Lập mô hình

Dữ liệu thử nghiệm cho Ví dụ 4 được so sánh với mô hình sau cho polyme của hợp phần tiền chất I:

$$K_c = K_g * (1 + \alpha\beta^2/\gamma)^{0,5}$$

trong đó K_g là độ bền chống nứt vỡ trên cơ sở hợp phần thủy tinh ở một nhiệt độ; α là tỷ số giữa độ dày lớp phủ (t_c) với độ dày lớp nền trên cơ sở thủy tinh (t_s); β là tỷ số giữa K_m và K_g ; và γ là tỷ số giữa môđun Young của polyme (E_p) với môđun Young của thủy tinh (E_g).

Sự so sánh giữa K_C với độ dày lớp phủ (micromet) đối với độ bền chống nứt vỡ thực nghiệm và mô hình của các Ví dụ 4-6 được thể hiện trên Fig. 6, bao gồm dữ liệu của Fig. 5. Trên Fig. 6, “Comp 1” biểu thị hợp phần tiền chất I, “Comp 2” biểu thị hợp phần tiền chất II và “Comp 3” biểu thị hợp phần tiền chất III. E_g là 65 GPa đối với Ví dụ 4-6. K_g là $0,5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ và K_m là $1,45 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ đối với Ví dụ 4. K_g là $0,599 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ và K_m là $2,35 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ đối với Ví dụ 5. K_g là $0,599 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ và K_m là $4,23 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0,5}$ đối với Ví dụ 6.

Tất cả các thành phần tạo thành, các mối quan hệ, và các tỷ lệ được mô tả trong bản mô tả này được đưa ra theo % mol trừ khi có chỉ dẫn khác. Tất cả các khoảng giới hạn được được bộc lộ ở đây bao gồm các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con bất kỳ và tất cả các khoảng giới hạn và các khoảng giới hạn con được bao hàm bởi các khoảng giới hạn đã được bộc lộ rộng ở đây dù nó có được tuyên bố một cách rõ ràng trước hay sau khoảng giới hạn được bộc lộ hay không.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các cải biến và các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra cho các phương án thực hiện được mô tả ở đây mà không tách khỏi tinh thần hoặc phạm vi của các đối tượng được yêu cầu bảo hộ. Do đó bản mô tả này nhằm mục đích bao hàm cả các cải biến và các thay đổi của các phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây miễn là các cải biến và các thay đổi này nằm trong phạm vi bảo hộ của các yêu cầu bảo hộ kèm theo và các tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh bao gồm:

nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai đối diện nhau xác định độ dày của nền (t_s), phân trung tâm về cơ bản là phẳng, và phân chu vi;

lớp phủ polyme được bố trí trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất hoặc thứ hai; và

độ bền chống nứt vỡ hiệu quả là lớn hơn hoặc bằng $1,25 \text{ MPa.m}^{0.5}$ khi đo ở nhiệt độ trong phòng.

2. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 1, trong đó phần chu vi bao gồm các cạnh đã hoàn thiện.

3. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 1, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ polyme (t_c) lớn hơn hoặc bằng 5 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 150 micromet.

4. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 1, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ polyme (t_c) lớn hơn hoặc bằng 10 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 90 micromet.

5. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 1, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme có chỉ số vật liệu thứ nhất (MI_1) như được xác định bởi $MI_1 = \theta^{0.5} \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài của polyme tính theo phần trăm và σ_y là độ bền kéo của polyme tính bằng MPa, trong đó MI_1 lớn hơn hoặc bằng 35 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa.

6. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 5, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme có chỉ số vật liệu thứ hai (MI_2) như được xác định bởi $MI_2 = \theta \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài của polyme tính theo phần trăm và σ_y là độ bền kéo của polyme tính bằng MPa, trong đó MI_2 lớn hơn hoặc bằng 12 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75 MPa.

7. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 6, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme có chỉ số vật liệu thứ ba (MI_3) như được xác định bởi $MI_3 = \theta \sigma_y^2 / E$, trong đó

θ là độ giãn dài, σ_y là độ bền kéo tính bằng MPa, và E là môđun Young tính bằng GPa, khoảng MI_3 lớn hơn hoặc bằng 0,5 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5 MPa.

8. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme được chọn từ nhóm bao gồm: polyimit, polyamit, polysulfon, polybenzimidazol, silicon, epoxit, acrylat và các hỗn hợp của chúng.

9. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyimit.

10. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: lớn hơn hoặc bằng 55% đến nhỏ hơn hoặc bằng 70% SiO_2 , và lớn hơn hoặc bằng 10% đến nhỏ hơn hoặc bằng 20% Al_2O_3 .

11. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 10, trong đó nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: 55 đến 70% SiO_2 , 10 đến 20% Al_2O_3 , 0 đến 7% P_2O_5 , 0 đến 20% Li_2O và 0 đến 20% Na_2O .

12. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm 10, trong đó nền trên cơ sở thủy tinh bao gồm theo phần trăm mol: 60 đến 80% SiO_2 , 10 đến 18% Al_2O_3 , 0 đến 15% B_2O_3 , 0 đến 20% RO, trong đó RO là các oxit kim loại kiềm thổ và trong đó nền về cơ bản không chứa các oxit kim loại kiềm.

13. Vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó t_s lớn hơn hoặc bằng 0,02 mm và nhỏ hơn hoặc bằng 1,3 mm.

14. Sản phẩm điện tử tiêu dùng bao gồm:

vỏ bao gồm bề mặt phía trước, bề mặt phía sau và các bề mặt bên;

các thành phần điện tử ít nhất một phần nằm trong vỏ, các thành phần điện tử chứa ít nhất là bộ phận điều khiển, bộ nhớ, và bộ phận hiển thị, bộ phận hiển thị tại hoặc liền kề với bề mặt phía trước của vỏ; và

phần che phủ được bố trí trên bộ phận hiển thị,

trong đó một phần của ít nhất một trong số vỏ và phần che phủ bao gồm vật phẩm trên cơ sở thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7.

15. Phương pháp sản xuất vật phẩm trên cơ sở thủy tinh dựa một phần vào mô hình cơ học, vật phẩm trên cơ sở thủy tinh này có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả (K_C), phương pháp này bao gồm các bước:

áp dụng tiền chất polyme trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và thứ hai của nền trên cơ sở thủy tinh mà bao gồm: độ dày nền (t_s) được xác định bởi bề mặt thứ nhất và thứ hai, độ bền chống nứt vỡ dựa trên hợp phần thủy tinh (K_g), trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có độ bền kéo σ_y tính bằng MPa; và

lưu hóa tiền chất polyme để tạo thành lớp phủ polyme có độ dày lớp phủ (t_c) trung bình trên nền trên cơ sở thủy tinh để tạo thành vật phẩm trên cơ sở thủy tinh;

trong đó K_C được xác định bởi:

$$K_c = K_g * (1 + \alpha \beta^2 / \gamma)^{0,5} \quad (I),$$

trong đó α là tỷ số giữa độ dày lớp phủ (t_c) với độ dày lớp nền trên cơ sở thủy tinh (t_s), β là tỷ số giữa K_m với K_g , γ là tỷ số giữa mô đun Young của polyme (E_p) với mô đun Young của thủy tinh (E_g), và K_m là giá trị lớn hơn hoặc bằng $0,45 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả lớn hơn hoặc bằng $1,25 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{0,5}$ khi được đo ở nhiệt độ trong phòng.

17. Phương pháp theo điểm 15, trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có chỉ số vật liệu thứ nhất (MI_1) như được xác định bởi $MI_1 = \theta^{0,5} \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài và σ_y là độ bền kéo tính bằng MPa, khoảng MI_1 là lớn hơn hoặc bằng 35 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có chỉ số vật liệu thứ hai (MI_2) như được xác định bởi $MI_2 = \theta \sigma_y$, trong đó θ là độ giãn dài

của polyme tính theo phần trăm và σ_y là độ bền kéo của polyme tính bằng MPa, trong đó MI_2 lớn hơn hoặc bằng 12 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75 MPa.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó tiền chất polyme cung cấp polyme có chỉ số vật liệu thứ ba (MI_3) như được xác định bởi $MI_3 = \theta \sigma_y^2 / E$, trong đó θ là độ giãn dài, σ_y là độ bền kéo tính bằng MPa, và E là môđun Young tính bằng GPa, khoảng MI_3 lớn hơn hoặc bằng 0,5 MPa và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5 MPa.

20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 15 đến 19, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ (t_c) lớn hơn hoặc bằng 5 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 150 micromet.

