



(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)



1-0039026

(51)⁸ C03C 3/091; C03C 3/097; C03C 3/093; (13) B
C03C 21/00

(21) 1-2019-02974

(22) 31/10/2017

(86) PCT/US2017/059315 31/10/2017

(87) WO2018/085278 11/05/2018

(30) 62/418,367 07/11/2016 US; 62/452,004 30/01/2017 US; 62/565,190 29/09/2017 US

(45) 25/03/2024 432

(43) 26/08/2019 377A

(73) CORNING INCORPORATED (US)

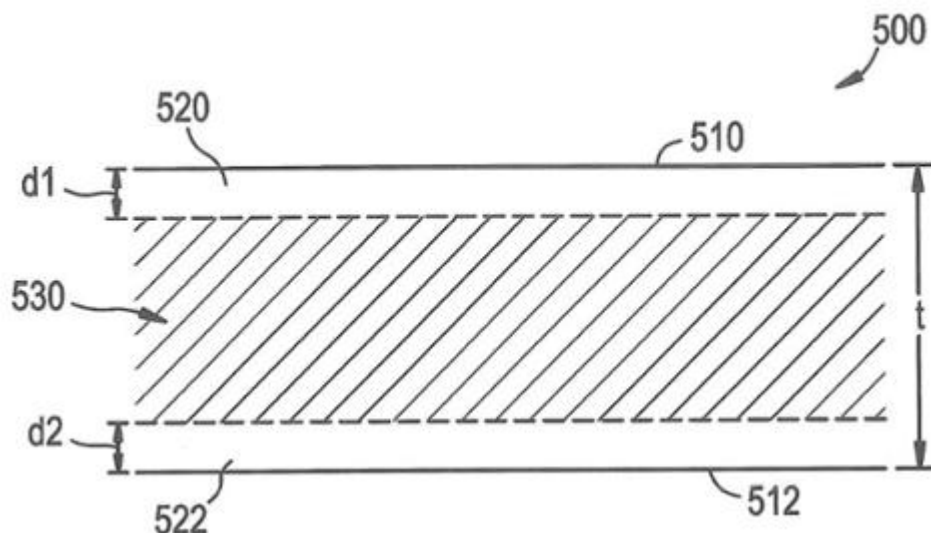
1 Riverfront Plaza, Corning, New York 14831, United States of America

(72) GROSS, Timothy Michael (US); GUO, Xiaojun (CN); SMITH, Charlene Marie (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) VẬT PHẨM THỦY TINH VÀ SẢN PHẨM ĐIỆN TỬ TIÊU DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit, từ 60 mol% đến 74 mol% SiO₂, từ 7 mol% đến 18 mol% Al₂O₃, từ 3 mol% đến 16 mol% B₂O₃, từ 0 mol% đến 6 mol% Na₂O, từ 0 mol% đến 5 mol% P₂O₅, từ 5 mol% đến 11 mol% Li₂O, nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO₂, và từ 0,5 mol% đến 6,5 mol% các cation oxit hóa trị hai. Vật phẩm thủy tinh có tỷ lệ mol giữa Al₂O₃:(R₂O + RO) lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R₂O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hóa trị hai tính theo mol%. Sáng chế còn đề cập đến thiết bị điện tử tiêu dùng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung sáng chế đề cập đến các thủy tinh độ nhớt thấp và các thủy tinh chứa lithi. Cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến quá trình sản xuất của các thủy tinh độ nhớt thấp và các thủy tinh chứa oxit nhôm-silic lithi mà có thể được sử dụng làm các nắp che thủy tinh. Sáng chế còn đề cập đến các thủy tinh oxit nhôm-silic độ nhớt thấp và chứa lithi có chứa đường dung hợp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bản chất di động của các thiết bị di động, như các điện thoại thông minh, máy tính bảng, thiết bị đa phương tiện di động, máy tính cá nhân, và máy ghi hình, khiến cho các thiết bị này đặc biệt dễ bị vỡ khi bị rơi đột ngột lên các bề mặt cứng, như nền đất. Các thiết bị này thông thường chứa các nắp che thủy tinh, mà có thể bị tổn hại ngay khi va đập với các bề mặt cứng. Ở nhiều thiết bị trong số các thiết bị này, các thủy tinh có chức năng làm nắp che hiển thị, và có thể kết hợp tính năng chạm, khiến cho việc sử dụng các thiết bị bị ảnh hưởng tiêu cực khi các nắp che thủy tinh bị tổn hại.

Có hai kiểu vỡ chính của nắp che thủy tinh khi thiết bị di động kết hợp bị rơi trên bề mặt cứng. Một trong số các kiểu này là vỡ do uốn, vốn xảy ra do uốn cong thủy tinh khi thiết bị chịu lực tải động học từ sự va đập với bề mặt cứng. Kiểu khác là vỡ do tiếp xúc sắc nhọn, mà gây ra bởi việc đưa tổn hại đến bề mặt thủy tinh. Sự va đập của thủy tinh với các bề mặt thô cứng, như asphalt, granit, v.v., có thể dẫn đến các vùng lõm lõm sắc nhọn trên bề mặt thủy tinh. Các vùng lõm này trở thành các điểm nứt vỡ trên bề mặt thủy tinh mà từ đó các vết nứt có thể phát triển và lan rộng.

Thủy tinh có thể được tạo độ chống chịu cao hơn với sự phá vỡ do uốn bằng kỹ thuật trao đổi ion, trong đó bao gồm bước tạo ứng suất nén trên bề mặt thủy tinh. Tuy nhiên, thủy tinh mà được trao đổi ion vẫn sẽ có thể bị vỡ đối với tiếp xúc động lực sắc nhọn, do cường độ ứng suất cao gây ra bởi các vùng lõm cục bộ trong thủy tinh từ sự tiếp xúc sắc nhọn.

Các nhà chế tạo thủy tinh và các 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 sự nứt vỡ do tiếp xúc sắc nhọn. Các giải pháp từ các lớp phủ trên thủy tinh đến bọc vòng bezel để ngăn ngừa thủy tinh bị chạm trực tiếp vào bề mặt cứng khi thiết bị rơi lên bề mặt cứng. Tuy nhiên, do các yêu cầu thẩm mỹ và yêu cầu về chức năng, rất khó ngăn ngừa hoàn toàn việc thủy tinh bị chạm vào bề mặt cứng.

Cũng mong muốn rằng các thiết bị di động ngày càng mỏng. Do đó, ngoài độ bền, cũng mong muốn rằng các thủy tinh sẽ được sử dụng làm nắp che thủy tinh trong các thiết bị di động được chế tạo ngày càng mỏng. Do vậy ngoài việc tăng độ bền của thủy tinh, cũng mong muốn thủy tinh có các đặc tính cơ học mà cho phép nó được tạo ra bởi các quy trình mà có khả năng chế tạo các vật phẩm thủy tinh mỏng, như các tấm thủy tinh mỏng.

Các thiết bị chế tạo thủy tinh thường được sử dụng để tạo ra các sản phẩm thủy tinh khác nhau như các tấm thủy tinh dùng cho các màn hiển thị LCD, các thiết bị di động, v.v.. Các tấm thủy tinh này có thể được chế tạo bởi thủy tinh nóng chảy chảy xuống phía dưới qua nệm chế tạo để tạo ra dải thủy tinh liên tục. Các công nghệ đang phát triển đang sử dụng các chế phẩm thủy tinh có độ nhớt chất lỏng thấp ngày càng tăng. Như vậy, các nhiệt độ chế tạo cao hơn được sử dụng để ngăn ngừa sự hóa mờ của thủy tinh nóng chảy khi nó đi qua nệm chế tạo.

Do đó, có nhu cầu đối với các phương pháp và thiết bị thay thế để tạo ra các dải thủy tinh mà có thể các nhiệt độ chế tạo chế tạo cao hơn để làm giảm sự hóa mờ của các thủy tinh có độ nhớt lỏng thấp. Do đó, cũng có nhu cầu đối với các thủy tinh mà có thể được gia cường, như bằng cách trao đổi ion, và có các đặc tính cơ học cho phép chúng được tạo thành các vật phẩm thủy tinh mỏng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một số phương án, vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn

hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 , và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai. Vật phẩm thủy tinh có tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%.

Theo một số phương án, vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 66 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai. Vật phẩm thủy tinh có tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%.

Theo một số phương án, vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 65 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai. Vật phẩm thủy tinh có tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%.

Theo một số phương án, vật phẩm thủy tinh bao gồm, Li_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , và độ nhớt lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 300 kP, trong đó $\text{RI}_{\text{u}} - \text{RI}_{\text{khi}}$ được tạo thành lớn hơn hoặc bằng 0,0003, trong đó RI_{u} là chỉ số khúc xạ ở bước sóng 589 nm của thủy tinh được gia nhiệt ở điểm ủ của thủy tinh trong 1 giờ và RI_{khi} được tạo thành là chỉ số khúc xạ ở bước sóng 589 nm của thủy tinh khi được tạo thành.

Theo một số phương án, sản phẩm điện tử tiêu dùng, bao gồm vỏ có bề mặt trước, bề mặt lưng, và các bề mặt bên; các thành phần điện được bố trí ít nhất một phần trong vỏ, các thành phần điện bao gồm ít nhất bộ điều khiển, bộ nhớ, và màn hiển thị, màn hiển thị được bố trí ở hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và nền phủ được bố trí bên trên màn hiển thị. Ít nhất một trong số một phần của vỏ hoặc nền phủ bao gồm vật phẩm thủy tinh theo phương án bất kỳ trong số phương án thực hiện thứ nhất, phương án thực hiện thứ hai, phương án thực hiện thứ ba hoặc phương án thực hiện thứ tư nêu trên.

Theo các phương án thực hiện khác, vật phẩm thủy tinh bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , Li_2O , SnO_2 và đường dung hợp. Vật phẩm thủy tinh cũng có thể bao gồm Na_2O hoặc P_2O_5 . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm tỷ lệ mol của $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm độ nhót lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 300 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 100 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 50 kP, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 25 kP. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh được gia cường bởi quá trình trao đổi ion, sao cho lớp ứng suất nén được tạo ra trên ít nhất một bề mặt của vật phẩm thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm chiều sâu nén lớn hơn hoặc bằng 0,15t, trong đó t là chiều dày của vật phẩm thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm chiều sâu nén (DOC) từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, trong đó t là chiều dày của vật phẩm thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm ứng suất kéo trung tâm từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh được gia cường nhờ quá trình trao đổi ion để bổ sung các ion kali vào vật

phẩm thủy tinh và chiều dày lớp (DOL: depth of layer) kali từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm lớp ứng suất nén có ứng suất nén ở bề mặt của nó từ lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm ngưỡng nứt vỡ ấn lõm lớn hơn hoặc bằng 15 kgf.

Các phương án bổ sung, vật phẩm thủy tinh bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 và độ nhót lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 100 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 50 kP, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 25 kP. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm gốc oxit tính theo mol: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh được gia cường bởi quá trình trao đổi ion, sao cho lớp ứng suất nén được tạo ra trên ít nhất một bề mặt của vật phẩm thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm chiều sâu nén lớn hơn hoặc bằng 0,15t, trong đó t là chiều dày của vật phẩm thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm chiều sâu nén (DOC) từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, trong đó t là chiều dày của vật phẩm thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm ứng suất kéo trung tâm từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh được gia cường nhờ quá trình trao đổi ion để bổ sung các ion kali vào vật phẩm thủy tinh và chiều dày lớp kali (DOL) từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm lớp ứng suất nén có ứng suất nén ở bề mặt của nó từ lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa.

Theo các phương án thực hiện khác, vật phẩm thủy tinh bao gồm ít nhất Li_2O và một hoặc nhiều trong số các oxit SiO_2 , Al_2O_3 , B_2O_3 , và SnO_2 và còn bao gồm đường

dung hợp. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm Na_2O hoặc P_2O_5 . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm tỷ lệ mol của $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm độ nhót lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 300 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 100 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 50 kP, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 25 kP.

Các phương án bổ sung, vật phẩm thủy tinh bao gồm SiO_2 , Al_2O_3 , Li_2O và còn bao gồm độ nhót lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 100 kP và đường dung hợp. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm độ nhót lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 50 kP hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 25 kP. Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh bao gồm gốc oxit tính theo mol: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 . Theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh được gia cường bởi quá trình trao đổi ion, sao cho lớp ứng suất nén được tạo ra trên ít nhất một bề mặt của vật phẩm thủy tinh.

Các dấu hiệu và các ưu điểm bổ sung sẽ được nêu trong phần mô tả chi tiết dưới đây, và một phần sẽ được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rõ ràng rằng bản mô tả hoặc được nhận ra bằng cách thực hiện các phương án thực hiện đã được mô tả ở đây, bao gồm phần mô tả chi tiết dưới đây, các điểm yêu cầu bảo hộ, cũng như các hình vẽ kèm theo.

Cần hiểu rằng cả phần mô tả chung nêu trên và phần mô tả chi tiết dưới đây mô tả các phương án khác nhau và được dự định để tạo ra một cách nhìn tổng quan hoặc khuôn khổ để hiểu rõ bản chất và đặc tính của đối tượng được yêu cầu bảo hộ. Các hình vẽ kèm theo được bao hàm để tạo ra sự hiểu rõ hơn các phương án khác nhau, và được đưa vào và đóng vai trò là một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ thể hiện các phương án thực hiện khác nhau đã được mô tả ở đây, và cùng với phần mô tả có tác dụng giải thích các nguyên lý và các hoạt động của đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện thiết bị để tạo ra dải thủy tinh theo một hoặc nhiều phương án đã được thể hiện và mô tả ở đây;

FIG.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hình vẽ phối cảnh mặt cắt ở vị trí của đường 3-3 trên FIG.1;

FIG.3 là hình vẽ phối cảnh được cắt nhìn từ phía trước của thiết bị để tạo ra dải thủy tinh trên FIG.2 theo một hoặc nhiều phương án đã được thể hiện và mô tả ở đây;

FIG.4A là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hộp gia nhiệt có thể thay thế được để sử dụng trong thiết bị để tạo ra thủy tinh theo một hoặc nhiều phương án đã được thể hiện và mô tả ở đây;

FIG.4B là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện mặt cắt của hộp gia nhiệt có thể thay thế được dọc theo đường 4B-4B trên FIG.4A;

FIG.5 là hình vẽ phối cảnh phía sau dạng sơ đồ thể hiện của hộp gia nhiệt có thể thay thế được trên FIG.4A theo một hoặc nhiều phương án đã được thể hiện và mô tả ở đây;

FIG.6 là đồ thị thể hiện mô hình toán học của nhiệt độ đáy đáp ứng với các thay đổi công suất riêng biệt đối với các hộp gia nhiệt bao gồm các nguyên tố gia nhiệt molybden disilixit như đã được mô tả ở đây;

FIG.7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương án thực hiện khác của bể chế tạo của thiết bị sản xuất thủy tinh với các hộp gia nhiệt được bố trí gần máng của bể chế tạo theo một hoặc nhiều phương án đã được thể hiện và mô tả ở đây;

FIG.8 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện mặt cắt, cắt theo đường 8-8 của bể chế tạo trên FIG.7 theo một hoặc nhiều phương án đã được thể hiện và mô tả ở đây;

FIG.9 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương án thực hiện khác của bể chế tạo của thiết bị sản xuất thủy tinh với các hộp gia nhiệt được bố trí gần máng của bể chế tạo theo một hoặc nhiều phương án đã được thể hiện và mô tả ở đây;

FIG.10 là hình vẽ phối cảnh cắt một phần thể hiện thiết bị kéo dung hợp;

FIG.11 là hình chiếu cạnh của phương án của hệ thống để kéo tấm thủy tinh bao gồm cụm trục cán mép;

FIG.12 là hình chiếu cạnh của phương án của hệ thống để kéo tấm thủy tinh bao gồm cụm thứ nhất của trục cán mép và cụm thứ hai của trục cán mép;

FIG.13 minh họa thiết bị sản xuất thủy tinh theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.14 là hình chiếu cạnh của thiết bị sản xuất thủy tinh trên FIG.13 theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.15 là hình chiếu bằng thiết bị sản xuất thủy tinh trên FIG.13 ở tầng thứ nhất theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.16 là hình chiếu bằng thiết bị sản xuất thủy tinh trên FIG.13 ở tầng thứ hai theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.17 là hình chiếu bằng thiết bị sản xuất thủy tinh trên FIG.13 ở tầng thứ ba theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.18 minh họa thiết bị sản xuất thủy tinh theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.19 là hình chiếu bằng thiết bị sản xuất thủy tinh trên FIG.18 ở tầng trung gian theo phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.20 là đồ thị làm ví dụ minh họa sự điều khiển lực đầu vào không đổi độc lập ở hai tầng khác nhau theo các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.21 là đồ thị làm ví dụ minh họa các lực tác động ở các trục kéo thấp nhất theo các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế;

FIG.22 là đồ thị làm ví dụ minh họa tốc độ của các trục kéo thấp nhất theo các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế

FIG.23 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện mặt cắt của thủy tinh có các lớp ứng suất nén trên các bề mặt của nó theo các phương án đã được bộc lộ và đã được mô tả ở đây;

FIG.24 là đồ thị thể hiện kết quả thử nghiệm ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop đối với vật phẩm thủy tinh theo các phương án đã được bộc lộ và đã được mô tả ở đây;

FIG.25 là đồ thị thể hiện kết quả thử nghiệm ngưỡng nứt vỡ ấn lõm đối với vật phẩm thủy tinh theo các phương án đã được bộc lộ và đã được mô tả ở đây;

FIG.26A là hình chiếu bằng của thiết bị điện tử làm ví dụ kết hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh đã được bộc lộ ở đây;

FIG.26B là hình vẽ phối cảnh của thiết bị điện tử làm ví dụ trên FIG.26A;

FIG.27 là hình vẽ phối cảnh của hình vẽ mặt cắt ngang của thiết bị kéo dung hợp trên FIG.2; và

FIG.28 là hình vẽ phối cảnh khác của hình vẽ mặt cắt ngang của thiết bị kéo dung hợp trên FIG.2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây hệ thống và các quy trình sản xuất để chế tạo các thủy tinh độ nhớt thấp và các thủy tinh oxit nhôm-silic chứa lithi sẽ được mô tả chi tiết. Dưới đây các thủy tinh độ nhớt thấp và các thủy tinh chứa oxit nhôm-silic lithi theo các phương án khác nhau sẽ được mô tả chi tiết. Các thủy tinh độ nhớt thấp và oxit nhôm-silic chứa lithi chứa đường dung hợp cũng sẽ được mô tả chi tiết.

Hệ thống sản xuất thủy tinh

Dưới đây các phương án của các phương pháp và thiết bị để tạo ra các dải thủy tinh, các ví dụ của chúng được minh họa trên các hình vẽ kèm theo sẽ được mô tả chi tiết. Khi cần, các số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng trên toàn bộ các hình vẽ để biểu thị các chi tiết giống hoặc tương tự nhau. Thiết bị để tạo ra các dải thủy tinh theo một phương án thực hiện được thể hiện trên FIG.1, và được biểu thị chung trên toàn bộ các hình vẽ bằng số chỉ dẫn 10. Theo một phương án thực hiện, thiết bị để tạo ra dải thủy tinh bao gồm nệm chế tạo được bố trí trong vỏ và bao gồm hai phần bề mặt được tạo độ nghiêng hướng xuống hội tụ ở đáy. Các hộp gia nhiệt có thể được bố trí ở các cửa của vỏ. Mỗi hộp gia nhiệt có thể bao gồm bề mặt dẫn nhiệt mà được định hướng ở một góc bằng lớn hơn khoảng 90° đối với bề mặt đáy của hộp gia nhiệt. Bề mặt dẫn nhiệt có thể bao gồm phần tử gia nhiệt được định vị liền kề với bề mặt dẫn nhiệt. Hộp gia

hiệt có thể được bố trí sao cho bề mặt dẫn nhiệt quay về nệm chế tạo và mép trên của bề mặt dẫn nhiệt và bề mặt trên cùng của hộp gia nhiệt được định vị bên trên ít nhất một trong số đáy của nệm chế tạo hoặc máng của nệm chế tạo để dẫn hướng nhiệt từ bề mặt dẫn nhiệt của hộp gia nhiệt về phía hoặc đáy của nệm chế tạo hoặc máng của nệm chế tạo. Các phương pháp và thiết bị để tạo ra các dải thủy tinh theo các phương án khác nhau sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây có viện dẫn cụ thể đến các hình vẽ kèm theo.

Các khoảng giá trị có thể được biểu hiện ở đây như từ “khoảng” một giá trị cụ thể, và/hoặc đến “khoảng” một giá trị cụ thể khác. Khi khoảng giá trị này được biểu diễn, phương án thực hiện khác bao gồm từ một giá trị cụ thể và/hoặc đến giá trị cụ thể khác. Theo cách tương tự khi các giá trị được biểu diễn dưới dạng các giá trị gần đúng, nhờ sử dụng “khoảng” đứng trước, thì sẽ được hiểu là giá trị cụ thể tạo thành phương án thực hiện khác. Cũng được hiểu rằng các điểm đầu của mỗi khoảng trong số các khoảng giá trị đều có ý nghĩa liên quan đến điểm đầu còn lại, và độc lập với điểm đầu còn lại.

Các thuật ngữ định hướng được dùng ở đây, ví dụ, lên trên, xuống dưới, phải, trái, trước, sau, trên, dưới, được đưa ra chỉ với sự tham khảo đến các hình vẽ như đã được vẽ và không nhằm để bao hàm sự định hướng tuyệt đối.

Trừ khi được tuyên bố rõ ràng ngược lại, thì các bước của phương pháp bất kỳ được bộc lộ ở đây là không nhất thiết phải được thực hiện theo thứ tự cụ thể, hoặc với thiết bị bất kỳ, hoặc các hoạt động cụ thể. Do đó, trong đó, yêu cầu bảo hộ về phương pháp thực sự có thể không yêu cầu trích dẫn thứ tự cần phải tuân theo bởi các bước của nó, hoặc yêu cầu bảo hộ thiết bị bất kỳ có thể không trích dẫn thứ tự hoặc định hướng cho các thành phần độc lập, hoặc không được tuyên bố rõ trong các yêu cầu bảo hộ hoặc phần mô tả rằng các bước bị hạn chế vào một thứ tự cụ thể, hoặc thứ tự cụ thể hoặc định hướng cụ thể cho các thành phần của thiết bị sẽ không được trích dẫn, không có dự định rằng thứ tự hoặc định hướng được kết luận theo khía cạnh bất kỳ. Điều này cũng tương tự cho việc giải thích, bao gồm: các vấn đề logic liên quan tới việc bố trí các bước, luồng vận hành, thứ tự của các thành phần, hoặc định hướng của các thành phần; nghĩa đơn thuần suy ra từ cách tổ chức ngữ pháp hoặc dấu câu, và số lượng hoặc loại của các phương án thực hiện được mô tả trong phần mô tả.

Như được sử dụng ở đây, các dạng số ít “một” (“a,” “an” và “the”) bao hàm cả các dạng số nhiều trừ khi ngữ cảnh đó quy định rõ ràng theo cách khác. Do đó, ví dụ, sự tham chiếu đến “một” thành phần bao gồm các khía cạnh có hai hoặc nhiều thành phần này, trừ khi ngữ cảnh đó quy định rõ ràng theo cách khác.

Dưới đây tham chiếu đến FIG.1, một phương án thực hiện của thiết bị chế tạo thủy tinh 10 để tạo ra dải thủy tinh 12 được thể hiện dưới dạng sơ đồ. Thiết bị chế tạo thủy tinh 10 nói chung bao gồm bể nấu chảy 15 được tạo kết cấu để tiếp nhận vật liệu thủy tinh dạng mẻ 16 từ thùng chứa 18. Vật liệu thủy tinh dạng mẻ 16 có thể được đưa vào bể nấu chảy 15 nhờ thiết bị chuyển mẻ vật liệu 20 được dẫn động bởi động cơ 22. Bộ điều khiển tùy chọn 24 có thể được tạo ra để kích hoạt động cơ 22 và đầu dò mức thủy tinh nóng chảy 28 có thể được sử dụng để đo mức thủy tinh nóng chảy bên trong ống thẳng đứng 30 và truyền thông thông tin đo được với bộ điều khiển 24.

Thiết bị chế tạo thủy tinh 10 bao gồm bể tinh luyện 38, như ống tinh luyện, được bố trí phía dưới so với bể nấu chảy 15 và được liên hợp với bể nấu chảy 15 nhờ ống nối thứ nhất 36. Bể trộn 42, như ngăn khuấy, được bố trí phía dưới so với bể tinh luyện 38. Bể chuyển 46, như dạng bát, có thể được bố trí phía dưới so với bể trộn 42. Như được thể hiện trên hình vẽ, ống nối thứ hai 40 nối bể tinh luyện 38 với bể trộn 42 và ống nối thứ ba 44 nối bể trộn 42 với bể chuyển 46. Như được minh họa thêm, ống dẫn xuống 48 được bố trí để chuyển thủy tinh nóng chảy từ bể chuyển 46 đến đầu vào 50 của bể chế tạo 60.

Bể nấu chảy 15 thường được làm từ vật liệu chịu lửa, như gạch chịu lửa (ví dụ gốm). Thiết bị chế tạo thủy tinh 10 có thể còn bao gồm các bộ phận thường được làm từ platin hoặc các kim loại chứa platin như platin-rodì, platin-iridi và các kết hợp của chúng, nhưng cũng có thể bao gồm các kim loại chịu lửa này như molypden, paladi, reni, tantan, titan, vonfram, ruteni, osmi, ziricon, và các hợp kim của chúng và/hoặc ziricon đioxit. Bộ phận chứa platin có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ phận trong số ống nối thứ nhất 36, bể tinh luyện 38, ống nối thứ hai 40, ống thẳng đứng 30, bể trộn 42, ống nối thứ ba 44, bể chuyển 46, ống dẫn xuống 48 và đầu vào 50. Bể chế tạo 60 cũng có thể được làm từ vật liệu chịu lửa (ví dụ, gạch chịu lửa và/hoặc kim loại chịu lửa) và được thiết kế để chế tạo thủy tinh nóng chảy thành dải thủy tinh 12.

FIG.2 là hình vẽ phối cảnh mặt cắt của thiết bị chế tạo thủy tinh 10 dọc theo đường 2-2 trên FIG.1. Như được thể hiện, bể chế tạo 60 bao gồm nêm chế tạo 62 bao gồm máng hờ quay lên trên 61 (tức là theo chiều +x của các trục tọa độ được thể hiện trên FIG.2), hai phần bề mặt được tạo độ nghiêng hướng xuống 66a, 66b (tức là, theo chiều -x của các trục tọa độ được thể hiện trên FIG.2) mà kéo dài giữa các đầu đối nhau 64a, 64b của nêm chế tạo 62. Các phần bề mặt được tạo độ nghiêng hướng xuống 66a, 66b mà hội tụ dọc theo chiều hướng xuống 68 để tạo ra đáy 70. Mặt phẳng kéo 72 kéo dài qua đáy 70. Dải thủy tinh 12 có thể được rút ra khỏi nêm chế tạo 62 theo hướng xuống dưới 68 dọc theo mặt phẳng kéo 72, như sẽ được mô tả thêm ở đây. Như được thể hiện trên hình vẽ, mặt phẳng kéo 72 chia đôi đáy 70 gần như theo phương ngang, theo phương dọc (phương +/-y của các trục tọa độ được thể hiện trên FIG.2) của bể chế tạo 60 qua đáy 70. Tuy nhiên, cần hiểu rằng mặt phẳng kéo 72 có thể kéo dài theo các hướng khác nhau khác đối với đáy 70 khác với hướng chia đôi bể chế tạo 60 qua đáy. Mặc dù FIG.1 và FIG.2 về cơ bản minh họa một phương án thực hiện của thiết bị chế tạo thủy tinh và bể chế tạo, nhưng cũng nên hiểu rằng các khía cạnh của sáng chế có thể được sử dụng với nhiều kết cấu bể chế tạo khác.

Tham chiếu đến FIG.1 và FIG.2, theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, bể chế tạo 60 có thể bao gồm bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b nằm xem giữa hai phần bề mặt được tạo độ nghiêng hướng xuống 66a, 66b. Các bộ phận dẫn hướng mép giúp đạt được độ rộng dải thủy tinh mong muốn và các đặc tính mép bằng cách dẫn hướng thủy tinh nóng chảy gần với đáy 70 của bể chế tạo 60. Theo các phương án thực hiện khác, bộ phận dẫn hướng mép có thể giao nhau với cả hai phần bề mặt được tạo độ nghiêng hướng xuống 66a, 66b. Ngoài ra hoặc theo cách khác, theo các phương án thực hiện cụ thể, bộ phận dẫn hướng mép có thể được định vị ở mỗi đầu trong số các đầu đối nhau 64a, 64b của nêm chế tạo 62. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.1, bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b có thể được định vị ở mỗi đầu trong số các đầu đối nhau 64a, 64b của nêm chế tạo 62 với mỗi bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b được tạo kết cấu để giao nhau với cả hai trong số các phần bề mặt được tạo độ nghiêng hướng xuống 66a, 66b. Như được minh họa thêm, mỗi bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b về cơ bản là giống nhau. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, theo các phương án thực hiện thay thế, các bộ phận dẫn hướng mép có thể có các kết cấu và/hoặc các dạng hình học khác

nhau tùy thuộc vào các đặc tính riêng của thiết bị chế tạo thủy tinh. Ngoài ra, cần hiểu rằng nhiều nê-m chế tạo khác nhau và các kết cấu bộ phận dẫn hướng mép có thể được sử dụng theo các khía cạnh của sáng chế. Ví dụ, các khía cạnh của sáng chế có thể được sử dụng với các nê-m chế tạo và các kết cấu bộ phận dẫn hướng mép như được bộc lộ trong các patent Mỹ số 3,451,798, 3,537,834, 7,409,839, đơn sáng chế Mỹ số 14/278582, nộp ngày 15/05/2014, và/hoặc đơn sáng chế Mỹ tạm thời số 61/155,669, nộp ngày 26/02/2009, mỗi tài liệu nêu trên được kết hợp vào đây dưới dạng viện dẫn.

Vấn tham chiếu đến FIG.1, thiết bị chế tạo thủy tinh 10 có thể bao gồm một cách tùy ý ít nhất một cụm kết cấu trục cán mép (không được thể hiện) để kéo dài thủy tinh từ đáy 70 của bể chế tạo 60. Cần hiểu rằng các kết cấu khác nhau của cụm kết cấu trục cán mép có thể được sử dụng theo các khía cạnh của sáng chế như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Vỏ 14 bao kín bể chế tạo 60. Vỏ 14 có thể được tạo ra từ thép và chứa vật liệu chịu lửa và/hoặc chất cách nhiệt để cách nhiệt bể chế tạo 60, và thủy tinh nóng chảy chảy trong và chảy xung quanh bể chế tạo 60, từ môi trường xung quanh. Mặc dù không được thể hiện, vỏ 14 có thể bao gồm các ống làm mát hoặc các lưỡi gạt mà có thể sử dụng nước hoặc các môi trường truyền nhiệt khác (ví dụ, không khí, v.v.) để tách năng lượng ra khỏi các phần của bể chế tạo 60. Ống làm mát hoặc các lưỡi gạt này ở các tầng cao hơn trong vỏ 14, ví dụ, bên trên hoặc gần với các thành đập của bể chế tạo 60 hoặc gần với các bề mặt chế tạo của bể chế tạo 60, có thể tăng độ nhót nhanh hơn để từ đó cải thiện độ cứng vững thủy tinh và độ bền đối với sự cong vênh phình ra. Ngoài ra, một hoặc nhiều cặp ống làm mát hoặc các lưỡi gạt ở các tầng cao hơn này có thể cho phép các độ nhót đáy thấp cho cùng chiều dày của dải thủy tinh.

Dưới đây tham chiếu đến FIG.1 và FIG.2, trong quá trình vận hành, vật liệu dạng mẻ 16, đặc biệt là vật liệu dạng mẻ để tạo ra thủy tinh, được cấp từ thùng chứa 18 vào trong bể nấu chảy 15 bằng thiết bị phân phối mẻ 20. Vật liệu dạng mẻ 16 được nấu chảy thành thủy tinh nóng chảy trong bể nấu chảy 15. Thủy tinh nóng chảy đi từ bể nấu chảy 15 vào trong bể tinh luyện 38 qua thứ nhất ống nối 36. Các phần thủy tinh được hòa tan, mà có thể tạo ra các khuyết tật thủy tinh, được loại bỏ khỏi thủy tinh nóng chảy trong bể tinh luyện 38. Sau đó thủy tinh nóng chảy đi từ bể tinh luyện 38 vào trong bể trộn 42 qua thứ hai ống nối 40. Bể trộn 42 đồng nhất hóa thủy tinh nóng

chảy, như bằng phương pháp khuấy, và thủy tinh nóng chảy đồng nhất đi qua ống nối thứ ba 44 với bể chuyển 46. Bể chuyển 46 xả thủy tinh nóng chảy đồng nhất qua ống dẫn xuống 48 và chảy vào đầu vào 50 mà, theo đó, đưa thủy tinh nóng chảy đồng nhất vào máng 61 của bể chế tạo 60.

Khi thủy tinh nóng chảy 17 điền đầy máng hở quay lên trên 61 của nệm chế tạo 62, nó chảy tràn qua máng 61 và chảy qua các phần bề mặt được tạo độ nghiêng 66a, 66b và hòa chung lại với nhau ở đáy 70 của nệm chế tạo 62, nhờ đó tạo ra dải thủy tinh 12. Như được thể hiện trên FIG.2, dải thủy tinh 12 có thể được lấy ra theo hướng xuống dưới 68 dọc theo mặt phẳng kéo 72 mà kéo dài qua đáy 70.

Đối với các thiết bị chế tạo thủy tinh như được thể hiện trên FIG.1 và FIG.2, Đã phát hiện ra rằng các công nghệ đang phát triển như màn hiển thị hiệu suất cao (HPD: high performance display) sử dụng công nghệ điốt phát quang hữu cơ (OLED: organic light emitting diode) hoặc các màn hiển thị che bằng thủy tinh thu được từ các chế phẩm thủy tinh vốn khó chế tạo, như các chế phẩm thủy tinh có các độ nhớt chất lỏng thấp và/hoặc các thủy tinh chứa oxit nhôm-silic lithi. Các chế phẩm thủy tinh này thường được chế tạo với các nhiệt độ chế tạo cao hơn để ngăn ngừa sự tạo thành các khuyết tật, như sự hóa mờ, trong dải thủy tinh được kéo từ bể chế tạo 60. Các thiết bị chế tạo thủy tinh đã được mô tả ở đây cũng có thể sử dụng các hộp gia nhiệt mà được bố trí gần với đáy của bể chế tạo 60 để duy trì thủy tinh nóng chảy ở nhiệt độ chế tạo tương đối cao nhờ đó bổ sung quy trình chế tạo tấm và ngăn ngừa sự tạo thành các khuyết tật trong dải thủy tinh.

Lại tham chiếu cụ thể đến các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3, để duy trì nhiệt độ tương đối cao của thủy tinh nóng chảy trong dải thủy tinh 12 được kéo từ đáy 70 của bể chế tạo 60, thiết bị chế tạo thủy tinh 10 còn bao gồm các hộp gia nhiệt 110, 111 được đặt liên tục ở các cửa 112 được tạo ra ở vỏ 14 và/hoặc tấm bịt kín vỏ 136 (FIG.3). Tấm bịt kín vỏ 136 tạo thành một phần của vỏ 14 (xem FIG.1 và FIG.2). Như được thể hiện trên FIG.3, dãy cửa thứ nhất 112 và dãy cửa thứ hai (không được thể hiện) được sắp xếp sao cho các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 và các hộp gia nhiệt thứ hai 111 nằm ở các bên đối diện của đáy 70 sao cho mặt phẳng kéo 72 kéo dài giữa các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 và các hộp gia nhiệt thứ hai 111. Các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 và dãy cửa thứ nhất 112 sẽ được mô tả chi tiết hơn. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các hộp gia

nhật thứ nhất 110 và các hộp gia nhiệt thứ hai 111 có kết cấu hầu như giống nhau hoặc tương tự nhau. Theo cách tương tự cần hiểu rằng mỗi dãy cửa 112 có kết cấu hầu như giống nhau hoặc tương tự nhau.

Như được thể hiện trên FIG.1 và FIG.2, dãy cửa thứ nhất 112 được tạo thành dãy trên chiều rộng (phương $\pm y$ của các trục tọa độ được thể hiện trên FIG.1 và FIG.2) của bề chế tạo 60 sao cho dãy cửa thứ nhất 112 mở rộng chiều rộng (phương $\pm y$ của các trục tọa độ được thể hiện trên FIG.1 và FIG.2) của mặt phẳng kéo 72 trên đó dải thủy tinh 12 được kéo. Do đó, cần hiểu rằng các hộp gia nhiệt thứ nhất 110, khi được lắp vào các cửa tương ứng, cũng được bố trí thành dãy trên chiều rộng bề chế tạo 60 và mở rộng qua chiều rộng của mặt phẳng kéo 72 của dải thủy tinh 12. Theo một số phương án thực hiện, mỗi cửa trong dãy cửa thứ nhất 112 được cách nhau theo phương ngang (tức là, theo phương $\pm y$ của các trục tọa độ được thể hiện trên FIG.1 và FIG.2) cách xa nhau trên chiều rộng bề chế tạo. Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế mỗi cửa trong dãy cửa thứ nhất 112 có thể được đặt cách nhau theo phương ngang cách xa nhau theo khoảng cách bằng nhau.

Các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 có thể được tạo kết cấu để gia nhiệt trực tiếp lên đáy 70, nhờ đó duy trì đáy 70 ở nhiệt độ mong muốn, như cao hơn nhiệt độ hóa mờ của thủy tinh nóng chảy và, theo đó, hạn chế sự tạo thành các khuyết tật trong thủy tinh. Như được thể hiện trên FIG.2 và FIG.3, dãy cửa thứ nhất 112 có thể được bố trí trong vỏ 14 sao cho các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 được định vị liền kề với và nằm cách với đáy 70 của bề chế tạo 60 theo chiều $-z$. Theo phương án được thể hiện trên FIG.3, các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 được cách với đáy 70 theo chiều $-z$, và còn được định vị sao cho một phần của mỗi hộp gia nhiệt 110 được đặt bên trên (chiều $+x$ của các trục tọa độ) đáy 70 và một phần nằm phía dưới (theo chiều $-x$ của các trục tọa độ) đáy 70. Theo cách khác, theo phương án được thể hiện trên FIG.1, dãy cửa thứ nhất 112 có thể được bố trí trong vỏ 14 sao cho các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 được định vị toàn bộ bên trên đáy 70. Theo các phương án thực hiện khác nữa (không được thể hiện), dãy cửa thứ nhất 112 có thể được bố trí trong vỏ 14 sao cho các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 được định vị bên dưới đáy 70.

Các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3 thể hiện các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 bao gồm năm hộp gia nhiệt 110a, 110b, 110c, 110d, 110e. Do vậy các hình vẽ từ FIG.1

đến FIG.3 thể hiện rằng năm hộp gia nhiệt này được định vị trong dãy cửa thứ nhất 112 mà bao gồm năm cửa 112a, 112b, 112c, 112d, 112e được tạo thành trong vỏ 14. Tuy nhiên, cần hiểu rằng đây là số lượng làm ví dụ và số lượng các hộp gia nhiệt trong các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 và số lượng các cửa tương ứng trong dãy cửa thứ nhất 112 có thể có thể lớn hơn năm hoặc nhỏ hơn năm. Tương tự, chiều rộng các hộp gia nhiệt phụ thuộc vào số lượng các hộp gia nhiệt được sử dụng cũng như chiều rộng bề chế tạo. Ví dụ, FIG.1 minh họa năm hộp gia nhiệt trên toàn bộ bề rộng của bề chế tạo, trong khi FIG.1 minh họa năm hộp gia nhiệt trên ít hơn bề rộng toàn bộ của bề chế tạo. Một trong số các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 sẽ được mô tả chi tiết hơn ở đây. Tuy nhiên, cần hiểu rằng mỗi hộp gia nhiệt 110a, 110b, 110c, 110d, 110e trong số các hộp gia nhiệt thứ nhất 110, cũng như mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt thứ hai 111, có kết cấu hầu như giống nhau hoặc tương tự nhau.

Dưới đây tham chiếu đến các hình vẽ từ FIG.3 đến FIG.5, theo các phương án thực hiện sáng chế mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt thứ nhất 110 bao gồm vỏ bao kín 120 có bề mặt dẫn nhiệt 122 với ít nhất một phần tử gia nhiệt 124 nằm ở hoặc liền kề với bề mặt của nó. Vỏ bao kín 120 có thể được chế tạo từ nhiều vật liệu thích hợp cho việc sử dụng ở nhiệt độ cao các điều kiện kết hợp với thiết bị chế tạo thủy tinh 10. Ví dụ, vỏ bao kín 120, và các phần khác của hộp gia nhiệt 110a có thể được tạo ra từ vật liệu chịu lửa như các hợp kim gốc niken chịu lửa cao, thép (ví dụ, thép không gỉ), hoặc các hợp kim hoặc các vật liệu khác (hoặc các kết hợp của các vật liệu), để đạt được kết cấu và/hoặc các thông số nhiệt kết hợp với thiết bị chế tạo thủy tinh 10. Ví dụ, theo một phương án thực hiện, vỏ bao kín 120 có thể được làm bằng các hợp kim gốc niken, như Haynes® 214® hợp kim gốc niken được sản xuất bởi Haynes International, Inc.

Mặc dù các hình vẽ từ FIG.3 đến FIG.5 thể hiện hộp gia nhiệt 110a bao gồm vỏ bao kín, cần hiểu rằng các phương án thực hiện khác có thể được thực hiện. Ví dụ, chứ không phải là bao gồm vỏ bao kín riêng biệt 120, bề mặt dẫn nhiệt 122 có thể được gắn chặt với khối (hoặc các khối) bằng các vật liệu chịu lửa thay vì có vỏ bao kín riêng biệt được tạo ra từ các kim loại/các hợp kim. Ví dụ và không bị giới hạn, theo các phương án thực hiện sáng chế bề mặt dẫn nhiệt được gắn vào thân được tạo ra từ các khối gạch chịu lửa NA-33 được sản xuất bởi nhà máy gạch chịu lửa ANH.