21. Phương pháp sản xuất vật phẩm trên cơ sở thủy tinh bao gồm các bước:

áp dụng tiền chất polyme trên ít nhất một phần của ít nhất một trong số bề mặt thứ nhất và thứ hai của nền trên cơ sở thủy tinh mà bao gồm: độ dày nền (t_s) được xác định bởi bề mặt thứ nhất và thứ hai, phần trung tâm về cơ bản là phẳng, và phần chu vi; và

lưu hóa tiền chất polyme để tạo thành lớp phủ polyme trên nền trên cơ sở thủy tinh để tạo thành vật phẩm trên cơ sở thủy tinh có độ bền chống nứt vỡ hiệu quả là lớn hơn hoặc bằng $1,25 \text{ MPa.m}^{0.5}$ khi được đo ở nhiệt độ trong phòng.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó việc lưu hóa được tiến hành ở nhiệt độ lớn hơn hoặc bằng 300°C .

23. Phương pháp theo điểm 21, trong đó việc áp dụng tiền chất polyme bao gồm việc áp dụng dung dịch chứa ít nhất một monome và ít nhất một dung môi.

24. Phương pháp theo điểm 21, trong đó việc áp dụng lớp phủ polyme bao gồm việc phết bằng dao gạt.

25. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 21 đến 24, trong đó lớp phủ polyme bao gồm polyme được chọn từ nhóm bao gồm: polyimit, polyamit, polysulfon, polybenzimidazol, silicon, epoxit, acrylat, và các hỗn hợp của chúng.

26. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 21 đến 24, trong đó độ dày trung bình của lớp phủ polyme (t_c) lớn hơn hoặc bằng 5 micromet và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 150 micromet.