Theo một phương án thực hiện, bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a được tạo ra từ vật liệu đỡ gốm chịu lửa có độ phát xạ thấp. Các vật liệu chịu lửa gốm thích hợp bao gồm, không bị giới hạn, tấm SALI sản xuất bởi Zircar ceramics. Các phần của hộp gia nhiệt 110a không được tiếp xúc trực tiếp với các nhiệt độ cao của thiết bị chế tạo thủy tinh 10 có thể được làm từ các vật liệu thích hợp các ứng dụng nhiệt độ thấp. Ví dụ, khi hộp gia nhiệt 110a bao gồm vỏ bao kín, mặt lưng 125 của vỏ bao kín 120 có thể được làm từ thép không gỉ được chọn để đạt được kết cấu và/hoặc các thông số nhiệt kết hợp với thiết bị chế tạo thủy tinh 10, như, ví dụ, 420 thép không gỉ.

Theo các phương án thực hiện đã được mô tả ở đây, bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a được định hướng ở góc α đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a. Theo các phương án thực hiện đã được mô tả ở đây, góc α lớn hơn 90° . Ví dụ, theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 120° đến khoảng 150° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a. Theo các phương án thực hiện khác, góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 130° đến khoảng 140° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a. Theo các phương án thực hiện cụ thể, góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 bằng khoảng 135° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a.

Theo một số phương án thực hiện, hướng quay xuống của bề mặt dẫn nhiệt 122 tạo điều kiện thuận lợi cho việc định vị hộp gia nhiệt 110a trong vỏ 14 của thiết bị chế tạo thủy tinh 10 sao cho bề mặt dẫn nhiệt 122 của mỗi hộp gia nhiệt có thể thay thế được quay về đáy 70 của bể chế tạo 60. Cụ thể là, hướng quay xuống của bề mặt dẫn nhiệt 122 cho phép bề mặt dẫn nhiệt 122 phát xạ và truyền nhiệt về phía và lên trên đáy 70 của bể chế tạo 60 với độ thất thoát nhiệt nhỏ nhất ra môi trường xung quanh, đặc biệt là đến các vùng bên trên đáy 70, như các vùng bên trên hộp gia nhiệt.

Tham chiếu lại đến các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3, theo một số phương án thực hiện, hộp gia nhiệt 110a được bố trí trong vỏ 14 của thiết bị chế tạo thủy tinh 10 sao cho mép trên 123 của bề mặt dẫn nhiệt 122 và bề mặt trên 127 của mỗi hộp gia nhiệt 110a được định vị bên trên đáy 70. Sự định vị này cho phép bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a dẫn hướng nhiệt về phía và lên trên đáy 70 của bể chế tạo 60, nhờ đó làm tăng nhiệt độ của đáy 70 cũng như nhiệt độ của thủy tinh nóng chảy

chảy qua bề chế tạo 60 ở diện tích của đáy 70. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.1, hộp gia nhiệt 110a có thể được định vị toàn bộ phía trên từ đáy 70. Theo các phương án thực hiện thay thế, như được thể hiện trên FIG.3, hộp gia nhiệt 110a có thể được định vị một phần phía trên từ đáy 70. Ví dụ, bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a, có thể được định vị phía trên từ đáy 70 trong khi bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a được bố trí phía dưới từ đáy 70. Việc định vị hộp gia nhiệt 110a một phần phía trên từ đáy 70 có thể tạo ra sự gia nhiệt thích hợp đáy 70 để ngăn ngừa sự hóa mờ của thủy tinh nóng chảy đồng thời làm giảm sự thất thoát nhiệt đến các vùng không phải mục tiêu bên trên đáy 70 do mặt dẫn nhiệt có góc của hộp gia nhiệt. Ngoài ra, việc định vị hộp gia nhiệt 110a một phần phía trên từ đáy 70 có thể cho phép hộp gia nhiệt, Đặc biệt bề mặt dẫn nhiệt 122, được định vị gần hơn với đáy 70 khiến cho lượng nhiệt lớn hơn tới được đáy 70 và thủy tinh nóng chảy chảy qua đáy 70.

Cụ thể hơn là, góc của bề mặt dẫn nhiệt 122 và vị trí của hộp gia nhiệt 110a trong vỏ 14 được tạo ra sao cho hệ số quan sát từ bề mặt dẫn nhiệt là lớn hơn đối với các đối tượng (như đáy 70 của bề chế tạo 60) nằm bên dưới bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a so với các đối tượng nằm bên trên bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a. Thuật ngữ “hệ số quan sát”, như được sử dụng trong bản mô tả này, dùng để chỉ tỷ lệ tương đối của bức xạ nhiệt từ bề mặt dẫn nhiệt 122 mà hướng vào bề mặt cụ thể. Ví dụ, do hệ số quan sát từ bề mặt dẫn nhiệt 122 là lớn hơn đối với các đối tượng (như đáy 70 của bề chế tạo 60) nằm bên dưới bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a so với các đối tượng nằm bên trên bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a, các đối tượng nằm bên dưới bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a sẽ thu được lượng thông lượng nhiệt lớn hơn từ bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a so với các đối tượng nằm bên trên bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a.

Theo một số phương án thực hiện khác (không được thể hiện), hộp gia nhiệt 110 có thể được bố trí phía dưới đáy 70 (tức là, theo chiều $-x$). Theo các phương án thực hiện này, mặt dẫn nhiệt của hộp gia nhiệt có thể được tạo góc để dẫn hướng nhiệt về phía đáy 70 khi nhiệt tăng dọc theo mặt dẫn nhiệt có góc.

Theo các phương án thực hiện đã được mô tả ở đây, cần hiểu rằng hộp gia nhiệt 110a có thể có chức năng làm cả bộ gia nhiệt để gia nhiệt đáy 70 cũng như lá chắn nhiệt để cách ly nhiệt và che vùng bên trên hộp gia nhiệt 110a khỏi vùng bên dưới hộp

gia nhiệt 110a, nhờ đó ngăn ngừa sự thất thoát của nhiệt từ đáy 70 và thủy tinh nóng chảy chảy qua đáy 70 đến các vùng không cần gia nhiệt nằm bên trên của đáy 70 của bể chế tạo 60. Cụ thể là, như được mô tả trên đây, bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a được định hướng ở góc α lớn hơn 90° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a. Như vậy, bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt 110a và mép trên 123 của bề mặt dẫn nhiệt 122 được đỡ côngxon trên mép dưới 129 và bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a. Sự bố trí này của bề mặt dẫn nhiệt 122 tạo ra hệ số quan sát của hộp gia nhiệt như đã được mô tả ở đây. Ngoài ra, kết cấu bố trí đỡ côngxon của bề mặt dẫn nhiệt 122 mở rộng bề mặt dẫn nhiệt 122 qua khe hở 170 giữa bề mặt dẫn nhiệt 122 và bể chế tạo 60, làm giảm khoảng cách giữa bể chế tạo 60 và các hộp gia nhiệt và giảm sự thất thoát của nhiệt từ các vùng phía dưới đáy đến các vùng của thiết bị chế tạo thủy tinh 10 nằm phía trên đáy 70 của bể chế tạo 60. Như vậy, hộp gia nhiệt 110a cũng chắn nhiệt cho các vùng bên trên bề mặt dẫn nhiệt 122 khỏi các vùng bên dưới bề mặt dẫn nhiệt 122.

Vẫn tham chiếu đến FIG.4 và FIG.5, phần tử gia nhiệt 124 nằm ở hoặc liền kề với bề mặt dẫn nhiệt 122 là phần tử gia nhiệt điện trở. Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, vật liệu làm phần tử gia nhiệt điện trở có thể là molypden đisilixit. Theo một số phương án thực hiện, phần tử gia nhiệt 124 có thể được làm từ dây mà được tạo ra từ molypden đisilixit. Ví dụ và không bị giới hạn, theo một phương án thực hiện, phần tử gia nhiệt 124 có thể được làm từ dây molypden đisilixit mà được bố trí ở bề mặt dẫn nhiệt 122 theo hình dạng ống xoắn. Nhờ ví dụ và không bị giới hạn, phần tử gia nhiệt 124 được tạo ra từ molypden đisilixit có thể bao gồm phần tử quấn nằm ở bề mặt dẫn nhiệt 122. Các đầu của phần tử gia nhiệt 124 kéo dài qua hộp gia nhiệt 110a có thể có đường kính được chọn để giảm thiểu các thất thoát công suất ra xa khỏi bề mặt dẫn nhiệt 122.

Đã xác định được rằng việc tạo ra hộp gia nhiệt như đã được mô tả ở đây có thể cải thiện đáng kể việc đốt nóng hiệu quả của hộp gia nhiệt. Điều này có thể góp phần vào khả năng mang năng lượng tăng của phần tử gia nhiệt molypden đisilixit so với các vật liệu khác cũng như Sự cách nhiệt của vật liệu chịu lửa bổ sung và bề mặt dẫn nhiệt có góc. Ngoài ra, cũng thấy được rằng sự kết hợp của các hộp gia nhiệt phân đoạn, như các hộp gia nhiệt đã được mô tả ở đây, và các nguyên tố gia nhiệt molypden

disilixit cho phép các nhiệt độ chế tạo ở đây 70 cao hơn so với các vật liệu làm phần tử gia nhiệt đã biết khác. Ví dụ, điều này cho phép việc sử dụng các nhiệt độ chế tạo cao hơn mà, theo đó, ngăn được sự hóa mờ của thủy tinh nóng chảy và giảm thiểu các khuyết tật trong dải thủy tinh được kéo từ đây 70 của bể chế tạo 60. Ngoài ra, với các nhiệt độ chế tạo bằng nhau ở đây 70, các nguyên tố gia nhiệt molybden disilixit thu được một cách có lợi các nhiệt độ chế tạo này có công suất đầu vào thấp hơn so với sử dụng các vật liệu làm phần tử gia nhiệt đã biết.

Mặc dù FIG.4A mô tả một phần tử gia nhiệt 124 nằm ở bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a, cần hiểu rằng các kết cấu khác có thể được thực hiện. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện, phần tử gia nhiệt 124 có thể là phần tử gia nhiệt phân đoạn mà chứa hai hoặc nhiều phần tử gia nhiệt riêng biệt, mỗi phần tử trong số chúng có thể được cấp năng lượng và được điều khiển một cách riêng biệt. Điều này cho phép bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a sẽ được tạo thành các vùng gia nhiệt riêng rẽ mà có thể được điều khiển độc lập, nhờ đó thực hiện sự điều chỉnh chính xác hơn đối với biên dạng nhiệt độ của bề mặt dẫn nhiệt 122.

Vẫn tham chiếu đến FIG.4 và FIG.5, nằm phía sau mặt trước của bề mặt dẫn nhiệt 122 là một hoặc nhiều khối vật liệu chịu lửa 128 để cách ly bề mặt dẫn nhiệt 122 khỏi sự cân bằng của hộp gia nhiệt 110a. Các khối vật liệu chịu lửa 128 này có thể nằm trong vỏ bao kín 120 như được thể hiện trên FIG.4 và FIG.5 hoặc, theo cách khác, được gắn vào trực tiếp với bề mặt dẫn nhiệt 122 mà không cần vỏ bao kín. Theo các phương án thực hiện cụ thể, các vật liệu chịu lửa 128 được tạo hướng để làm giảm đến mức thấp nhất sự truyền nhiệt từ bề mặt dẫn nhiệt 122. Cụ thể là, theo các phương án thực hiện nhất định của sáng chế, các vật liệu chịu lửa 128 được định hướng theo các cụm theo phương thẳng đứng và các cụm theo phương ngang, tin rằng các cụm theo phương thẳng đứng và các cụm theo phương ngang luân phiên bằng vật liệu chịu lửa 128 có thể giúp giảm bớt nhiệt ở các đường nối giữa các khối. Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, vật liệu chịu lửa 128 có thể là được định hướng ở góc gần bằng với góc của bề mặt dẫn nhiệt 122. Theo các phương án thực hiện khác nữa, trong đó bề mặt dẫn nhiệt 122 được tạo ra từ vật liệu chịu lửa như tấm SALI hoặc tương tự, vật liệu chịu lửa của bề mặt dẫn nhiệt 122 có thể nhô vào trong vỏ bao kín. Theo các phương án thực hiện đã được mô tả ở đây, vật liệu chịu lửa 128 có thể là các

vật liệu chịu lửa đang có trên thị trường bao gồm, không bị giới hạn, tấm SALI, gạch chắn lửa (IFB: Insulating Fire Brick), DuraBoard® 3000 và/hoặc DuraBoard® 2600. Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế các khối chịu lửa có thể có lớp thứ nhất gần nhất với bề mặt dẫn nhiệt 122 được tạo ra từ tấm SALI và lớp thứ hai nằm phía sau lớp thứ nhất được tạo ra từ IFB.

Nhiều kết cấu gắn có thể được sử dụng để lắp hộp gia nhiệt 110a với đáy 70. Theo một số phương án thực hiện, hộp gia nhiệt 110a có thể được lắp trên giá đỡ 114 ăn khớp với vỏ 14 và/hoặc tấm bịt kín vỏ 136, như được thể hiện trên FIG.3. Theo cách bổ sung hoặc theo cách khác, hộp gia nhiệt 110a có thể nằm trên các giá đỡ thành chữ T 116 mà được gắn vào vỏ 14 và/hoặc tấm bịt kín vỏ 136, như được thể hiện trên FIG.2. Theo một số phương án thực hiện, mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt được lắp tháo ra được ở các cửa của vỏ 14 của thiết bị chế tạo thủy tinh 10. Mỗi hộp gia nhiệt riêng rẽ có thể được điều khiển độc lập sao cho nhờ sử dụng các hộp gia nhiệt thì có thể đạt được sự phân bố nhiệt độ mong muốn trên đáy của nệm chế tạo. Ngoài ra, tính riêng biệt của mỗi hộp gia nhiệt làm giảm đến mức tối thiểu ảnh hưởng của phần tử gia nhiệt hỏng và/hoặc việc thay thế hộp gia nhiệt. Tức là, trong trường hợp mà một phần tử gia nhiệt hỏng trong quá trình vận hành, việc hư hại của phần tử gia nhiệt đó dẫn đến mất chỉ một phần nhỏ của sự gia nhiệt toàn bộ. Ngoài ra, do các hộp gia nhiệt được điều khiển một cách riêng biệt, các hộp gia nhiệt liền kề có thể được điều chỉnh riêng để bù việc mất gia nhiệt từ phần tử gia nhiệt hỏng. Ngoài ra, đặc tính môđun của các hộp gia nhiệt có nghĩa là tạo ra sự thay thế hộp gia nhiệt riêng biệt chỉ tác động một phần nhỏ đến sự gia nhiệt toàn bộ, nhờ đó làm giảm các thiệt hại trong sản xuất.

Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế thiết bị có thể còn bao gồm bộ điều khiển 180 được tạo kết cấu để điều khiển sự gia nhiệt kết hợp với các hộp gia nhiệt 110, 111. Theo các phương án thực hiện cụ thể bộ điều khiển 180 có thể được nối vận hành được với mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111, như được thể hiện trên FIG.1. Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, sự điều khiển một hộp gia nhiệt riêng rẽ trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 có thể được phân đoạn. Thuật ngữ “phân đoạn”, như được sử dụng trong bản mô tả này, dùng để chỉ khả năng điều khiển độc lập và điều chỉnh nhiệt độ của mỗi hộp gia nhiệt riêng rẽ để thực hiện

điều khiển có kiểm soát nhiệt độ của dải thủy tinh trong quá trình sản xuất. Bộ điều khiển có thể bao gồm bộ xử lý và bộ nhớ lưu trữ các lệnh thực thi và đọc được bằng máy tính mà, khi được thực thi bởi bộ xử lý, điều chỉnh một cách riêng biệt công suất cho mỗi hộp gia nhiệt, nhờ đó tăng hoặc giảm nhiệt riêng biệt được cấp bởi mỗi hộp gia nhiệt trên cơ sở thông số hồi tiếp nhiệt độ hoặc các thông số quá trình khác. Do vậy bộ điều khiển 180 có thể được sử dụng để điều chỉnh vi phân năng lượng mà được cấp cho mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 mà trải rộng chiều rộng đáy 70 và chiều rộng của mặt phẳng kéo 72 của dải thủy tinh 12.

Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế bộ điều khiển 180 có thể là được tạo kết cấu để vận hành một cách riêng biệt mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 trên cơ sở phản hồi nhiệt từ thiết bị chế tạo thủy tinh. Ví dụ, theo một phương án thực hiện bộ điều khiển 180 được tạo kết cấu để thu được phản hồi nhiệt từ bộ cảm biến nhiệt 182, như được thể hiện trên FIG.1. Sự phản hồi thu được bởi bộ cảm biến nhiệt có thể được sử dụng bằng bộ điều khiển 180 để điều chỉnh một cách riêng biệt mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 để thực hiện điều khiển có kiểm soát đặc tính nhiệt của thiết bị như các quá trình sản xuất dải thủy tinh. Ví dụ, đặc tính nhiệt có thể bao gồm nhiệt độ và/hoặc sự thất thoát nhiệt kết hợp với: một phần của thiết bị chế tạo thủy tinh, như bề mặt dẫn nhiệt 122 của mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111; một phần của các bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b; một phần của đầu của bể chế tạo 60; các phần của thủy tinh nóng chảy; và/hoặc các dấu hiệu khác của thiết bị chế tạo thủy tinh 10.

Theo một phương án thực hiện, bộ cảm biến nhiệt 182 có thể dò nhiệt độ cao hơn mức mục tiêu và bộ điều khiển 180 có thể giảm bớt năng lượng cho ít nhất một hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 sao cho nhiệt được truyền ít hơn đến vùng đích, nhờ đó giảm bớt nhiệt độ cho đến khi mức nhiệt độ mục tiêu đạt được. Theo cách khác, theo các phương án thực hiện cụ thể bộ cảm biến nhiệt 182 có thể dò nhiệt độ thấp hơn mức mục tiêu, trong đó bộ điều khiển 180 có thể tăng năng lượng cho ít nhất một hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111, sao cho nhiệt được truyền nhiều hơn đến vùng đích, nhờ đó làm tăng nhiệt độ cho đến khi đạt được nhiệt độ mức định trước.

Như nêu trên và các phương án bổ sung, một hoặc nhiều hộp gia nhiệt hoặc các thiết bị tương tự có thể được bố trí gần với các bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b hoặc một phần của chúng cũng như một phần của đầu của bể chế tạo 60. Ví dụ và tham chiếu đến FIG.27 và FIG.28, đầu thứ nhất của bể chế tạo 60 có thể có bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a. Tương tự, đầu thứ hai đối diện (không được thể hiện) của bể chế tạo 60 có thể bao gồm bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b mà, theo một số phương án thực hiện, có thể là hình ảnh đối xứng gương của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a. Bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a sẽ được mô tả tham chiếu đến FIG.27 với cách hiểu là phần mô tả này cũng có thể áp dụng một cách giống hoặc tương tự cho bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b. Thực vậy, theo một số phương án thực hiện, bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b có thể giống với bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a. Theo một số phương án thực hiện, ít nhất một phần hoặc toàn bộ bể chế tạo 60 có thể được chứa bên trong vỏ 14 (ví dụ xem FIG.1) được thiết kế để giúp duy trì các điều kiện môi trường mong muốn. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện, vỏ 14 có thể được thiết kế để giúp duy trì nhiệt độ của môi trường trong khoảng nhiệt độ mong muốn. Theo một số phương án thực hiện, như được thể hiện dưới dạng sơ đồ bằng các nét đứt trên FIG.28, vỏ 14 có thể có các cửa bên dưới đối diện nhau 142a, 142b tạo thành miệng 202 bên dưới đáy 70 để dải thủy tinh 12 được kéo ra qua đó. Chiều rộng miệng 202 có thể là đủ nhỏ để làm giảm sự thất thoát nhiệt qua miệng mà còn đủ lớn để ngăn không cho ảnh hưởng đến dải thủy tinh 12 đang được kéo qua miệng 202.

Theo một số phương án thực hiện, bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a và bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b trong đó mỗi bộ phận dẫn hướng giao nhau với ít nhất một trong hai phần bề mặt nghiêng xuống 66a, 66b. Thực vậy, như được thể hiện trên các hình vẽ, bề mặt tiếp xúc quay ra phía ngoài thứ nhất 217a của phần trên thứ nhất 215a của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a có thể giao nhau với phần bề mặt nghiêng xuống thứ nhất 66a của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a, và bề mặt tiếp xúc ra phía ngoài thứ hai 217b của phần trên thứ hai 215b của bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b có thể giao nhau với phần bề mặt nghiêng xuống thứ hai 66b của bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b. Các phương án đã được mô tả ở đây có thể bao gồm mặt phẳng gia nhiệt bao gồm vết nhiệt bề mặt hướng ra ngoài của bộ phận dẫn hướng mép gần. Như được thể hiện trên FIG.27 và FIG.28, hai mặt phẳng gia nhiệt có thể được

tạo ra một cách tùy ý cho một hoặc cả hai bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b. Ví dụ, bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a có thể có mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a và mặt phẳng gia nhiệt thứ hai 225b với cách hiểu là bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b cũng có thể có mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất và thứ hai giống hoặc tương tự theo một số phương án thực hiện. Mặc dù mỗi bộ phận dẫn hướng mép có thể có một mặt phẳng gia nhiệt, nhưng việc tạo ra các mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất và thứ hai, như được thể hiện, có thể cho phép gia nhiệt các bề mặt tiếp xúc ngoài mà quay ra xa nhau và tiếp xúc với phần tương ứng của các dòng hội tụ của vật liệu nóng chảy phía trên, như ngay phía trên của nơi mà các mép của các dòng hòa vào nhau khi chúng được kéo ra khỏi mép trong 222 của bộ phận dẫn hướng mép.

Như được thể hiện, theo một số phương án thực hiện, mặt phẳng gia nhiệt thứ hai 225b có thể là hình ảnh đối xứng gương của mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a khoảng mặt phẳng kéo 72 của dải thủy tinh. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện, mặt phẳng gia nhiệt thứ hai 225b có thể là hình ảnh đối xứng gương giống nhau của mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a. Mặc dù khác nhau các cấu hình có thể được bố trí theo các phương án thực hiện khác. Như vậy, phần mô tả của mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a và vết nhiệt kết hợp 227a kết hợp với bề mặt tiếp xúc quay ra phía ngoài thứ nhất 221a của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a sẽ được mô tả với cách hiểu là phần mô tả này của các dấu hiệu và hướng có thể áp dụng một cách tương tự hoặc tương đương cho mặt phẳng gia nhiệt thứ hai 225b và vết nhiệt kết hợp 227b kết hợp với thứ hai bề mặt tiếp xúc quay ra phía ngoài 221b của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a. Ngoài ra, theo một số phương án thực hiện, mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất (không được thể hiện) và/hoặc mặt phẳng gia nhiệt thứ hai (không được thể hiện) kết hợp với bộ phận dẫn hướng mép thứ hai 80b có thể là hình ảnh đối xứng gương của mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a và mặt phẳng gia nhiệt thứ hai 225b kết hợp với bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a.

Theo một số phương án thực hiện, vết nhiệt thứ nhất 227a của mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a có thể quay về ít nhất bề mặt tiếp xúc quay ra phía ngoài thứ nhất 221a của phần dưới 219 của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a. Phần nhô 228a của vết nhiệt thứ nhất 227a theo hướng hợp lực thứ nhất 229a của mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a trong vết nhiệt thứ nhất 227a có thể giao nhau với bề mặt tiếp xúc quay ra

phía ngoài thứ nhất 221a của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 80a như được thể hiện bởi diện tích tiếp xúc đồ bóng 403a.

Như được minh họa thêm trên các hình vẽ, vết nhiệt thứ hai 227b của mặt phẳng gia nhiệt thứ hai 225b có thể quay về ít nhất thứ hai bề mặt tiếp xúc quay ra phía ngoài 221b của phần dưới 219 của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 211a. Phần nhô 228b của vết nhiệt thứ hai 227b theo hướng tổng hợp lực thứ hai 229b của mặt phẳng gia nhiệt thứ hai 225b trong vết nhiệt thứ hai 227b có thể giao nhau với thứ hai bề mặt tiếp xúc quay ra phía ngoài 221b của bộ phận dẫn hướng mép thứ nhất 211a như được thể hiện bởi diện tích tiếp xúc đồ bóng 403b.

Hướng tổng hợp lực thứ nhất 229a kết hợp với mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a sẽ được mô tả tham chiếu đến FIG.27 với cách hiểu là các hướng tổng hợp lực khác theo sáng chế có thể có các dấu hiệu giống hoặc tương tự với hướng tổng hợp lực thứ nhất 229a. Hướng tổng hợp lực được xem là hướng hiệu dụng của tất cả các hướng vuông góc (tức là, trực giao) với bề mặt của mặt phẳng gia nhiệt trong vết nhiệt. Ví dụ, mặt phẳng gia nhiệt thứ nhất 225a trong vết nhiệt 227a trên FIG.27 được thể hiện là bề mặt phẳng. Do đó, hướng tổng hợp lực là hướng vuông góc với bề mặt phẳng. Tuy nhiên, mặt phẳng gia nhiệt trong vết nhiệt không cần phẳng theo một số phương án thực hiện. Ví dụ, mặt phẳng gia nhiệt trong vết nhiệt cũng có thể bao gồm bề mặt lõm và theo các phương án thực hiện này, hướng tổng hợp lực sẽ được xem là tổng cộng của tất cả các vector định hướng vuông góc (tức là, vuông góc ở đường hoặc mặt phẳng tiếp tuyến) ở mỗi điểm trên mặt phẳng gia nhiệt trong vết nhiệt. Tương tự, mặt phẳng gia nhiệt bên trong vết nhiệt tương ứng cũng có thể bao gồm bề mặt lồi. Theo các phương án thực hiện này, hướng tổng hợp lực sẽ được xem là tổng cộng của tất cả các vector định hướng vuông góc (tức là, vuông góc ở đường hoặc mặt phẳng tiếp tuyến) ở mỗi điểm trên mặt phẳng gia nhiệt trong vết nhiệt.

Việc tạo ra mặt phẳng gia nhiệt 225a, 225b có các hình dạng khác nhau có thể giúp mặt phẳng gia nhiệt quay gần hơn với các bề mặt tiếp xúc của các bộ phận dẫn hướng mép 80a, 80b cần gia nhiệt. Theo một số phương án thực hiện, khoảng cách giữa tất cả các phần của mặt phẳng gia nhiệt trong vết nhiệt có thể được định vị xấp xỉ khoảng cách bằng nhau, hoặc nằm trong dải khoảng cách, từ bề mặt tiếp xúc tương ứng của bộ phận dẫn hướng mép. Như vậy, tất cả các phần của vết nhiệt có thể quay

về một cách hiệu quả các phản tương ứng của bề mặt tiếp xúc theo hướng tổng hợp lực để giảm thiểu khoảng cách và nhờ đó tối đa hóa sự truyền nhiệt bức xạ từ mặt phẳng gia nhiệt đến bề mặt tiếp xúc của các bộ phận dẫn hướng mép. Các mặt phẳng gia nhiệt làm ví dụ có thể có phần tử gia nhiệt như cuộn gia nhiệt được thiết kế để tạo ra nhiệt bức xạ. Cuộn gia nhiệt có thể được định vị trên mặt phẳng gia nhiệt với chu vi ngoài của cuộn gia nhiệt tạo ra vết nhiệt. Nhiệt bức xạ chiếu theo hướng tổng hợp lực từ phần tử gia nhiệt có thể giao nhau với các bề mặt tiếp xúc mặt ngoài của các bộ phận dẫn hướng mép. Theo các phương án thực hiện khác, mặt phẳng gia nhiệt có thể bao gồm tấm gia nhiệt hoặc phần tử gia nhiệt khác với chu vi ngoài của tấm gia nhiệt hoặc phần tử gia nhiệt tạo ra vết nhiệt của mặt phẳng gia nhiệt. Ví dụ, tấm gia nhiệt có thể được gia nhiệt ở phía được che bằng mô đốt với nhiệt dẫn qua tấm và bức xạ từ bề mặt hướng ra ngoài của tấm để giao nhau với các bề mặt tiếp xúc của các bộ phận dẫn hướng mép. Kết cấu này có thể tránh tiếp xúc vật liệu nóng chảy với dòng khí đã được gia nhiệt vốn có thể cản trở dòng vật liệu nóng chảy trên các bề mặt tiếp xúc. Nhiệt bức xạ mục tiêu này đến bề mặt của các bộ phận dẫn hướng mép tiếp xúc với vật liệu nóng chảy như được mô tả trên đây và được thể hiện trên FIG.27 và FIG.28 có thể giảm bớt chiều rộng bị làm mỏng không mong muốn của dải thủy tinh độ nhót thấp bằng cách giảm sự tác động của nhiệt không cần thiết vào các phần khác của vật liệu nóng chảy và/hoặc các mép của dải thủy tinh được kéo từ đáy của bể chế tạo.

Lại tham chiếu đến FIG.2, thông thường, nhiệt bị thất thoát nhiều hơn vào môi trường xung quanh ở hai đầu ngoài (theo hướng chiều rộng của bể chế tạo, tức là, chiều $\pm y$) của mặt phẳng kéo 72 của dải thủy tinh 12 so với bị thất thoát vào môi trường xung quanh ở giữa của mặt phẳng kéo 72. Như vậy, bộ điều khiển 180 có thể cung cấp nhiều năng lượng và nhiệt hơn cho các hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 mà được bố trí gần các mép (phương $\pm y$ của các trục tọa độ được thể hiện trên FIG.2) của mặt phẳng kéo 72 của dải thủy tinh 12 so với cho các hộp gia nhiệt nằm ở phần giữa của mặt phẳng kéo 72 để bù cho cả sự thất thoát nhiệt ở các vùng này cũng như để giải thích cho chiều dày lớn hơn của thủy tinh gần các mép của mặt phẳng kéo 72.

Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế bộ điều khiển có thể là được tạo kết cấu để vận hành một cách riêng biệt mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia

nhật 110, 111 trên cơ sở phản hồi nhiệt từ thiết bị chế tạo thủy tinh 10. Ví dụ, theo một phương án thực hiện bộ điều khiển được tạo kết cấu để thu được phản hồi nhiệt từ ít nhất một bộ cảm biến nhiệt (không được thể hiện) nằm gần với đáy 70 của bể chế tạo 60. Sự phản hồi thu được bởi ít nhất một bộ cảm biến nhiệt có thể được sử dụng bởi bộ điều khiển để điều chỉnh một cách riêng biệt mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 để thực hiện điều khiển có kiểm soát đặc tính nhiệt của thiết bị như các quá trình sản xuất dải thủy tinh. Ví dụ, đặc tính nhiệt có thể bao gồm nhiệt độ và/hoặc sự thất thoát nhiệt kết hợp với: một phần của thiết bị chế tạo thủy tinh 10, như bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a; đáy 70; một phần của đầu của bể chế tạo 60; các phần của thủy tinh nóng chảy; và/hoặc các dấu hiệu khác của thiết bị chế tạo thủy tinh 10.

Theo một phương án thực hiện, ít nhất một bộ cảm biến nhiệt có thể dò nhiệt độ cao hơn mức mục tiêu và bộ điều khiển có thể riêng biệt giảm bớt năng lượng cho ít nhất một trong số các hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111 sao cho nhiệt được truyền ít hơn đến vùng đích, nhờ đó giảm bớt nhiệt độ cho đến khi mức nhiệt độ mục tiêu đạt được. Theo cách khác, theo các phương án thực hiện cụ thể ít nhất một bộ cảm biến nhiệt có thể dò nhiệt độ thấp hơn mức mục tiêu, trong đó bộ điều khiển có thể tăng năng lượng riêng biệt cho ít nhất một trong số các hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt 110, 111, sao cho nhiệt được truyền nhiều hơn đến vùng đích, nhờ đó làm tăng nhiệt độ cho đến khi đạt được nhiệt độ mức định trước.

Mặc dù các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3 thể hiện dưới dạng sơ đồ một phương án thực hiện của thiết bị chế tạo thủy tinh 10 trong đó các hộp gia nhiệt 110a đến 110e được định vị gần đáy 70 của nệm chế tạo 62, cần hiểu rằng các phương án thực hiện khác có thể được thực hiện. Tham chiếu đến FIG.4A, FIG.4B, FIG.5, FIG.7, và FIG.8 dưới dạng ví dụ, theo một phương án thực hiện các hộp gia nhiệt có thể được bố trí gần máng 61 của bể chế tạo 60. Cụ thể là, bể chế tạo 60 được bố trí trong vỏ (không được thể hiện) và có thể bao gồm máng 61 để tiếp nhận thủy tinh nóng chảy và hai phần bề mặt được tạo độ nghiêng hướng xuống 66a, 66b hội tụ ở đáy 70, như đã được mô tả bên trên. Các hộp gia nhiệt 110a đến 110e có thể được bố trí tháo ra được ở các cửa được tạo thành trong vỏ, như đã được mô tả bên trên, sao cho bề mặt dẫn nhiệt 122 của mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt quay về bể chế tạo 60 và mép

trên 123 của bề mặt dẫn nhiệt 122 và bề mặt trên 127 của hộp gia nhiệt được định vị bên trên máng 61 của bề chế tạo 60 để dẫn hướng nhiệt từ bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt về phía máng 61 của bề chế tạo 60, nhờ đó gia nhiệt thủy tinh ở mặt trên cùng của các thành tràn 63 của máng 61 của bề chế tạo 60 và ngăn ngừa sự hóa mờ.

Cụ thể hơn là, theo các phương án thực hiện này, mỗi hộp gia nhiệt có thể có kết cấu hầu như giống nhau như được thể hiện và đã được mô tả ở đây theo FIG.4A, FIG.4B và FIG.5. Theo các phương án thực hiện này, góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a cũng có thể lớn hơn hoặc bằng 90° . Ví dụ, theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 120° đến khoảng 150° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a. Theo các phương án thực hiện khác, góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 có thể nằm trong khoảng từ khoảng 130° đến khoảng 140° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a. Theo các phương án thực hiện cụ thể, góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 bằng khoảng 135° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a.

Theo một số phương án thực hiện, các hộp gia nhiệt 110a đến 110e có thể được bố trí ở một tầng so với bề chế tạo 60 sao cho mép dưới 129 của bề mặt dẫn nhiệt và bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt được định vị bên dưới mặt trên cùng của các thành tràn 63. Theo các phương án thực hiện này, góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a có thể lớn hơn hoặc bằng 90° sao cho nhiệt từ hộp gia nhiệt được hướng về phía máng 61 của bề chế tạo 60. Theo một số phương án thực hiện khác, các hộp gia nhiệt 110a đến 110e có thể được bố trí ở một tầng so với bề chế tạo 60 sao cho mép dưới 129 của bề mặt dẫn nhiệt và bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt được định vị bên trên máng 61. Theo các phương án thực hiện này, góc α của bề mặt dẫn nhiệt 122 của hộp gia nhiệt 110a đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt 110a có thể lớn hơn 90° sao cho nhiệt từ hộp gia nhiệt được hướng xuống dưới, về phía máng 61 của bề chế tạo 60.

Theo các phương án thực hiện sáng chế các hộp gia nhiệt 110a đến 110e có thể được sắp xếp trên chiều rộng bề chế tạo 60 như được thể hiện trên FIG.7. Theo một số phương án thực hiện, mỗi hộp gia nhiệt trong số các hộp gia nhiệt trong các hộp gia nhiệt 110a đến 110e được định vị ở hầu như cùng một tầng theo chiều +/- X. Tuy

nhiên, theo một số phương án thực hiện, các hộp gia nhiệt 110a đến 110e có thể được sắp xếp theo kết cấu bậc, như được thể hiện trên FIG.9. Kết cấu này của các hộp gia nhiệt có thể được sử dụng khi các thành đập 63 hoặc các thành bên của máng 61 có kết cấu có góc như được thể hiện trên FIG.9.

Theo các phương án thực hiện mà trong đó các hộp gia nhiệt 110a đến 110e được định vị gần máng 61 của bể chế tạo 60, các hộp gia nhiệt 110a đến 110e có thể được bố trí ở các cửa của vỏ bao kín bể chế tạo 60 và được gắn vào vỏ như đã được mô tả bên trên theo FIG.2 và FIG.3. Ngoài ra, các hộp gia nhiệt 110a đến 110e có thể được vận hành và được điều khiển như đã được mô tả bên trên theo FIG.2 và FIG.3 để điều chỉnh nhiệt độ của thủy tinh nóng chảy ở gần máng 61 của bể chế tạo 60 để ngăn ngừa sự hóa mờ của thủy tinh nóng chảy trong máng 61 và chảy qua thân chế tạo 61.

Ví dụ, FIG.6 là đồ thị thể hiện mô hình toán học của nhiệt độ đáy đáp ứng với các thay đổi công suất riêng biệt đối với các hộp gia nhiệt bao gồm các nguyên tố gia nhiệt molypden đisilixit như đã được mô tả ở đây. Mô hình này là dựa trên cơ sở năm hộp gia nhiệt có thể thay thế được (SL1, SL2, SL3, SL4, SL5), mỗi hộp gia nhiệt có bề mặt dẫn nhiệt 122 được định hướng ở góc α bằng khoảng 135° đối với bề mặt đáy 126 của hộp gia nhiệt. Các hộp gia nhiệt được mô hình hóa để được bố trí toàn bộ phía trên từ đáy 70 sao cho để truyền nhiệt một cách hiệu quả lên đáy 70. Các hộp gia nhiệt được tạo kết cấu để trải rộng trên chiều rộng bể chế tạo. Mỗi hộp gia nhiệt trong mô hình được điều chỉnh, một hộp một lần, theo các số gia công suất 1000W mà được cấp cho các nguyên tố molypden đisilixit. Các đáp ứng nhiệt độ từ các bước thay đổi công suất 1000W trong mô hình được đo theo inso từ thành tràn đầu vào của bể chế tạo (tức là, gần đầu 64a của bể chế tạo 60 được thể hiện trên FIG.1).

Dữ liệu trên FIG.6 biểu thị rằng các điều chỉnh công suất riêng biệt đối với mỗi hộp gia nhiệt có thể tạo ra sự điều khiển có kiểm soát đối với nhiệt độ của các vùng được tạo cục bộ trên chiều rộng đáy. Sự đáp ứng nhiệt độ đáy do sự thay đổi tăng công suất cho hộp gia nhiệt là cao nhất ở vùng cục bộ của đáy gần nhất với hộp gia nhiệt đã được điều chỉnh. Khi khoảng cách từ hộp gia nhiệt đã được điều chỉnh tăng, sự đáp ứng nhiệt độ đáy giảm như được thể hiện trên FIG.6. Ví dụ, sự đáp ứng nhiệt độ ở thành tràn đầu vào do hộp gia nhiệt gần nhất với thành tràn đầu vào (được thể hiện là đường cong SL1 trên FIG.6) là cao nhất gần nhất với thành tràn đầu vào và giảm dần

theo độ tăng khoảng cách từ thành trần đầu vào. Ngoài ra, như được thể hiện trên FIG.6, các thay đổi về nhiệt độ ở đáy có thể được giảm nhờ sử dụng nhiều hộp gia nhiệt nằm cách nhau theo chiều rộng đáy. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.6, các hộp gia nhiệt có thể được đặt cách nhau sao cho hiệu quả vùng gia nhiệt của mỗi hộp chồng lấp với nhau, nhờ đó làm giảm “các vết nguội” trên chiều rộng đáy. Tức là, trên FIG.6, các đường đặc tuyến đáp ứng nhiệt độ SL1-SL5 chồng lấp theo hướng chiều rộng của đáy, như được biểu thị bởi khoảng cách từ thành trần đầu vào được mô tả trên đường trục x. Điều này chứng minh rằng sự va đập chiều dày bất kỳ hoặc độ lệch nhiệt độ mà xảy ra trên diện tích của đáy của bể chế tạo có thể được hiệu chỉnh một cách dễ dàng bằng cách điều chỉnh/kiểm soát riêng biệt công suất cho hộp gia nhiệt mà được bố trí một cách tương ứng ở diện tích đó. Do vậy dữ liệu chỉ ra rằng các hộp gia nhiệt phân đoạn và các hộp gia nhiệt có thể thay thế được như được bộc lộ ở đây có thể là một cách dễ dàng được điều chỉnh để giảm một cách hiệu quả sự hóa mờ bất kỳ của thủy tinh được kéo qua đáy.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3 và tham chiếu đến FIG.10, trục cán kéo 130 có thể được bố trí phía dưới đáy 70 của bể chế tạo 60 và có thể được sử dụng để điều chỉnh tốc độ mà tại đó dải thủy tinh được tạo thành để lại các bề mặt tạo sự hội tụ và do vậy giúp xác định chiều dày danh định của tấm hoàn thiện. Thích hợp trục cán kéo được mô tả, ví dụ, trong patent Mỹ số 6.896.646, toàn bộ nội dung của nó được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn.

Trục cán kéo có thể được thiết kế để tiếp xúc với dải thủy tinh ở các mép ngoài của nó, Cụ thể là, ở các vùng ngay phía trong của các giọt được làm dày mà có mặt ở các mép ngoài cùng của dải. Các phần mép thủy tinh 140, mà được tiếp xúc bởi trục cán kéo, có thể được bỏ đi sau đó khỏi các chất nền sau khi chúng được tách khỏi tấm.

Trong thiết bị kéo được thể hiện trên FIG.10, khi tấm thủy tinh (dải thủy tinh) đi xuống phần kéo của thiết bị, tấm trải qua các thay đổi cấu trúc phức tạp, không những về các kích thước vật lý mà còn thay đổi ở mức phân tử. Sự thay đổi từ dạng lỏng mềm nhưng đặc ở, ví dụ, đáy của nệm chế tạo, đến tấm thủy tinh cứng có chiều dày mong muốn có thể thu được nhờ trường nhiệt độ đã được chọn một cách cẩn thận mà cân bằng một cách tinh tế các yêu cầu cơ học và các yêu cầu hóa học để hoàn thành sự biến đổi từ trạng thái lỏng, hoặc nhót sang trạng thái rắn, hoặc đàn hồi.