1/4

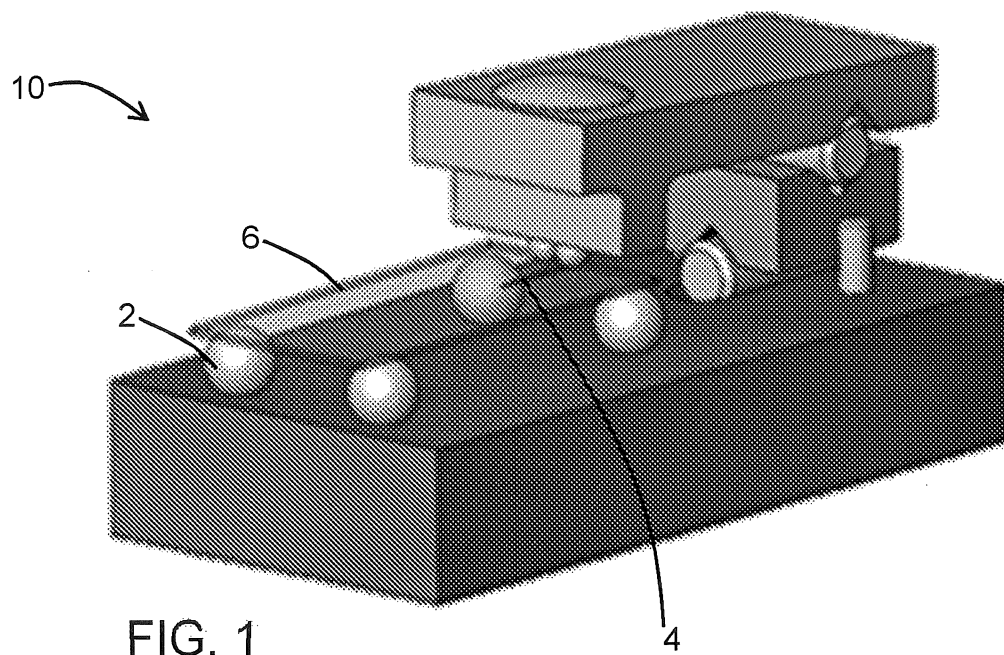


FIG. 1

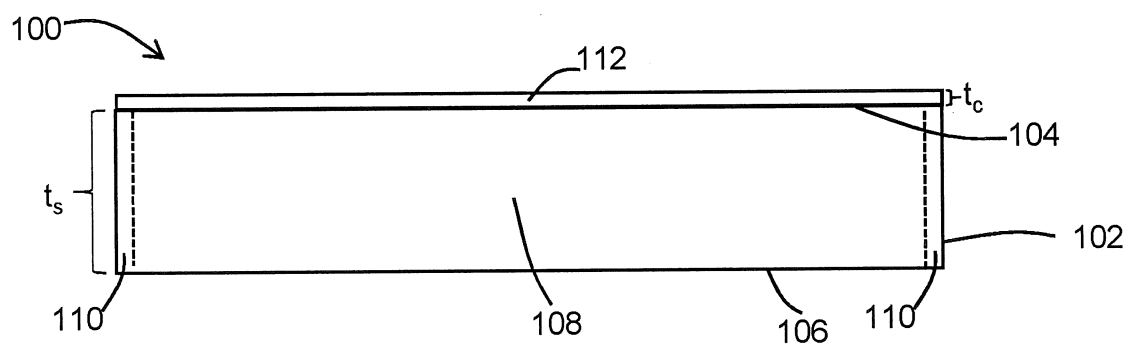


FIG. 2

2/4