Một ưu điểm đối với quy trình chế tạo dung hợp đã mô tả ở trên là tấm thủy tinh có thể được tạo thành mà không cần bề mặt thủy tinh tiếp xúc với các bề mặt chế tạo chịu nhiệt bất kỳ. Điều này khiến cho bề mặt trơn nhẵn, không có chất nhiễm bẩn. Quy trình chế tạo dung hợp cũng tạo ra tấm thủy tinh có “đường dung hợp” trong đó hai dải thủy tinh chảy tràn qua mỗi bên của bề chế tạo 60 gặp nhau và hòa vào nhau bên dưới đáy 70. Đường dung hợp được tạo ra trong đó hai màng thủy tinh đang chảy hòa vào nhau. Sự có mặt của đường dung hợp là một cách để xác định vật phẩm thủy tinh được kéo dung hợp. Đường dung hợp có thể được xem là độ méo quang học khi thủy tinh được quan sát dưới kính hiển vi quang học. Phương pháp kéo dung hợp tạo ra các ưu điểm ở chỗ, do hai màng thủy tinh chảy qua kênh hòa hòa với nhau, không bề mặt nào trong số các bề mặt bên ngoài của vật phẩm thủy tinh tạo thành đến tiếp xúc với phần bất kỳ của thiết bị. Do vậy các đặc tính bề mặt của vật phẩm thủy tinh được kéo dung hợp không bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc này và kỹ thuật chế tạo dung hợp làm ví dụ này có thể có khả năng chế tạo các tấm phẳng, mỏng trong phạm vi dung sai cao. Tuy nhiên, kỹ thuật chế tạo tấm khác cũng có thể thu được từ sáng chế, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, kỹ thuật chế tạo kéo qua khe và kéo lại. Trong kỹ thuật kéo qua khe, thủy tinh nóng chảy chảy vào máng có rãnh đã được gia công ở đáy. Các tấm thủy tinh có thể được kéo xuống qua khe này. Chất lượng của thủy tinh có thể tùy thuộc, trong số các yếu tố khác, vào độ chính xác của rãnh đã được gia công. Các quy trình kéo lại thường bao gồm bước chế tạo sơ bộ chế phẩm thủy tinh thành khối, sau đó gia nhiệt lại và kéo thủy tinh thành sản phẩm tấm mỏng hơn.

Một số phương án của hệ thống và phương pháp đã được mô tả ở đây có thể cải thiện trên thiết bị kéo được thể hiện trên FIG.10 bằng cách lắp một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210 mà có thể được tạo kết cấu để tiếp xúc với các mép của dải thủy tinh trong khi dải thủy tinh có thể nằm ở vùng nhót của quy trình kéo. Tất nhiên, các phương án đã được mô tả ở đây cũng có thể áp dụng cho quy trình chế tạo thủy tinh khác như quy trình kéo qua khe, quy trình chế tạo dung hợp kép, quy trình nổi, và phần mô tả của một số phương án có tham chiếu đến quy trình kéo đã được mô tả không nên giới hạn ở phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Như được thể hiện trên FIG.11, ít nhất một trong số một hoặc nhiều cụm trục cán mép có thể được định hướng để tạo ra đường trục quay mà tạo ra góc α từ phương ngang trong quy trình kéo dung

hợp hoặc từ đường vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tấm thủy tinh.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, mỗi cụm trục cán mép 210 bao gồm cặp trục cán mép 220 được tạo kết cấu để tiếp xúc với mép ngoài thứ nhất của dải thủy tinh nhót dọc theo cả các mặt trước và mặt sau, hoặc cặp trục cán mép thứ nhất. Cặp trục cán mép thứ nhất 220 bao gồm trục cán mép để tiếp xúc với mặt trước của dải thủy tinh và trục cán mép để tiếp xúc với mặt sau của dải thủy tinh.

Mỗi cụm trục cán mép 210 cũng có thể bao gồm hai trục cán mép 230 được tạo kết cấu để tiếp xúc với mép ngoài thứ hai, hoặc mép ngoài đối diện của dải thủy tinh nhót dọc theo cả các mặt trước và phía sau, hoặc cặp trục cán mép thứ hai. Cặp trục cán mép thứ hai 230 bao gồm trục cán mép để tiếp xúc với mặt trước của dải thủy tinh và trục cán mép để tiếp xúc với mặt sau của dải thủy tinh.

Theo một số phương án thực hiện, một cặp trục cán mép thứ nhất bất kỳ 220 hoặc cặp trục cán mép thứ hai 230 có thể được định hướng để tạo ra đường trục quay mà tạo ra góc α từ phương ngang trong quy trình kéo dung hợp hoặc từ đường vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tấm thủy tinh. Theo các phương án thực hiện khác, cả cặp trục cán mép thứ nhất 220 và cặp trục cán mép thứ hai 230 có thể được định hướng để tạo ra đường trục quay mà tạo ra góc từ phương ngang trong quy trình kéo dung hợp hoặc từ đường vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tấm thủy tinh. Theo các phương án thực hiện khác, các cặp trục cán mép thứ nhất 220 hoặc thứ hai 230 không được định hướng để tạo ra đường trục quay tạo thành góc này. Theo các phương án thực hiện khác, cả cặp trục cán mép thứ nhất 220 và cặp trục cán mép thứ hai 230 có thể được định hướng sao cho các góc α tạo bởi mỗi cặp hầu như bằng nhau.

Theo một số phương án thực hiện, góc α có thể nằm trong khoảng 0 độ và khoảng 55 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 45 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 40 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 35 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 30 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 25 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 15 độ, và tất cả các khoảng con giữa chúng. Theo cách khác, theo một số phương án thực hiện, góc α có thể nằm trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 55 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 45 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 40 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 35 độ,

trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 30 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 25 độ, trong khoảng 5-7 độ và khoảng 15 độ, và tất cả các khoảng con giữa chúng.

Cặp trục cán mép thứ nhất 220 và cặp trục cán mép thứ hai 230 có thể được tạo góc theo phương thẳng đứng ở vị trí thứ nhất 240 bên dưới đáy trong quy trình kéo dung hợp hoặc được căn thẳng với nhau dọc theo hướng dịch chuyển của tấm thủy tinh. Vị trí 240 có thể được dựa trên cơ sở đường kéo dài theo phương nằm ngang giữa tâm của đầu quay vào trong của cặp trục cán mép thứ nhất 220 và tâm của đầu quay vào trong của cặp trục cán mép thứ hai 230 trong các phương án kéo dung hợp làm ví dụ hoặc có thể được dựa trên cơ sở đường kéo dài vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tấm thủy tinh. Vị trí 240 có thể nằm trong vùng mà trong đó dải thủy tinh ở trạng thái nhớt.

Theo một số phương án thực hiện, vị trí theo phương thẳng đứng 240 có thể được bố trí gần với đáy 70. Như được sử dụng trong bản mô tả này, đáy 70 dùng để chỉ vị trí nơi mà dòng thủy tinh riêng biệt hội tụ để tạo ra tấm hoặc dải thủy tinh có bề mặt mới 121 trong phương án kéo dung hợp. Do vậy theo các phương án mà bao gồm phần nhô dẫn hướng mép nhô bên dưới đáy của các phần bề mặt hội tụ nghiêng 66a, 66b, như thứ tự được mô tả trong patent Mỹ số 3,537,834, toàn bộ nội dung của nó được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn, đáy 70 có thể được xem là đầu đỉnh của phần nhô dẫn hướng mép trong đó các dòng riêng biệt của thủy tinh hội tụ ở đường dung hợp.

Ví dụ, theo một số phương án thực hiện, vị trí theo phương thẳng đứng hoặc nằm ngang 240 có thể nằm trong khoảng 3 cm và khoảng 30 cm bên dưới đáy 70. Theo cách khác, vị trí theo phương thẳng đứng hoặc nằm ngang 240 có thể nằm trong khoảng 3 cm và khoảng 25 cm bên dưới đáy 70, trong khoảng 3 cm và khoảng 20 cm bên dưới đáy, trong khoảng 3 cm và khoảng 18 cm bên dưới đáy, trong khoảng 3 cm và khoảng 16 cm bên dưới đáy, trong khoảng 3 cm và khoảng 14 cm bên dưới đáy, trong khoảng 3 cm và khoảng 12 cm bên dưới đáy, trong khoảng 3 cm và khoảng 10 cm bên dưới đáy, và tất cả các khoảng con giữa chúng.

Cụm trục cán mép thay thế 210 gần với đáy 70 có thể có lợi đặc biệt trong việc ngăn ngừa hoặc làm giảm đến mức tối thiểu sự biến thiên chiều rộng tấm do sự co lại theo phương ngang của mép dải ngay bên dưới đáy 70 được tin là yếu tố chính gây ra

sự biến thiên chiều rộng tấm. Do vậy bằng cách bố trí cụm trục cán mép 210 gần với đáy 70, sự biến thiên chiều rộng tấm có thể được giảm đến mức tối thiểu hoặc loại bỏ hoàn toàn. Do đó, theo một số phương án thực hiện, vị trí theo phương thẳng đứng hoặc nằm ngang 240 có thể nhỏ hơn 25 cm bên dưới đáy 70, nhỏ hơn 20 cm bên dưới đáy, nhỏ hơn 18 cm bên dưới đáy, nhỏ hơn 16 cm bên dưới đáy, nhỏ hơn 14 cm bên dưới đáy, nhỏ hơn 14 cm bên dưới đáy, nhỏ hơn 12 cm bên dưới đáy, nhỏ hơn 10 cm bên dưới đáy, và tất cả các khoảng con giữa chúng.

Theo một số phương án thực hiện, nhiều hơn một cụm trục cán mép 210 có thể được bố trí. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.12, cụm thứ nhất của trục cán mép 210a và cụm thứ hai của trục cán mép 210b có thể được bố trí. Mặc dù không được minh họa, nhưng dự tính được rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể tạo ra số lượng bất kỳ cụm trục cán mép bổ sung theo các phương án của hệ thống và phương pháp đã được mô tả ở đây. Ví dụ, các phương án có thể bao gồm ba cụm trục cán mép, bốn cụm trục cán mép, v.v.

Như với cụm trục cán mép thứ nhất 210a, cụm trục cán mép thứ hai 210b bao gồm cặp trục cán mép 250 được tạo kết cấu để tiếp xúc với mép ngoài thứ nhất của dải thủy tinh nhót dọc theo cả các mặt trước và phía sau, hoặc cặp trục cán mép thứ ba. Cặp trục cán mép thứ ba 250 bao gồm trục cán mép để tiếp xúc với mặt trước của dải thủy tinh và trục cán mép để tiếp xúc với mặt sau của dải thủy tinh.

Cụm trục cán mép thứ hai 210b còn bao gồm cặp trục cán mép 260 được tạo kết cấu để tiếp xúc với mép ngoài thứ hai, hoặc mép ngoài đối diện của dải thủy tinh nhót dọc theo cả các mặt trước và phía sau, hoặc cặp trục cán mép thứ tư. Cặp trục cán mép thứ tư 260 bao gồm trục cán mép để tiếp xúc với mặt trước của dải thủy tinh và trục cán mép để tiếp xúc với mặt sau của dải thủy tinh.

Bất kỳ một trong số cặp trục cán mép thứ ba 250 và/hoặc cặp trục cán mép thứ tư 260 có thể được định hướng để tạo ra đường trục quay mà tạo ra góc β từ phương ngang trong quy trình kéo dung hợp hoặc từ đường vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tấm thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, cả cặp trục cán mép thứ ba 250 và cặp trục cán mép thứ tư 260 có thể được định hướng để tạo ra đường trục quay mà tạo ra góc từ phương ngang trong quy trình kéo dung

hợp hoặc từ đường vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tám thủy tinh. Theo các phương án thực hiện khác, cả hai cặp trục cán mép thứ ba 250 và thứ tư 260 không được định hướng theo cách như vậy. Theo các phương án thực hiện khác, cả cặp trục cán mép thứ ba 250 và cặp trục cán mép thứ tư 260 được định hướng sao cho các góc β tạo bởi mỗi cặp hầu như bằng nhau.

Theo một số phương án thực hiện, góc β có thể nằm trong khoảng 0 độ và khoảng 55 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 45 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 40 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 35 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 30 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 25 độ, trong khoảng 0 độ và khoảng 15 độ, và tất cả các khoảng con giữa chúng. Theo các phương án thực hiện khác, góc β có thể nằm trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 55 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 45 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 40 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 35 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 30 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 25 độ, trong khoảng 3 đến 7 độ và khoảng 15 độ, và tất cả các khoảng con giữa chúng. Theo cách khác, theo các phương án thực hiện khác, góc β có thể nằm trong khoảng 15 độ và khoảng 55 độ, trong khoảng 15 độ và khoảng 45 độ, trong khoảng 15 độ và khoảng 40 độ, trong khoảng 15 độ và khoảng 35 độ, trong khoảng 15 độ và khoảng 30 độ, trong khoảng 15 độ và khoảng 25 độ, và tất cả các khoảng con giữa chúng.

Theo một số phương án thực hiện, góc β mà ở đó cụm trục cán mép thứ hai 210b có thể được định hướng khác với góc α mà ở đó cụm trục cán mép thứ nhất 210a có thể được định hướng. Ví dụ, có thể mong muốn tạo kết cấu cụm trục cán mép thứ hai 210b để tạo ra góc β mà có thể lớn hơn góc α . Ví dụ, theo một số phương án thực hiện, cụm trục cán mép thứ nhất 210a có thể được định hướng để tạo ra góc giữa khoảng 3 độ và khoảng 20 độ và cụm trục cán mép thứ hai 210b có thể được định hướng để tạo ra góc giữa khoảng 15 độ và khoảng 40 độ. Theo cách khác, cụm trục cán mép thứ nhất 210a có thể được định hướng để tạo ra góc giữa khoảng 3 độ và khoảng 12 độ và cụm trục cán mép thứ hai 210b có thể được định hướng để tạo ra góc giữa khoảng 15 độ và khoảng 30 độ. Tất nhiên, các phương án này chỉ làm ví dụ này và không nên giới hạn ở phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Cặp trục cán mép thứ ba 250 và cặp trục cán mép thứ tư 260 có thể được tạo góc theo phương thẳng đứng ở vị trí thứ hai 270 trong quy trình kéo dung hợp hoặc

được căn thẳng với nhau dọc theo hướng dịch chuyển của tấm thủy tinh. Vị trí của vị trí thứ hai 270 có thể được dựa trên cơ sở đường kéo dài theo phương nằm ngang giữa tâm của đầu quay vào trong của cặp trục cán mép thứ ba 250 và tâm của đầu quay vào trong của cặp trục cán mép thứ tư 260 trong các phương án kéo dung hợp làm ví dụ hoặc có thể được dựa trên cơ sở đường kéo dài vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tấm thủy tinh. Vị trí của vị trí thứ hai 270 có thể nằm trong vùng mà trong đó dải thủy tinh ở trạng thái nhót, nhưng bên dưới vị trí thứ nhất 240.

Theo một số phương án thực hiện, vị trí thứ hai 270 có thể nằm trong khoảng 12 cm và khoảng 50 cm bên dưới đáy 70, trong khoảng 15 cm và khoảng 50 cm bên dưới đáy 70, trong khoảng 15 cm và khoảng 45 cm bên dưới đáy, trong khoảng 15 cm và khoảng 40 cm, trong khoảng 15 cm và khoảng 30 cm, trong khoảng 20 cm và khoảng 45 cm bên dưới đáy, trong khoảng 20 cm và khoảng 40 cm bên dưới đáy, trong khoảng 30 cm và khoảng 45 cm bên dưới đáy, trong khoảng 30 cm và khoảng 50 cm bên dưới đáy, và tất cả các khoảng con giữa chúng.

Theo một số phương án thực hiện, vị trí thứ hai 270 có thể nhỏ hơn 24 cm bên dưới vị trí thứ nhất 240, nhỏ hơn 22 cm bên dưới vị trí thứ nhất, nhỏ hơn 20 cm bên dưới vị trí thứ nhất, nhỏ hơn 18 cm bên dưới vị trí thứ nhất, nhỏ hơn 16 cm bên dưới vị trí thứ nhất, v.v.

Mỗi cụm trục cán mép 210 có thể được tạo kết cấu một cách độc lập để chạy ở hoặc chế độ tốc độ quay không đổi hoặc chế độ mômen xoắn không đổi. Ví dụ, khi sự biến thiên chiều rộng tấm/độ bất ổn định xảy ra, mômen xoắn của trục cán mép đang chạy ở chế độ vận tốc không đổi có thể biến thiên theo cách thống nhất với sự biến thiên chiều rộng tấm liên quan đến kiểu và các khoảng thời gian dao động. Do vậy chế độ mômen xoắn không đổi có thể được sử dụng để duy trì ứng suất kéo mà được tác động bởi trục cán mép theo cách có thể điều khiển được, và theo một số phương án thực hiện, có thể mong muốn có cụm trục cán mép thứ nhất 210a chạy trong chế độ mômen xoắn không đổi và có cụm trục cán mép thứ hai 210b chạy trong chế độ tốc độ không đổi.

Mỗi cụm trục cán mép 210 có thể được tạo kết cấu một cách độc lập để có bề mặt tiếp xúc hầu như trơn nhẵn hoặc bề mặt tiếp xúc lồi. Các vấu lồi trên trục cán mép

làm ví dụ có thể được sử dụng để kẹp các tấm thủy tinh và ngăn trượt (cũng như tạo ra sự làm mát bổ sung). Tuy nhiên, người nộp đơn đã lưu ý rằng khi nhiều hơn một cụm trục cán mép được sử dụng, liên quan khả năng là khi cả hai cụm trục cán mép có các hoa văn lồi lên, hoạt động kẹp tấm thủy tinh có thể trở nên khó khăn cho cụm trục cán mép thứ hai. Do vậy theo một số phương án thực hiện, có thể mong muốn tạo ra một trong số cụm trục cán mép thứ nhất 210a và cụm trục cán mép thứ hai 210b với bề mặt lồi lên và cụm khác trong số cụm trục cán mép thứ nhất và cụm trục cán mép thứ hai với bề mặt hầu như trơn nhẵn.

Bằng cách chọn mức độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210, sự suy giảm chiều rộng tấm của tấm thủy tinh đã được kéo có thể được giảm. Việc làm giảm sự suy giảm chiều rộng tấm của tấm thủy tinh đã được kéo có thể được thực hiện trong các trường hợp mà ở đó độ co ngang của dải thủy tinh được giảm bớt sao cho chiều rộng tấm thủy tinh tạo thành lớn hơn nó sử dụng trục cán được định hướng theo cách đã biết hoặc không có trục cán mép. Tuy nhiên, như được sử dụng trong bản mô tả này, làm giảm sự suy giảm chiều rộng tấm của tấm thủy tinh đã được kéo cũng có thể được tiến hành trong các trường hợp mở ở đó (a) độ co ngang của dải thủy tinh có thể được loại bỏ hoàn toàn, sao cho chiều rộng tấm thủy tinh tạo thành hầu như bằng với chiều rộng dải thủy tinh ở đáy (tức là nơi mà sự suy giảm chiều rộng tấm bằng không) và (b) trong đó tấm được kéo căng, sao cho chiều rộng tấm thủy tinh tạo thành lớn hơn chiều rộng dải thủy tinh ở đáy.

Bằng cách chọn mức độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210, tấm thủy tinh có chiều rộng ít nhất bằng khoảng 90% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy có thể được tạo ra. Theo cách khác, tấm thủy tinh có chiều rộng ít nhất bằng khoảng 92% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, ít nhất khoảng 94% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, ít nhất khoảng 95% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, ít nhất khoảng 96% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, ít nhất khoảng 97% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, ít nhất khoảng 98% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, ít nhất khoảng 99% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, hoặc chiều rộng bằng với dải thủy tinh nhót ở đáy có thể được tạo ra, do vậy ngăn ngừa một cách hiệu quả sự suy giảm chiều rộng tấm.

Theo một số phương án thực hiện, bằng cách chọn mức độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210, tấm thủy tinh có chiều rộng mà lớn hơn chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy có thể được tạo ra. Ngoài ngăn ngừa một cách hiệu quả sự suy giảm chiều rộng tấm, chiều rộng tấm có thể được kéo căng bằng cách điều khiển mức độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210. Ví dụ, tấm thủy tinh có chiều rộng ít nhất bằng khoảng 100% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy, ít nhất khoảng 102%, ít nhất khoảng 104%, hoặc ít nhất khoảng 105% của chiều rộng dải thủy tinh nhót ở đáy có thể được tạo ra.

Ngoài ra, bằng cách chọn mức độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210, chiều dày của các giọt mà đã biết để tạo ra dọc theo các mép của tấm thủy tinh có thể được giảm. Như mô tả trước đó, một số vấn đề với độ ổn định tấm có thể sinh ra từ chiều dày tăng lên của các phần nhô ở mép và chiều dày tăng lên phát sinh do sự làm nguội chậm bất kỳ. Do đó, việc làm giảm chiều dày của các phần nhô ở mép có thể làm tăng độ ổn định dải và tấm thủy tinh.