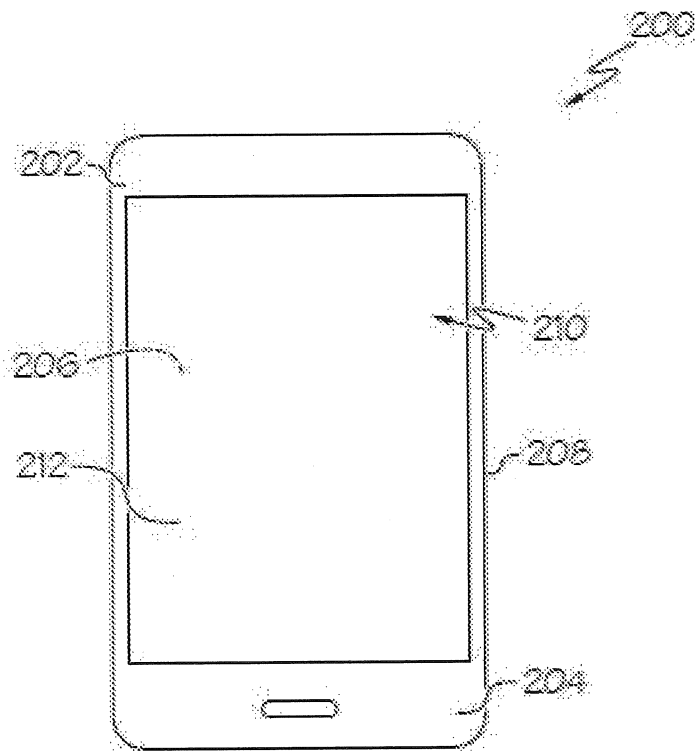


FIG. 3A

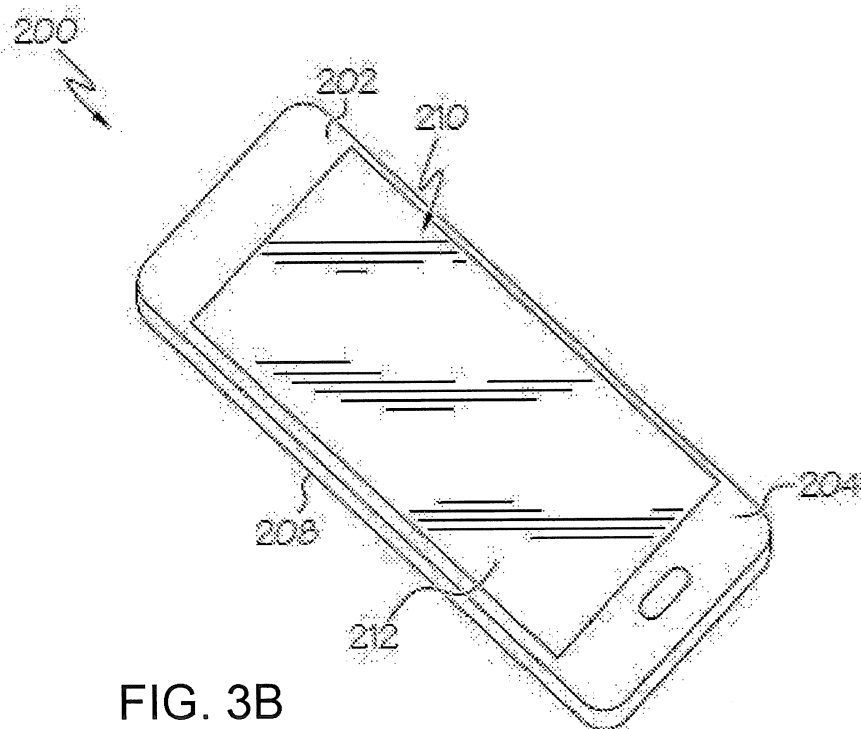


FIG. 3B

3/4

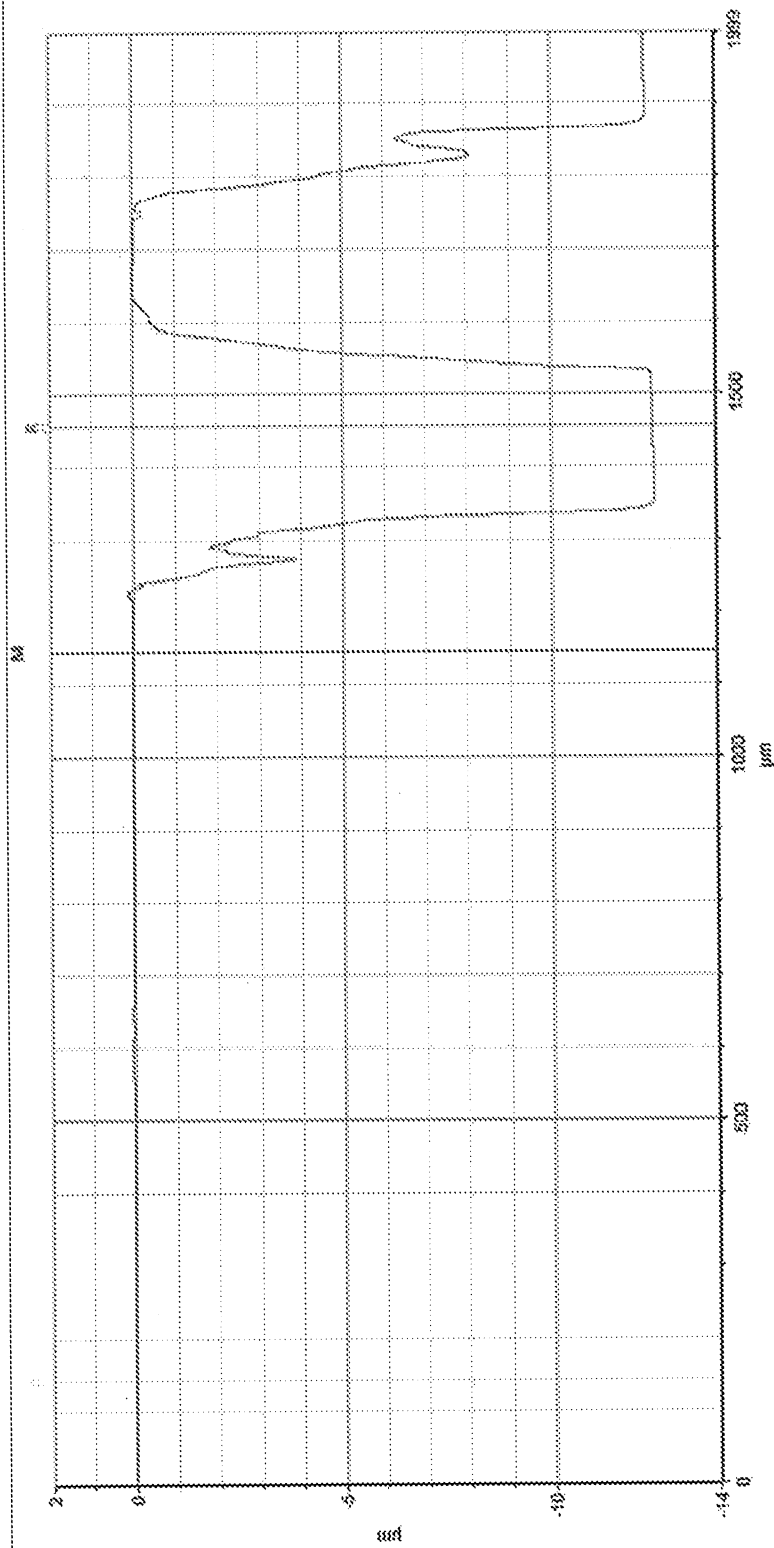


FIG. 4

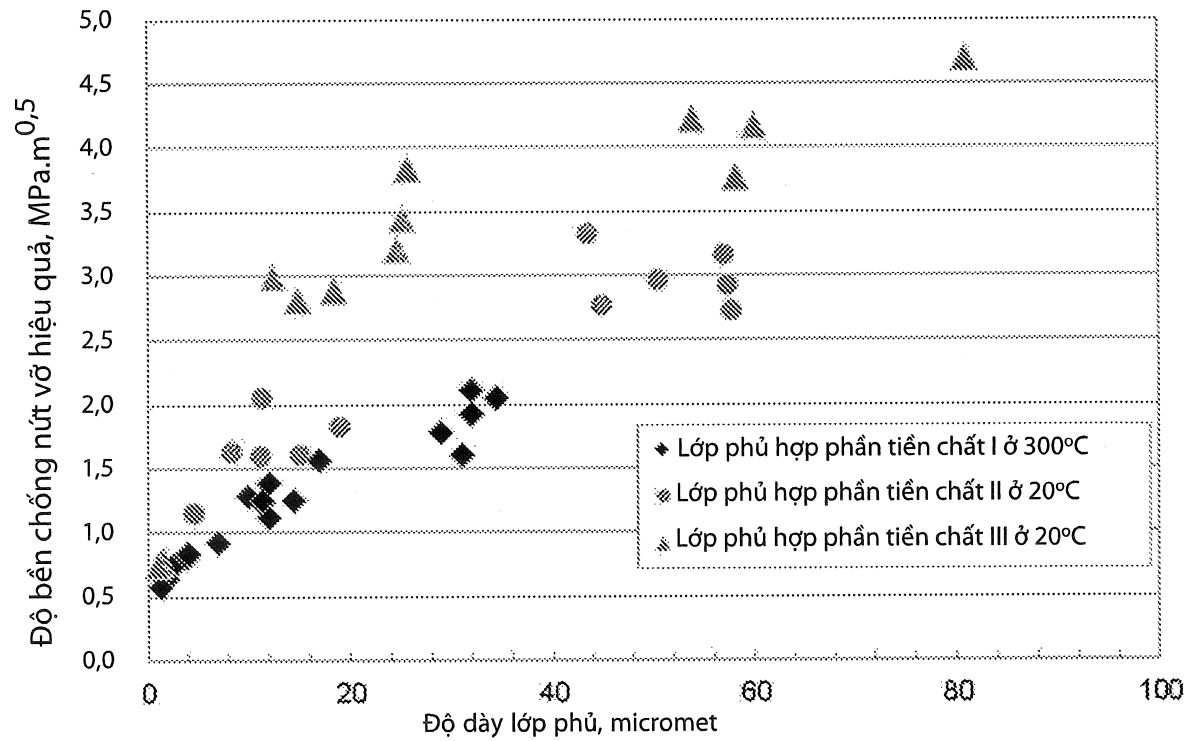


FIG. 5

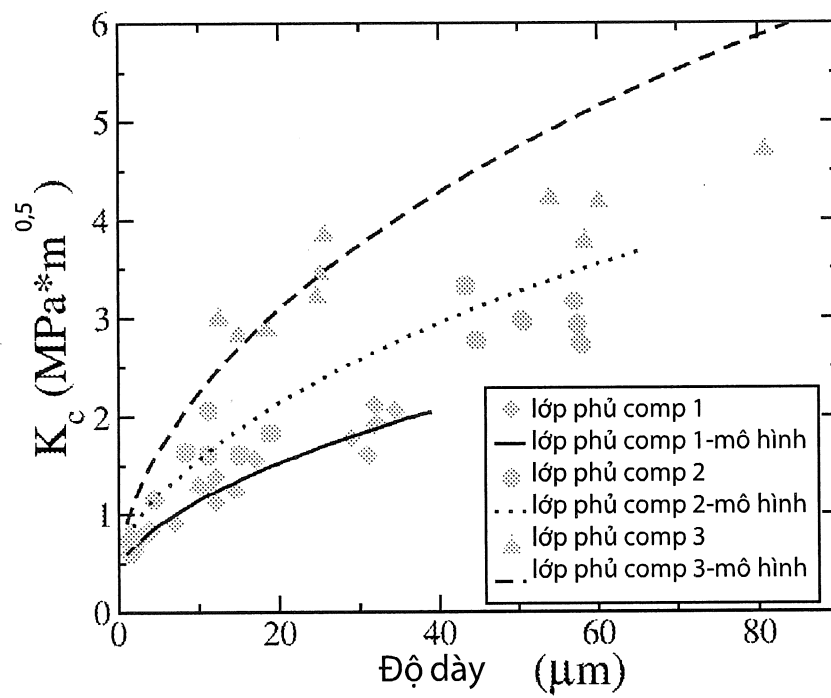


FIG. 6