Theo một số phương án thực hiện, tỷ số giữa chiều dày của giọt và chiều dày của phần giữa tấm có thể được sử dụng làm chỉ báo đối với mức độ mà chiều dày giọt được giảm đến đó. Bằng cách sử dụng phương án thực hiện của sáng chế đã được mô tả ở đây, việc chọn độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210, các tấm thủy tinh có thể được tạo ra có tỷ số của chiều dày giọt với chiều dày tâm nhỏ hơn 12:1. Theo cách khác, các tấm thủy tinh có thể được tạo ra có tỷ số của chiều dày giọt với chiều dày tâm nhỏ hơn 10:1, nhỏ hơn 8:1, nhỏ hơn 6:1, nhỏ hơn 5:1, nhỏ hơn 4:1, nhỏ hơn 3:1, nhỏ hơn 2,5:1, nhỏ hơn 2:1, nhỏ hơn 1,5:1, và tất cả các khoảng con giữa chúng.

Sự biến thiên chiều rộng tấm cũng có thể được giảm qua việc chọn độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210 cũng như các khoảng cách tương đối giữa cụm trục cán mép khác nhau và tốc độ tương đối của cụm trục cán mép khác nhau. Ví dụ, như mô tả trước đó, có thể thường muốn bố trí ít nhất một cụm trục cán mép 210 gần với đáy để ngăn ngừa sự suy giảm (làm mỏng) bất kỳ xảy ra ngay khi vượt qua đáy và có thể là yếu tố dẫn động chính của sự biến thiên chiều rộng tấm. Theo ví dụ khác, tốc độ của cụm trục cán mép thứ nhất có thể được chia thang độ theo điều kiện đáy thay vì theo tốc độ kéo để tránh ứng suất kéo quá lớn cho thủy tinh gần

đáy mà có thể dẫn đến sự tách dòng đối với dòng thủy tinh trên các bộ phận dẫn hướng mép đặc biệt là khi chế tạo thủy tinh siêu mỏng (ví dụ, <200 micro, <100 micro, v.v.). Cụm trục cán mép thứ hai cũng có thể được sử dụng để làm giảm va đập bất kỳ của trục cán kéo với cụm trục cán mép thứ nhất.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, việc làm giảm sự biến thiên chiều rộng tấm có thể bao gồm các phương án mà trong đó sự biến thiên chiều rộng tấm được loại bỏ một cách hiệu quả. Theo một số phương án thực hiện, sự biến thiên chiều rộng tấm có thể được đo ví dụ bằng các máy ghi hình thường được lắp ở đáy của máng để ghi lại vị trí của mép ngoài cùng của tấm. Sự biến thiên chiều rộng tấm cũng có thể được chỉ định bằng cách theo dõi các vận tốc theo phương thẳng đứng của thủy tinh nhót ở nhiều điểm khác nhau trong quá trình kéo dài thủy tinh. Ví dụ, điều này có thể đạt được bằng cách vẽ đồ thị vận tốc theo phương thẳng đứng ở nhiều điểm khác nhau để thu được các đường biên vận tốc theo phương thẳng đứng cắt qua chiều rộng, hoặc một phần của chiều rộng, của dải thủy tinh ở vùng nhót. Tất nhiên, các đồ thị này thể hiện vận tốc theo phương thẳng đứng là giống với vận tốc theo phương ngang theo các phương án (các quy trình nổi) có hướng dịch chuyển ngang. Trường hợp mà các đường biên vận tốc theo phương thẳng đứng sẽ tăng liên tục theo cách gần như song song trên chiều rộng dải thủy tinh, sự biến thiên chiều rộng tấm có thể được giảm hoặc được loại bỏ.

Bằng cách chọn mức độ nghiêng và vị trí của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210, nói chung các đường biên vận tốc theo phương thẳng đứng song song trong vùng nhót của quy trình kéo có thể thu được. Các đường biên này biểu thị vận tốc thủy tinh tăng gần như đều theo hướng này. Do đó, bằng cách chọn mức độ nghiêng và vị trí theo phương thẳng đứng của một hoặc nhiều cụm trục cán mép 210, sự biến thiên chiều rộng tấm có thể được giảm hoặc loại bỏ.

Cũng thấy được rằng ngay cả không có trục cán mép có góc, sự bổ sung cụm thứ hai của trục cán mép 210b khiến cho khoảng cách ngắn bên dưới cụm trục cán mép thứ nhất 210a tự nó có thể có lợi trong việc làm giảm sự suy giảm chiều rộng tấm, sự biến thiên chiều rộng tấm, và sự tạo hạt ở mép. Do đó, theo một số phương án thực hiện, bất kỳ trong số cụm trục cán mép thứ nhất 210a và cụm trục cán mép thứ hai 210b có thể được định hướng sao cho đường trục quay là đường nằm ngang trong quy

trình kéo dung hợp hoặc trên đường vuông góc với hướng dịch chuyển và song song với mặt phẳng tạo bởi tấm thủy tinh. Cụm trục cán mép thứ hai 210b có thể được bố trí trước khi chiều rộng và/hoặc chiều dày tấm cuối cùng được cố định để tạo ra ứng suất kéo chéo hiệu dụng.

Dưới đây tham chiếu đến FIG.13 và FIG.14, đây là các hình vẽ nhìn từ phía trước và phía bên dạng sơ đồ thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của thiết bị sản xuất thủy tinh 301 mà có thể được sử dụng theo các khía cạnh của sáng chế. Thiết bị sản xuất thủy tinh 301 được minh họa là thiết bị kéo dung hợp, mặc dù thiết bị chế tạo khác có thể được sử dụng trong các ví dụ khác. Theo một ví dụ, thiết bị sản xuất thủy tinh 301 có thể bao gồm bể chế tạo 60 để tạo ra dải thủy tinh 121 bao gồm chiều rộng “W” mở rộng giữa phần mép thứ nhất 121a và phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121.

Như được minh họa thêm trên FIG.13 và FIG.14, thiết bị sản xuất thủy tinh 301 có thể bao gồm thiết bị cán kéo 315 và thiết bị tách 319. Một phần của dải thủy tinh 121 được kéo ra khỏi đáy 70 của bể chế tạo 60 vào vùng nhót 341 trong đó dải thủy tinh 121 bắt đầu mỏng dần đến chiều dày cuối cùng. Một phần của dải thủy tinh 121 sau đó được kéo từ vùng nhót 341 vào vùng đông cứng 343 (vùng nhót-đàn hồi). Ở vùng đông cứng 343, một phần của dải thủy tinh 121 được thiết lập từ trạng thái nhót đến trạng thái đàn hồi với biên dạng mong muốn. Một phần của dải thủy tinh 121 sau đó được kéo từ vùng đông cứng 343 đến vùng đàn hồi 345. Ngay khi ở vùng đàn hồi 345, dải thủy tinh 121 có thể được biến dạng, trong các giới hạn, mà không làm thay đổi hoàn toàn biên dạng của dải thủy tinh 121.

Sau khi một phần của dải thủy tinh 121 đi vào vùng đàn hồi 345, thiết bị tách 319 có thể được lắp để tách một cách tuần tự các tấm thủy tinh 347a, 347b ra khỏi dải thủy tinh 121 trong một khoảng thời gian. Thiết bị tách 319 có thể bao gồm máy tách dịch chuyển được minh họa, mặc dù các thiết bị tách còn có thể được bố trí theo các ví dụ khác.

Thiết bị sản xuất thủy tinh 301 còn bao gồm thiết bị cán kéo 315 được thể hiện dưới dạng sơ đồ trên FIG.13 và FIG.14. Như được mô tả đầy đủ hơn dưới đây, thiết bị cán kéo 315 có thể được bố trí để giúp kéo dải thủy tinh 121 từ đáy 70 và có thể cách ly sự truyền lực lên dải thủy tinh 121 từ vùng đàn hồi 345 đến vùng đông cứng

343. Như vậy, các thiết bị cán kéo theo sáng chế có thể kéo dài thủy tinh đến chiều dày mong muốn đồng thời còn làm giảm ứng suất dư bên trong tấm thủy tinh. Như được thể hiện, thiết bị cán kéo 315 có thể được bố trí trong vùng nhót 341, vùng đông cứng 343, và vùng đàn hồi 345. Thực vậy, như được thể hiện trên các hình vẽ, thiết bị cán kéo thứ nhất (được mô tả đầy đủ hơn dưới đây) được bố trí trong vùng nhót 341 hoặc có thể được bố trí ở mặt trên cùng của vùng đông cứng 343 liền kề với vùng nhót 341. Thiết bị cán kéo thứ hai (được mô tả đầy đủ hơn dưới đây) được bố trí trong vùng đông cứng 343 và thiết bị cán kéo thứ ba (được mô tả đầy đủ hơn dưới đây) được bố trí trong vùng đàn hồi 345.

FIG.13, FIG.14, và FIG.15 minh họa ví dụ thứ nhất của thiết bị cán kéo 315 theo một phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế Mặc dù khác thiết bị cán kéo 315 các kết cấu có thể được bố trí theo các ví dụ khác. Thiết bị cán kéo 315 có thể bao gồm thiết bị cán kéo thứ nhất 349 bao gồm cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 được tạo kết cấu để kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 từ bề chế tạo 60 dọc theo đường kéo 353 kéo dài theo ngang đến chiều rộng “W” của dải thủy tinh 121.

Như được thể hiện, cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 355a và chi tiết cán kéo thứ hai 355b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 355a và thứ hai 355b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương ứng 357a, 357b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 355a và thứ hai 355b có thể có động cơ tương ứng 359a, 359b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 355a và thứ hai 355b có động cơ tương ứng 359a, 359b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 355a và thứ hai 355b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 355a và thứ hai 355b được dẫn động.

Theo ví dụ khác, Ngoài ra hoặc theo cách thay thế cho cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể bao gồm cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 được tạo kết cấu để kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 từ bề chế tạo 70 dọc theo đường kéo 353. Như được thể hiện, cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 363a và chi tiết cán kéo thứ

hai 363b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 363a và thứ hai 363b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương ứng 365a, 365b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 363a và thứ hai 363b có thể có động cơ tương ứng 367a, 367b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 363a và thứ hai 363b có động cơ tương ứng 367a, 367b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 367a và thứ hai 367b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 367a và thứ hai 367b được dẫn động.

Như được thể hiện trên FIG.13, FIG.14, và FIG.16, thiết bị cán kéo 315 còn bao gồm thiết bị cán kéo thứ hai 369 bao gồm cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351, trong đó cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 được tạo kết cấu để tiếp tục kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Như được thể hiện, cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 373a và chi tiết cán kéo thứ hai 373b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 373a và thứ hai 373b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương ứng 375a, 375b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 373a và thứ hai 373b có thể có động cơ tương ứng 377a, 377b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 373a và thứ hai 373b có động cơ tương ứng 377a, 377b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 373a và thứ hai 373b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 373a và thứ hai 373b được dẫn động.

Theo ví dụ khác, Ngoài ra hoặc theo cách thay thế cho cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371, thiết bị cán kéo thứ hai 369 có thể bao gồm cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361, trong đó cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 được tạo kết cấu để tiếp tục kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Như được thể hiện, cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 381a và chi tiết cán kéo thứ hai 381b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 381a

và thứ hai 381b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương ứng 383a, 383b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 381a và thứ hai 381b có thể có động cơ tương ứng 385a, 385b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 381a và thứ hai 381b có động cơ tương ứng 385a, 385b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 381a và thứ hai 381b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 381a và thứ hai 381b được dẫn động.

Như được thể hiện trên FIG.13, FIG.14, và FIG.17, thiết bị cán kéo 315 còn bao gồm thiết bị cán kéo thứ ba 387 bao gồm cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371, trong đó cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 được tạo kết cấu để tiếp tục kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Như được thể hiện, cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 391a và chi tiết cán kéo thứ hai 391b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 391a và thứ hai 391b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương ứng 393a, 393b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 391a và thứ hai 391b có thể có động cơ tương ứng 395a, 395b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 391a và thứ hai 391b có động cơ tương ứng 395a, 395b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 391a và thứ hai 391b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 391a và thứ hai 391b được dẫn động.

Theo ví dụ khác, Ngoài ra hoặc theo cách thay thế cho cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389, thiết bị cán kéo thứ ba 387 có thể bao gồm cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379, trong đó cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 được tạo kết cấu để tiếp tục kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Như được thể hiện, cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 399a và chi tiết cán kéo thứ hai 399b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 399a và thứ hai 399b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương

ứng 401a, 401b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 399a và thứ hai 399b có thể có động cơ tương ứng 403a, 403b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 399a và thứ hai 399b có động cơ tương ứng 403a, 403b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 399a và thứ hai 399b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 399a và thứ hai 399b được dẫn động. Cần hiểu được rằng thiết bị cán kéo 315 cũng có thể bao gồm (các) cặp trục cán mép tùy ý 402 (402a, 402b và 404 và/hoặc (các) cặp tùy ý trục cán gốc chạy không tải 406, 408 (xem FIG.13, FIG.14, và FIG.18).

Như được thể hiện trên FIG.18 và FIG.19, thiết bị cán kéo 315 có thể còn bao gồm thiết bị cán kéo trung gian 405 bao gồm cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và bên trên dọc theo đường kéo từ cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389. Cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 được tạo kết cấu để tiếp tục kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Như được thể hiện, cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 409a và chi tiết cán kéo thứ hai 409b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 409a và thứ hai 409b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương ứng 411a, 411b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 409a và thứ hai 409b có thể có động cơ tương ứng 413a, 413b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 413a và thứ hai 413b có động cơ tương ứng 413a, 413b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 409a và thứ hai 409b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 409a và thứ hai 409b được dẫn động.

Theo ví dụ khác, Ngoài ra hoặc theo cách thay thế cho cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407, thiết bị cán kéo trung gian 405 có thể bao gồm cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 và bên trên dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397. Cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415 được tạo kết cấu để tiếp tục kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353.

Như được thể hiện, cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415 có thể bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất 417a và chi tiết cán kéo thứ hai 417b. Các chi tiết cán kéo thứ nhất 417a và thứ hai 417b trong đó mỗi chi tiết có lớp che trục cán chịu nhiệt tương ứng 419a, 419b được tạo kết cấu để ăn khớp phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 giữa chúng. Ít nhất một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 417a và thứ hai 417b có thể có động cơ tương ứng 421a, 421b. Ví dụ, như được thể hiện, cả hai chi tiết cán kéo thứ nhất 417a và thứ hai 417b có động cơ tương ứng 421a, 421b. Theo các ví dụ khác, chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 417a và thứ hai 417b có động cơ trong đó chi tiết cán kéo khác có thể có ổ trục sao cho chỉ một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 417a và thứ hai 417b được dẫn động.

Mặc dù thiết bị cán kéo trung gian 405 được mô tả và được minh họa là được định vị ở tầng thứ tư giữa thiết bị cán kéo thứ hai 369 và thiết bị cán kéo thứ ba 387, sáng chế không bị giới hạn ở phương án thực hiện làm các ví dụ này. Thiết bị cán kéo trung gian 405 có thể được bố trí ở các tầng khác nhau của thiết bị cán kéo 315. Ngoài ra, thiết bị cán kéo trung gian 405 có thể là dạng môđun sao cho nhiều thiết bị cán kéo 405 có thể có thể được chứa trong thiết bị cán kéo 315 và được bố trí dọc theo đường kéo 353 ở các tầng khác nhau.

Mặc dù mỗi cặp trục cán kéo được mô tả là bao gồm chi tiết cán kéo thứ nhất và thứ hai, các chi tiết cán kéo thứ nhất và thứ hai cũng có thể được gọi là trục kéo của hai trục cán kéo.

Thiết bị cán kéo 315 của thiết bị sản xuất thủy tinh 301 có thể còn bao gồm thiết bị điều khiển 423 (ví dụ, bộ điều khiển logic có thể lập trình) được tạo kết cấu để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349, thiết bị cán kéo thứ hai 369, và thiết bị cán kéo thứ ba 387 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 quay với mômen xoắn hầu như không đổi, ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 quay với mômen xoắn hầu như không đổi, và ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 quay với vận tốc góc hầu như không đổi. Thiết bị điều khiển 423 có thể truyền thông với thiết bị cán kéo 349, 369, 387, 405 thông qua các cáp, mạng không dây, mạng có dây, các kết hợp của chúng, v.v.. Sự vận hành độc lập của thiết bị cán kéo thứ nhất, thứ hai và thứ ba 349, 369, 387, nhằm đạt được các mục đích của sáng chế, có nghĩa là một trong số các thiết bị cán kéo thứ nhất, thứ hai

và thứ ba có thể được vận hành mà không bị ảnh hưởng bởi sự vận hành của thiết bị khác trong số các thiết bị cán kéo thứ nhất, thứ hai và thứ ba. Như vậy, ví dụ, việc vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349 bằng thiết bị điều khiển 423 khiến cho thiết bị điều khiển vận hành thiết bị cán kéo thứ nhất 349 mà không cần tính đến các thay đổi về các thông số vận hành của thiết bị cán kéo thứ hai 369 hoặc thiết bị cán kéo thứ ba 387. Ngoài ra, ví dụ, việc vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ hai 369 bằng thiết bị điều khiển 423 khiến cho thiết bị điều khiển vận hành thiết bị cán kéo thứ hai 369 mà không cần tính đến các thay đổi về các thông số vận hành của thiết bị cán kéo thứ nhất 349 hoặc thiết bị cán kéo thứ ba 387. Ngoài ra, ví dụ, việc vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ ba 387 bằng thiết bị điều khiển 423 khiến cho thiết bị điều khiển vận hành thiết bị cán kéo thứ ba 387 mà không cần tính đến các thay đổi về các thông số vận hành của thiết bị cán kéo thứ nhất 349 hoặc thiết bị cán kéo thứ hai 369.

Như đã được đề cập trước đó, cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 có thể bao gồm một động cơ kết hợp với một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai 355a, 355b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một động cơ sao cho các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai kết hợp 355a, 355b được quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Như đã được mô tả chi tiết ở trên, mỗi một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 355a và thứ hai 355b có thể có động cơ tương ứng 359a, 359b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành các động cơ 359a, 359b sao cho ít nhất một, như cả hai, trong số cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Việc quay cả hai chi tiết cán kéo 359a, 359b của cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 với mômen xoắn hầu như không đổi có thể là mong muốn để tác động lực bằng nhau ở cả hai bên của phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121.

Như đã được đề cập trước đó, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 cũng có thể bao gồm cặp trục cán kéo tùy chọn phía trên thứ hai 361. Theo ví dụ này, cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 có thể bao gồm một động cơ kết hợp với một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai 363a, 363b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một động cơ sao cho các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai kết hợp 363a, 363b được quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Như đã được mô tả chi tiết ở trên, mỗi một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 363a và thứ hai 363b có thể

có động cơ tương ứng 367a, 367b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành các động cơ 367a, 367b sao cho ít nhất một, như cả hai, trong số cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Việc quay cả hai chi tiết cán kéo 363a, 363b của cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 với mômen xoắn hầu như không đổi có thể là mong muốn để tác động lực bằng nhau ở cả hai bên của phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121.

Mặc dù không được yêu cầu, theo một số ví dụ, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một hoặc cả hai động cơ kết hợp với cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 với mômen xoắn thứ nhất hầu như không đổi và có thể vận hành đồng thời một hoặc cả hai động cơ kết hợp với cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 để quay với mômen xoắn thứ hai hầu như không đổi mà về cơ bản là bằng với mômen xoắn thứ nhất. Việc tạo ra các mômen xoắn thứ nhất và thứ hai hầu như bằng nhau có thể là mong muốn, ví dụ, để tác động lực hầu như bằng nhau vào dải thủy tinh 121 và các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b.

Như đã được đề cập trước đó, thiết bị cán kéo thứ hai 369 cũng có thể bao gồm cặp trục cán kéo tùy chọn trung gian thứ hai 379. Theo ví dụ này, cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 có thể bao gồm một động cơ kết hợp với một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 381a hoặc thứ hai 381b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một động cơ sao cho các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai kết hợp 381a, 381b được quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Như đã được mô tả chi tiết ở trên, mỗi một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 381a và thứ hai 381b có thể có động cơ tương ứng 385a, 385b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành các động cơ 385a, 385b sao cho ít nhất một, như cả hai, trong số cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Việc quay cả hai chi tiết cán kéo 381a, 381b của cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 với mômen xoắn hầu như không đổi có thể là mong muốn để tác động lực bằng nhau ở cả hai bên của phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121.

Mặc dù không được yêu cầu, theo một số ví dụ, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một hoặc cả hai động cơ kết hợp với cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 với mômen xoắn thứ nhất hầu như không đổi và có thể vận hành đồng thời một

hoặc cả hai động cơ kết hợp với cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 để quay với mômen xoắn thứ hai hầu như không đổi mà về cơ bản là bằng với mômen xoắn thứ nhất. Việc tạo ra các mômen xoắn thứ nhất và thứ hai hầu như bằng nhau có thể là mong muốn, ví dụ, để tác động lực hầu như bằng nhau vào dải thủy tinh 121 và các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b.

Như đã được đề cập trước đó, cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 có thể bao gồm một động cơ kết hợp với một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai 391a, 391b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một động cơ sao cho các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai kết hợp 391a, 391b quay với vận tốc góc hầu như không đổi. Như đã được mô tả chi tiết ở trên, mỗi một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 391a và thứ hai 391b có thể có động cơ tương ứng 395a, 395b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành các động cơ 395a, 395b sao cho ít nhất một, như cả hai, trong số cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 quay với vận tốc góc hầu như không đổi. Việc quay cả hai chi tiết cán kéo 391a, 391b của cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 với vận tốc góc hầu như không đổi có thể mong muốn kéo dải thủy tinh cân bằng nhau ở cả hai bên của phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121.

Như đã được đề cập trước đó, thiết bị cán kéo thứ ba 387 cũng có thể bao gồm cặp trục cán kéo tùy chọn phía dưới thứ hai 397. Theo ví dụ này, cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 có thể bao gồm một động cơ kết hợp với một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai 399a, 399b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một động cơ sao cho các chi tiết cán kéo thứ nhất hoặc thứ hai kết hợp 399a, 399b được quay với vận tốc góc hầu như không đổi. Như đã được mô tả chi tiết ở trên, mỗi một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 399a và thứ hai 399b có thể có động cơ tương ứng 403a, 403b. Theo ví dụ này, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành ít nhất một, như cả hai, trong số cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 để quay với vận tốc góc hầu như không đổi. Việc quay cả hai chi tiết cán kéo 399a, 399b của cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 với vận tốc góc hầu như không đổi có thể mong muốn kéo dải thủy tinh cân bằng nhau ở cả hai bên của phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121.

Mặc dù không được yêu cầu, nhưng theo một số ví dụ, thiết bị điều khiển 423 có thể vận hành một hoặc cả hai động cơ kết hợp với cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 với vận tốc góc thứ nhất hầu như không đổi và có thể vận hành đồng thời một hoặc cả hai động cơ kết hợp với cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 để quay với vận tốc góc thứ hai hầu như không đổi mà về cơ bản là bằng với vận tốc góc thứ nhất. Việc tạo ra các vận tốc góc thứ nhất và thứ hai hầu như bằng nhau có thể là mong muốn, ví dụ, để kéo dải thủy tinh cân bằng nhau ở các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b.

Như đã được đề cập, thiết bị điều khiển 423 có thể là được tạo cấu hình để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 và thứ hai 361 quay với mômen xoắn hầu như không đổi; tuy nhiên, các phương án thực hiện không bị giới hạn ở cấu hình nêu trên. Tức là, thiết bị điều khiển 423 có thể được tạo cấu hình theo phương án thực hiện làm ví dụ để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 và thứ hai 361 không quay với mômen không đổi, nhưng với vận tốc góc hầu như không đổi. Ngoài ra, thiết bị điều khiển 423 có thể là được tạo cấu hình để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ hai 369 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và thứ hai 379 không quay với mômen không đổi, nhưng với vận tốc góc hầu như không đổi.

Thiết bị điều khiển 423 còn có thể được tạo cấu hình để vận hành độc lập thiết bị cán kéo trung gian 405 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 và thứ hai 415 quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Theo cách khác, thiết bị điều khiển 423 có thể là được tạo cấu hình để vận hành độc lập thiết bị cán kéo trung gian 405 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 và thứ hai 415 không quay với mômen không đổi, nhưng với vận tốc góc hầu như không đổi.

Bảng 1 cung cấp năm sơ đồ điều khiển độc lập khác nhau theo các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế. Ví dụ, như được thể hiện trong bảng 1, sơ đồ điều khiển “A” bao gồm thiết bị điều khiển 423 được tạo kết cấu để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất

351 và thứ hai 361 quay với mômen xoắn hầu như không đổi, để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ hai 369 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và thứ hai 379 quay với mômen xoắn hầu như không đổi, để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ ba 387 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397 quay với vận tốc góc hầu như không đổi, và thiết bị điều khiển 423 được tạo kết cấu để vận hành độc lập thiết bị cán kéo trung gian 405, nếu được trang bị, sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 và thứ hai 415, quay với mômen xoắn hầu như không đổi hoặc sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 và thứ hai 415, không quay với mômen không đổi, nhưng với vận tốc góc hầu như không đổi.

Như ví dụ khác được thể hiện trong bảng 1, sơ đồ điều khiển “E” bao gồm thiết bị điều khiển 423 được tạo kết cấu để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 và thứ hai 361 quay với mômen xoắn hầu như không đổi, để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ hai 369 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và thứ hai 379 quay với mômen xoắn hầu như không đổi, để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ ba 387 sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397 quay với mômen xoắn hầu như không đổi, và thiết bị điều khiển 423 được tạo kết cấu để vận hành độc lập thiết bị cán kéo trung gian 405, nếu được trang bị, sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 và thứ hai 415, quay với mômen xoắn hầu như không đổi.

Bảng 1

Thiết bị cán kéo		Điều khiển				
Tầng	Vị trí	A	B	C	D	E
1	phía trên	mômen xoắn	mômen xoắn	mômen xoắn	vận tốc	mômen xoắn
2	giữa	mômen xoắn	mômen xoắn	vận tốc	vận tốc	mômen xoắn
trung gian (tùy chọn)	trung gian (thay đổi)	mômen xoắn/ vận tốc	mômen xoắn/ vận tốc	vận tốc	vận tốc	mômen xoắn

3	phía dưới	vận tốc	vận tốc	vận tốc	vận tốc	mômen xoắn
---	-----------	---------	---------	---------	---------	------------

Theo một số ví dụ, các cặp trục cán kéo đã được mô tả trong toàn bộ bản mô tả này có thể có các kết cấu và các hướng tương tự như được nêu trong công bố đơn sáng chế Mỹ số 2009/0107182 công bố ngày 30/04/2009 cho Anderson và các đồng tác giả, mà toàn bộ nội dung của nó được kết hợp vào bản mô tả này bước viện dẫn. Ví dụ, bất kỳ trong số các cặp trục cán kéo có thể là trục cán mức ngang hoặc nghiêng xuống theo phương thẳng đứng đối với dải thủy tinh. Ngoài ra, như được thể hiện trên FIG.15 và FIG.16, bất kỳ trong số các cặp trục cán (mức ngang hoặc nghiêng xuống) có thể được bố trí để có góc theo phương ngang định trước θ mà mặt tương ứng của trục cán sẽ được bố trí ứng với bề mặt chính tương ứng 427, 429 của dải thủy tinh 121. Góc theo phương ngang θ tốt hơn là có thể tạo ra mức ứng suất kéo chéo thích hợp 431 và/hoặc có hiệu ứng cơn mà có thể xảy ra trong quá trình mòn trục cán một cách bình thường.

FIG.13 và FIG.18 minh họa các ví dụ trong đó mỗi một trong số các chi tiết cán kéo thứ nhất 355a, 363a, 373a, 381a, 391a, 399a, 409a, 417a của các cặp trục cán kéo có thể bao gồm trục cán nghiêng xuống theo phương thẳng đứng so với dải thủy tinh 121. Các chi tiết cán kéo thứ hai 355b, 363b, 373b, 381b, 391b, 399b, 409b, 417b của các cặp trục cán kéo cũng có thể bao gồm trục cán nghiêng xuống theo phương thẳng đứng so với dải thủy tinh 121. Góc nghiêng xuống của hai trục cán kéo bất kỳ có thể khác nhau hoặc giống với hai trục cán kéo khác bất kỳ tùy thuộc vào quy trình khảo sát. Cặp trục cán kéo phía trên nghiêng xuống thứ nhất 351 và/hoặc thứ hai 361 có thể tạo ra mức ứng suất kéo chéo mong muốn 431 giữa hai cặp trục cán kéo 351, 361. Cặp trục cán kéo trung gian nghiêng xuống thứ nhất 371 và/hoặc thứ hai 379 có thể tạo ra mức ứng suất kéo chéo mong muốn 433 giữa hai cặp trục cán kéo 371, 379. Cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và/hoặc thứ hai 397 có thể tạo ra mức ứng suất kéo chéo mong muốn 435 giữa hai cặp trục cán kéo 389, 397. Tương tự, cặp trục cán kéo trung gian nghiêng xuống thứ nhất và/hoặc thứ hai 407, 415 có thể tạo ra mức ứng suất kéo chéo mong muốn 437 giữa hai cặp trục cán kéo 407, 415.

Theo một số ví dụ, thiết bị điều khiển 423 có thể được tạo kết cấu để kích hoạt bộ định vị tự động (không được thể hiện) hoặc cơ cấu bằng tay có thể được sử dụng để điều chỉnh vị trí nghiêng xuống của trục cán nghiêng xuống dưới theo phương thẳng đứng sao cho để điều khiển (hoặc điều chỉnh) ứng suất kéo chéo trung bình 431, 433, 435, 437 cắt qua dải thủy tinh 121.

Theo các ví dụ khác, một hoặc nhiều cặp trong số các cặp trục cán kéo 351, 361, 371, 379, 389, 397, 407, 415 có thể là trục cán mức ngang so với dải thủy tinh trong đó đường trục quay của trục cán kéo kéo dài gần như vuông góc với đường kéo của dải thủy tinh 121. Việc tạo ra một hoặc cả hai cặp trong số các cặp trục cán của thiết bị cán kéo là trục cán mức ngang có thể thích hợp nếu ứng suất kéo rộng theo đường chéo không cần thiết trên chiều rộng dải thủy tinh dọc theo các cặp trục cán.

Dưới đây các phương pháp trong quá trình sản xuất dải thủy tinh 121 sẽ được mô tả đối với thiết bị cán kéo 315 được thể hiện trên các hình vẽ từ FIG.13 đến FIG.19.

Tham chiếu đến FIG.13, 14, và 15, phương pháp có thể bao gồm các bước bố trí thiết bị cán kéo thứ nhất 349 bao gồm cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351. Theo ví dụ khác, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể có một cách tùy ý cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361.

Tham chiếu đến FIG.13, 14, và 16, phương pháp còn bao gồm các bước bố trí thiết bị cán kéo thứ hai 369 bao gồm cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351. Theo ví dụ khác, thiết bị cán kéo thứ hai 369 có thể có một cách tùy ý cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361.

Phương pháp còn bao gồm các bước bố trí thiết bị cán kéo thứ ba 387 bao gồm cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371. Theo ví dụ khác, thiết bị cán kéo thứ ba 387 có thể có một cách tùy ý cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379.

Tùy ý, phương pháp còn bao gồm các bước bố trí thiết bị cán kéo trung gian 405 bao gồm cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và bên trên dọc theo đường

kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389. Theo ví dụ khác, thiết bị cán kéo trung gian 405 có thể có một cách tùy ý cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 và bên trên dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397.

Phương pháp còn bao gồm các bước tạo ra dải thủy tinh 121 với chiều rộng “W” mở rộng giữa phần mép thứ nhất 105a và phần mép thứ hai 121b. Thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể được vận hành độc lập, ví dụ, bằng thiết bị điều khiển 423 mà không cần đầu vào từ thiết bị cán kéo thứ hai 369 hoặc đầu vào từ thiết bị cán kéo thứ ba 387, hoặc khi thiết bị cán kéo trung gian bất kỳ 405 được bố trí, mà không cần đầu vào từ thiết bị cán kéo trung gian 405. Ví dụ, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể được vận hành độc lập sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 355a, 355b) của cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 quay với mômen xoắn hầu như không đổi để kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Theo một ví dụ, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể được vận hành sao cho cả hai trục cán kéo (các chi tiết cán kéo 355a, 355b) của cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 quay với mômen xoắn hầu như không đổi.

Cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361, nếu được trang bị, cũng có thể được vận hành độc lập sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 363a, 363b) của cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 quay với mômen xoắn hầu như không đổi để kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Theo một ví dụ, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể được vận hành sao cho cả hai trục cán kéo (các chi tiết cán kéo 363a, 363b) của cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Như vậy, ứng suất kéo mong muốn 439 dọc theo đường kéo 353 có thể được duy trì trong dải thủy tinh 121 giữa đáy 70 và thiết bị cán kéo thứ nhất 349.

Phương pháp còn vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ hai 369 sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 373a, 373b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 quay với mômen xoắn hầu như không đổi để tiếp tục kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Theo một ví dụ, phương pháp có thể bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo thứ hai 369 sao cho cả hai trục cán kéo (các

chi tiết cán kéo 373a, 373b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 quay với mômen xoắn hầu như không đổi.

Cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379, nếu được trang bị, cũng có thể được vận hành độc lập sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 381a, 381b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 quay với mômen xoắn hầu như không đổi để kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Theo một ví dụ, thiết bị cán kéo thứ hai 369 có thể được vận hành sao cho cả hai trục cán kéo (các chi tiết cán kéo 381a, 381b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Như vậy, ứng suất kéo mong muốn 441 dọc theo đường kéo 353 có thể được duy trì trong dải thủy tinh 121 giữa thiết bị cán kéo thứ nhất 349 và thiết bị cán kéo thứ hai 369.

Phương pháp còn vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ ba 387 sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 391a, 391b) của cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 quay với vận tốc góc hầu như không đổi để tiếp tục kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Theo một ví dụ, phương pháp có thể bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo thứ ba 387 sao cho cả hai trục cán kéo (các chi tiết cán kéo 391a, 391b) của cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 quay với vận tốc góc hầu như không đổi.

Cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397, nếu được trang bị, cũng có thể được vận hành độc lập sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 399a, 399b) của cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 quay với vận tốc góc hầu như không đổi để tiếp tục kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Theo một ví dụ, phương pháp có thể bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo thứ ba 387 sao cho cả hai trục cán kéo (các chi tiết cán kéo 399a, 399b) của cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 quay với vận tốc góc hầu như không đổi. Như vậy, ứng suất kéo mong muốn 443 dọc theo đường kéo 353 có thể được duy trì trong dải thủy tinh 121 giữa thiết bị cán kéo thứ hai 369 và thiết bị cán kéo thứ ba 387.

Khi được thực hiện, phương pháp còn vận hành độc lập thiết bị cán kéo trung gian 405 sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 409a, 409b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 quay với mômen xoắn hầu như không đổi để tiếp tục kéo phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353 (xem

FIG.18 và FIG.19). Theo một ví dụ, phương pháp có thể bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo trung gian 405 sao cho cả hai trục cán kéo (các chi tiết cán kéo 409a, 409b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 quay với mômen xoắn hầu như không đổi.

Cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415, nếu được trang bị, cũng có thể được vận hành độc lập sao cho ít nhất một trục cán kéo (chi tiết cán kéo 417a, 417b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415 quay với mômen xoắn hầu như không đổi để tiếp tục kéo phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Theo một ví dụ, phương pháp có thể bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo trung gian 405 sao cho cả hai trục cán kéo (các chi tiết cán kéo 417a, 417b) của cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415 quay với mômen xoắn hầu như không đổi. Như vậy, ứng suất kéo mong muốn 445 dọc theo đường kéo 353 có thể được duy trì trong dải thủy tinh 121 giữa thiết bị cán kéo thứ hai 169 và thiết bị cán kéo trung gian 405 và ứng suất kéo mong muốn 447 dọc theo đường kéo 353 có thể được duy trì trong dải thủy tinh 121 giữa thiết bị cán kéo trung gian 405 và thiết bị cán kéo thứ ba 387.

Mặc dù phương án thực hiện làm các ví dụ mô tả thiết bị cán kéo thứ nhất 349 được vận hành ở chế độ mômen xoắn không đổi, thiết bị cán kéo thứ hai 369 được vận hành ở chế độ mômen xoắn không đổi, thiết bị cán kéo thứ ba 387 vận hành trong chế độ vận tốc góc không đổi, và thiết bị cán kéo trung gian 405 được vận hành ở chế độ mômen xoắn không đổi, sáng chế không bị giới hạn ở các chế độ này. Tức là, mỗi thiết bị trong số các thiết bị cán kéo có thể được vận hành trong chế độ mômen xoắn không đổi hoặc chế độ vận tốc góc không đổi. Ví dụ, thiết bị cán kéo có thể được vận hành trong các sơ đồ điều khiển của bảng 1. Ví dụ, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể là được vận hành ở chế độ mômen xoắn không đổi, thiết bị cán kéo thứ hai 369 có thể là vận hành trong chế độ vận tốc góc không đổi, thiết bị cán kéo thứ ba 387 vận hành trong chế độ vận tốc góc không đổi, và thiết bị cán kéo trung gian 405, nếu được trang bị, vận hành trong chế độ vận tốc góc không đổi trong sơ đồ điều khiển “C” của bảng 1.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước tách tuần tự các tấm thủy tinh 347a, 347b ra khỏi dải thủy tinh 121 trong một khoảng thời gian ở vị trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389. Ví dụ, như được thể hiện

trên FIG.13 và FIG.14, thiết bị tách 319 có thể được kích hoạt một cách định kỳ để tách tuần tự các tấm thủy tinh 347a, 347b khi dải thủy tinh 121 được kéo từ bể chế tạo 60.

FIG.20 thể hiện lực không đổi ở hai tầng khác nhau, ví dụ, đường cong 449 thể hiện lực không đổi ở thiết bị cán kéo thứ nhất 349 trong vùng nhót 341 trên FIG.13 và đường cong 451 thể hiện lực không đổi ở thiết bị cán kéo thứ hai 369 trong vùng đông cứng (nhót-đàn hồi) 343 trên FIG.13. Thiết bị điều khiển 423 có thể được tạo cấu hình bởi người dùng để vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349 và thiết bị cán kéo thứ hai 369 ở lực không đổi theo thời gian. Do đó, dải thủy tinh 121 chịu các lực theo phương thẳng đứng không đổi từ đáy 70 đến trục cán thấp nhất của thiết bị cán kéo thứ ba 387.

Như được thể hiện trên FIG.13, trục cán thấp nhất của thiết bị cán kéo thứ ba 387, vận hành như trục cán điều khiển và vận hành ở vận tốc không đổi để điều khiển tốc độ của dải thủy tinh 121.

FIG.21 thể hiện đồ thị ví dụ của các lực được áp dụng vào dải thủy tinh 121 bằng cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397. Đường trục Y là lực (đơn vị pao) và trục X là thời gian (đơn vị giờ:phút). Một đồ thị 453 thể hiện lực được áp dụng vào dải thủy tinh 121 bằng cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 ở phần mép thứ nhất 121a trong khi đồ thị khác 455 thể hiện lực được áp dụng vào dải thủy tinh 121 bằng cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 ở phần mép thứ hai 121b. Các sơ đồ lực thể hiện mẫu hình răng cưa kết hợp với sự thay đổi dần trong trọng lượng của dải thủy tinh 121 do sự phát triển và sự thay đổi đột ngột trong trọng lượng của dải thủy tinh 121 do sự tách ra của tấm thủy tinh 347a khỏi dải thủy tinh 121. Do thiết bị cán kéo thứ ba 387 được bố trí phía dưới vùng nhót-đàn hồi 343 như mô tả bởi công thức độ nhót (Công thức 1), ở vùng đàn hồi 345 như được thể hiện trên FIG.13, cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397 cách ly sự lan truyền của các nhiễu loạn vào vùng nhót-đàn hồi (đông cứng) 343.

$$\frac{\eta(T)}{G} = 10000 \text{ sec} \quad [\text{Công thức 1}]$$

Trong đó độ nhót (η) có đơn vị Pa.s và mô đun cắt (G) có đơn vị Pa. Do đó η/G có đơn vị thời gian.

Như được thể hiện trên FIG.20 và 21, trong toàn bộ một khoảng thời gian, cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 và thứ hai 361 và cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và thứ hai 379 tác động lực hầu như không đổi vào các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353 và cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397 tác động lực biến thiên vào các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353.

FIG.22 thể hiện các cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397 của thiết bị cán kéo thứ ba 387, vốn là thiết bị cán kéo thấp nhất (hoặc thiết bị cán kéo điều khiển), tốc độ là hàm số của thời gian (giờ:phút) và thể hiện rằng tốc độ không đổi (mỗi dấu tích là 0,2 in-sơ/phút (50,8 mm/phút)) kiểm soát chiều dày dải thủy tinh 121 và duy trì các thuộc tính vượt trội. Tốc độ này được điều chỉnh một cách dễ dàng thông qua thiết bị điều khiển 423 để thu được các thông số kỹ thuật mong muốn của sản phẩm, như chiều dày.

Như được thể hiện trên FIG.13, dải thủy tinh 121 được kéo theo hướng kéo 457 dọc theo đường kéo 353. Quay trở lại FIG.20, FIG.21, và FIG.22, trong toàn bộ khoảng thời gian này, cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 và thứ hai 361 mỗi trục tác động lực hầu như không đổi (ví dụ, 8 pao) vào các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b tương ứng của dải thủy tinh 121 theo hướng ngược với hướng kéo 457. Trong toàn bộ khoảng thời gian này, cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và thứ hai 379 mỗi trục cũng tác động lực hầu như không đổi (ví dụ, 6 pao) vào các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b tương ứng của dải thủy tinh 121 theo hướng ngược với hướng kéo 457. Như được minh họa thêm, cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397 mỗi trục tác động lực biến thiên vào các phần mép thứ nhất 121a và thứ hai 121b tương ứng của dải thủy tinh 121 từ một hướng trong số hướng kéo 457 (ví dụ, từ khoảng 5 pao) đến hướng ngược với hướng kéo 457 (ví dụ, đến khoảng 18 pao). Như vậy, phần mép thứ nhất 121a được duy trì ứng suất kéo không đổi giữa cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351, cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371, và cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 trong toàn bộ khoảng thời gian này. Tương tự, phần mép thứ hai 121b được duy trì ứng suất kéo không đổi giữa cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361, cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379, và cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 trong toàn bộ khoảng thời gian này. Theo các ví dụ khác, tất cả các lực ở cả hai mép

121a, 121b có thể có thể tác động theo chiều dương hoặc chiều âm so với hướng kéo 457 tùy thuộc vào sự cài đặt thiết bị.

Như được thể hiện thêm trên FIG.21, các cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 và thứ hai 397 mỗi trục tác động lực biến thiên do vận tốc góc không đổi kết hợp với trục cán kéo 389, 397. Các mẫu hình 459, 461 của các rãnh 453, 455 thể hiện lực thay đổi khi dải thủy tinh 121 tăng về chiều dài trong khi các mẫu hình 463, 465 thể hiện sự thay đổi lực đột ngột mà xảy ra trong quá trình tách tấm thủy tinh 347a ra khỏi dải thủy tinh 121. Trong cùng khoảng thời gian này, mômen không đổi của cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 và thứ hai 361 có thể duy trì lực hầu như không đổi vào dải thủy tinh 121, và mômen không đổi của cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 371 và thứ hai 379 cũng có thể duy trì lực hầu như không đổi vào dải thủy tinh 121. Như vậy, các nhiễu loạn lực có thể được ngăn không bị truyền lên dải thủy tinh thành vùng đông cứng 343 trong đó các cường độ ứng suất và các khuyết tật bề mặt tương ứng có thể bị đông cứng một cách không mong muốn thành dải thủy tinh 121.

Như vậy, các phương pháp theo sáng chế có thể vận hành một cách độc lập thiết bị cán kéo thứ nhất 349 trong một khoảng thời gian sao cho cặp trục cán kéo phía trên thứ nhất 351 tác động lực hầu như không đổi vào phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Phương pháp có thể còn bao gồm bước vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ hai 369 trong một khoảng thời gian sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 371 tác động lực hầu như không đổi vào phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Phương pháp có thể còn bao gồm bước vận hành độc lập thiết bị cán kéo thứ ba 387 trong một khoảng thời gian sao cho ít nhất một trong cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 quay với vận tốc góc hầu như không đổi và cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389 tác động lực biến thiên vào phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Phương pháp có thể còn bao gồm bước tách tuần tự các tấm thủy tinh 347a ra khỏi dải thủy tinh 121 trong một khoảng thời gian ở vị trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía dưới thứ nhất 389.

Như được mô tả trên đây, thiết bị cán kéo thứ nhất 349 có thể có cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361. Theo ví dụ này, phương pháp có thể còn bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo thứ nhất 349 sao cho cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361 tác

động lực hầu như không đổi vào phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Như được nêu ra trước đó, thiết bị cán kéo thứ hai 369 có thể bao gồm cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo phía trên thứ hai 361. Phương pháp có thể còn bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo thứ hai 369 sao cho cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379 tác động lực hầu như không đổi vào phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Ngoài ra, như được nêu ra trước đó, thiết bị cán kéo thứ ba 387 có thể bao gồm cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 được bố trí bên dưới dọc theo đường kéo 353 từ cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 379. Theo ví dụ này, phương pháp có thể còn bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo thứ ba 387 sao cho ít nhất một trong số cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 quay với vận tốc góc hầu như không đổi và cặp trục cán kéo phía dưới thứ hai 397 tác động lực biến thiên vào phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước vận hành độc lập thiết bị cán kéo trung gian 405, khi được thực hiện, trong một khoảng thời gian sao cho ít nhất một trong số cặp trục cán kéo trung gian thứ nhất 407 tác động lực hầu như không đổi vào phần mép thứ nhất 121a của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353. Như được mô tả trên đây, thiết bị cán kéo trung gian 405 có thể có cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415. Theo ví dụ này, phương pháp có thể còn bao gồm bước vận hành thiết bị cán kéo trung gian 405 sao cho cặp trục cán kéo trung gian thứ hai 415 tác động lực hầu như không đổi vào phần mép thứ hai 121b của dải thủy tinh 121 dọc theo đường kéo 353.

Thiết bị cán kéo 315 có thể được sử dụng để cải thiện tính đồng nhất của ứng suất kéo chéo và/hoặc ứng suất kéo tám xuống trên dải thủy tinh mà giảm ứng suất dư và cải thiện độ phẳng thủy tinh trên dải thủy tinh đã được sản xuất. Cụ thể hơn là, thiết bị cán kéo 315 có thể được sử dụng để điều khiển và cải thiện tính đồng nhất của ứng suất kéo chéo và/hoặc ứng suất kéo tám xuống trong vùng mà ở đó dải thủy tinh đi qua vùng đông cứng nơi mà ứng suất và độ phẳng sản phẩm được thiết lập trong dải thủy tinh.

Theo phương án thực hiện làm ví dụ so sánh, thiết bị cán kéo có thể chỉ có thiết bị cán kéo trên và thiết bị cán kéo dưới. Ở thiết bị cán kéo so sánh này, lực kẹp để đạt được mômen xoắn không đổi cần thiết hoặc vận tốc không đổi ở thiết bị cán kéo trên

và thiết bị cán kéo dưới, một cách tương ứng, sẽ trở nên quá lớn đối với dải thủy tinh trọng lượng lớn, khiến cho lực kẹp giữa hai trục cán kéo sẽ làm gãy dải thủy tinh. Dải thủy tinh trọng lượng lớn có thể có mặt khi quá trình sản xuất các tấm thủy tinh lớn có chiều rộng lớn và chiều dài lớn và chiều dày nhỏ.

Ngoài ra, vận hành các cặp trục cán kéo phía trên, các cặp trục cán kéo trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, ở chế độ mômen xoắn gần như không đổi như đã mô tả bởi các phương án thực hiện làm ví dụ theo sáng chế và như được thể hiện bởi các đồ thị 449, 451 tạo ra thêm các ưu điểm so với vận hành các cặp trục cán kéo phía trên và các cặp trục cán kéo trung gian với vận tốc góc hầu như không đổi. Trước tiên, vận tốc góc không đổi của các cặp trục cán kéo phía trên và trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, có thể tạo ra các ứng suất kéo khác nhau ở các đường kính khác nhau trên trục cán. Ngược lại, vận hành các cặp trục cán kéo phía trên và trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, ở các mômen xoắn hầu như không đổi cho phép đạt được ứng suất kéo theo phương thẳng đứng đồng nhất theo thời gian. Thực vậy, vận hành với các mômen xoắn hầu như không đổi gần như bù cho độ mòn của trục cán. Các lực hơi thay đổi với đường kính trục cán khi trục cán mòn ở mômen xoắn không đổi, nhưng tác dụng là rất nhỏ. Sự điều khiển vận tốc có độ nhạy cao hơn nhiều với đường kính trục cán. Thứ hai, vận tốc góc không đổi của các cặp trục cán kéo phía trên và trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, có thể tạo ra độ khó để kết hợp với tốc độ tấm do độ bất ổn định về đường kính của trục cán. Ngược lại, vận hành các cặp trục cán kéo phía trên và trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, với mômen xoắn hầu như không đổi loại bỏ được nhu cầu về liên kết để thu được vận tốc góc riêng của trục cán. Thứ ba, vận hành các cặp trục cán kéo phía trên và trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, với mômen xoắn hầu như không đổi có thể tránh được nguy cơ bị oằn hoặc gãy mà có thể xảy ra khi cố gắng điều chỉnh tốc độ của các cặp trục cán kéo phía trên và trung gian, hoặc khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, để bù cho độ mòn trục cán. Thứ tư, vận hành các cặp trục cán kéo phía trên và trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, với mômen xoắn hầu như không đổi có thể tránh được nguy cơ bị nhảy trục cán nếu vận tốc góc không đổi quá chậm. Thứ năm, vận hành các cặp trục

cán kéo phía trên và trung gian, và khi được thực hiện, các cặp trục cán kéo trung gian, có thể tránh được độ biến thiên lực kéo quá lớn mà có thể xảy ra do trục cán chạy lệch tâm trong chế độ vận tốc góc không đổi.

Do vậy các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế cho phép độ kéo được tăng lên trên dải thủy tinh do sử dụng nhiều tầng trục cán bị dẫn. Do đó, các tấm lớn hơn, nặng hơn, và các tấm mỏng hơn với các bề mặt phẳng hơn có thể được sản xuất. Các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế cho phép dừng dụng cụ của thiết kế dạng môđun kéo dài một cách dễ dàng theo bốn hoặc nhiều hơn bốn tầng. Các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế cho phép thay thế trục cán bị dẫn ở các tầng mong muốn để tạo ra các lực kéo theo phương thẳng đứng và chéo cần thiết để duy trì dải thủy tinh phẳng qua vùng nhót-đàn hồi. Do đó, các vùng nhót-đàn hồi dài hơn và rộng hơn có thể thu được. Các phương án thực hiện làm ví dụ của sáng chế cho phép thay thế trục cán thấp nhất bên dưới vùng nhót-đàn hồi để duy trì lực theo phương thẳng đứng không đổi từ đáy qua vùng nhót-đàn hồi cũng như để cách ly vùng nhót-đàn hồi khỏi các nhiễu loạn phía dưới, ví dụ, các nhiễu loạn như tác động của sự phát triển dải và tách dải thành tấm.

Một số cụm chức năng, như thiết bị điều khiển, được mô tả trong bản mô tả này được gọi là các môđun, để nhấn mạnh sự bổ sung độc lập của chúng. Ví dụ, môđun có thể được bổ sung là mạch phần cứng bao gồm mạch VLSI tùy biến hoặc các mảng cổng, các chất bán dẫn có sẵn như các chip logic, các tranzito, hoặc các bộ phận rời rạc khác. Môđun có thể có thể được bổ sung vào các thiết bị phần cứng có thể lập trình như các mảng cổng trường có thể lập trình, logic mảng có thể lập trình, các thiết bị logic có thể lập trình hoặc các thiết bị tương tự. Môđun cũng có thể được bổ sung với các van, các pittông, bánh răng, các bộ phận nối, và các lò xo, hoặc tương tự.

Các môđun có thể có thể được bổ sung trong phần mềm để thực thi bởi nhiều loại bộ xử lý khác nhau. Ví dụ, môđun xác định của mã code thực thi có thể bao gồm một hoặc nhiều khối vật lý hoặc logic của các lệnh máy tính, mà có thể được nhóm thành, ví dụ, đối tượng, thủ tục hoặc hàm. Tuy nhiên, các lệnh có thể thực thi của môđun xác định không cần được định vị theo dạng thực thể với nhau, mà có thể bao gồm các lệnh khác loại được lưu trữ ở các vị trí khác nhau, khi được liên kết một cách logic với nhau, bao gồm môđun và đạt được mục đích đã nêu cho môđun.

Môđun của mã code thực thi có thể là một lệnh, hoặc nhiều lệnh, và có thể thậm chí được phân bố trên một số đoạn mã code khác nhau, trong số chương trình khác nhau, và trên một số bộ nhớ. Theo cách tương tự, dữ liệu hoạt động có thể được xác định và được minh họa ở đây bên trong các môđun, và có thể được thực hiện theo dạng thích hợp và được sắp xếp bên trong kiểu cấu trúc thích hợp bất kỳ. Dữ liệu hoạt động có thể được tập hợp thành một tập dữ liệu, hoặc có thể được phân bố trên các vị trí khác nhau bao gồm trên các thiết bị lưu trữ khác nhau.

Các chế phẩm thủy tinh

Các thủy tinh oxit nhôm-silic kiềm có khả năng trao đổi ion thích hợp, và các quy trình gia cường hóa học được sử dụng để đạt được các đặc tính độ bền cao và độ dai va đập cao trong các thủy tinh oxit nhôm-silic kiềm. Các thủy tinh oxit nhôm-silic kiềm là các thủy tinh có thể trao đổi ion cao độ khả năng chế tạo thủy tinh và thủy tinh chất lượng cao. Việc thay thế Al_2O_3 vào mạng thủy tinh oxit silic làm tăng độ khếch tán bên trong của các cation hoá trị một trong quá trình trao đổi ion. Bằng cách gia cường hóa học trong bể muối nóng chảy (ví dụ, KNO_3 hoặc NaNO_3), các thủy tinh có độ bền cao, độ dai va đập cao, và độ bền cao đối với nứt vỡ ấn lõm có thể đạt được.

Do đó, các thủy tinh oxit nhôm-silic kiềm với các đặc tính vật lý, độ bền hóa học, và khả năng trao đổi ion thích hợp đã được chú ý để sử dụng làm nắp che thủy tinh và/hoặc là một phần của các thiết bị điện tử tiêu dùng. Cụ thể là, các thủy tinh chứa oxit nhôm-silic lithi, mà có các nhiệt độ ủ và hóa mềm thấp hơn, các giá trị hệ số giãn nở nhiệt thấp (CTE), và khả năng trao đổi ion nhanh, được đề xuất ở đây. Qua khác nhau trao đổi ion các quy trình, ứng suất kéo trung tâm lớn hơn (CT), chiều sâu nén (DOC), và ứng suất nén cao (CS) có thể đạt được. Tuy nhiên, việc bổ sung lithi vào thủy tinh oxit nhôm-silic kiềm có thể làm giảm điểm nóng chảy hoặc điểm hóa mềm của thủy tinh. Do đó, sự cân bằng của các thành phần thủy tinh khác nhau mà cho phép thủy tinh thu được các lợi ích của việc bổ sung lithi vào chế phẩm thủy tinh, mà không gây ra tác động xấu đến chế phẩm thủy tinh được tạo ra ở đây.

Theo các phương án của các chế phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây, nồng độ của các thành phần cấu tạo (ví dụ, SiO_2 , Al_2O_3 , Li_2O , và tương tự) được tính theo %mol (mol%) dựa trên gốc oxit, trừ khi có quy định cụ thể. Các thành phần của chế phẩm thủy tinh oxit nhôm-silic chứa Li theo các phương án được mô tả riêng biệt dưới

đây. Cần hiểu rằng bất kỳ trong số các khoảng giá trị của một thành phần được nêu theo cách biến đổi có thể được kết hợp riêng biệt với khoảng bất kỳ trong số các khoảng giá trị của thành phần bất kỳ khác được nêu theo cách khác nhau.

Trong chế phẩm thủy tinh oxit nhôm-silic chứa Li làm ví dụ, SiO_2 là thành phần cấu tạo lớn nhất và, như vậy, SiO_2 là thành phần cấu tạo chính của mạng thủy tinh được tạo ra từ chế phẩm thủy tinh. Tinh khiết SiO_2 có CTE tương đối chậm và không có kiềm. Tuy nhiên, tinh khiết SiO_2 có điểm nóng chảy cao. Do đó, nếu nồng độ của SiO_2 trong chế phẩm thủy tinh là quá cao, khả năng chế tạo của chế phẩm thủy tinh có thể bị giảm bớt do nồng độ cao hơn của SiO_2 làm tăng độ khó để làm nóng chảy thủy tinh, mà, theo đó, tác động xấu đến khả năng chế tạo của thủy tinh. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh nói chung bao gồm SiO_2 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 60 % đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm SiO_2 với lượng lớn hơn hoặc bằng 62 mol%, lớn hơn hoặc bằng 64 mol%, lớn hơn hoặc bằng 66 mol%, lớn hơn hoặc bằng 68 mol%, lớn hơn hoặc bằng 70 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 72 mol%. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm SiO_2 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 72 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 70 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 68 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 66 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 64 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 62 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh bao gồm SiO_2 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 66 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 65 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 66 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 70 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Chế phẩm thủy tinh theo các phương án có thể còn bao gồm Al_2O_3 . Al_2O_3 có thể dùng làm chất tạo mạng thủy tinh, tương tự với SiO_2 . Al_2O_3 có thể tăng độ nhớt của chế phẩm thủy tinh do sự sắp xếp tứ diện của nó trong thủy tinh nóng chảy được tạo ra từ chế phẩm thủy tinh có kết cấu riêng, làm giảm khả năng chế tạo của chế phẩm thủy tinh khi lượng Al_2O_3 là quá cao. Tuy nhiên, khi nồng độ của Al_2O_3 được cân bằng so với nồng độ của SiO_2 và nồng độ của kiềm các oxit trong chế phẩm thủy tinh, Al_2O_3 có thể làm giảm nhiệt độ lỏng của thủy tinh nóng chảy, nhờ đó tăng cường độ nhớt lỏng và cải thiện độ tương hợp của chế phẩm thủy tinh với quy trình chế tạo nhất định,

như quy trình chế tạo dung hợp. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh nói chung bao gồm Al_2O_3 theo nồng độ bằng từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm Al_2O_3 với lượng lớn hơn hoặc bằng 8 mol%, lớn hơn hoặc bằng 9 mol%, lớn hơn hoặc bằng 10 mol%, lớn hơn hoặc bằng 11 mol%, lớn hơn hoặc bằng 12 mol%, lớn hơn hoặc bằng 13 mol%, lớn hơn hoặc bằng 14 mol%, lớn hơn hoặc bằng 15 mol%, lớn hơn hoặc bằng 16 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 17 mol%. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm Al_2O_3 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 17 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 15 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 14 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 13 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 10 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 9 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh bao gồm Al_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 8 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 17 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 9 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 10 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 11 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh bao gồm Al_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Giống như SiO_2 và Al_2O_3 , P_2O_5 có thể được bổ sung cho chế phẩm thủy tinh làm chất tạo mạng, từ đó làm giảm khả năng nấu chảy và khả năng chế tạo của chế phẩm thủy tinh. Do vậy P_2O_5 có thể được bổ sung với lượng mà không làm giảm quá mức các đặc tính này. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm P_2O_5 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm P_2O_5 với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 4,5

mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm P_2O_5 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm P_2O_5 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Giống như SiO_2 , Al_2O_3 , và P_2O_5 , B_2O_3 có thể được bổ sung cho chế phẩm thủy tinh làm chất tạo mạng, nhờ đó làm giảm khả năng nấu chảy và khả năng chế tạo của chế phẩm thủy tinh. Do vậy B_2O_3 có thể được bổ sung với lượng mà không làm giảm quá mức các đặc tính này. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm B_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% B_2O_3 đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm B_2O_3 với lượng lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 6 mol%, lớn hơn hoặc bằng 6,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 7 mol%, lớn hơn hoặc bằng 7,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 8 mol%, lớn hơn hoặc bằng 8,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 9 mol%, lớn hơn hoặc bằng 9,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 10 mol%, lớn hơn hoặc bằng 10,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 11 mol%, lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 12 mol%, lớn hơn hoặc bằng 12,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 13 mol%, lớn hơn hoặc bằng 13,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 14 mol%, lớn hơn hoặc bằng 14,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 15 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 15,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm B_2O_3 với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 15,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 15 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 14,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 14 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 13,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 13 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 12,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 11,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 10

mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 9 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 7 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh bao gồm B_2O_3 với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 14 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 13,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 13 mol%, lớn hơn hoặc bằng 6,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol%, lớn hơn hoặc bằng 7,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 8 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol%, lớn hơn hoặc bằng 8,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 9 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Các tác dụng của Li_2O trong chế phẩm thủy tinh được mô tả bên trên và được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Một phần, việc bổ sung lithi vào thủy tinh cho phép kiểm soát tốt hơn quá trình trao đổi ion và tiếp tục giảm bớt điểm hóa mềm của thủy tinh. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh nói chung bao gồm Li_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm Li_2O với lượng lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 6 mol%, lớn hơn hoặc bằng 6,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 7 mol%, lớn hơn hoặc bằng 7,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 8 mol%, lớn hơn hoặc bằng 8,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 9 mol%, lớn hơn hoặc bằng 9,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 10 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 10,5 mol%. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm Li_2O với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 10 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 9 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 7,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng

7 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh bao gồm Li_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10,5 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 6 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 6,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 9,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 9 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 7,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 8,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Theo các phương án, chế phẩm thủy tinh cũng có thể bao gồm các oxit kim loại kiềm khác với Li_2O , như Na_2O và K_2O , ví dụ. Na_2O nhằm tăng khả năng trao đổi ion của chế phẩm thủy tinh, và cũng làm tăng điểm nóng chảy của chế phẩm thủy tinh và cải thiện khả năng chế tạo của chế phẩm thủy tinh. Tuy nhiên, nếu quá nhiều Na_2O được bổ sung cho chế phẩm thủy tinh, hệ số giãn nở nhiệt (CTE) có thể là quá thấp, và điểm nóng chảy có thể là quá cao. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh nói chung bao gồm Na_2O với lượng từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm Na_2O với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol%. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm Na_2O với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh bao gồm Na_2O với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6

mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Giống như Na_2O , K_2O cũng thúc đẩy trao đổi ion và làm tăng DOC của lớp ứng suất nén. Tuy nhiên, CTE có thể là quá thấp, và điểm nóng chảy có thể là quá cao. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh hầu như không có kali. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hầu như không có” có nghĩa là thành phần không được bổ sung là thành phần của vật liệu dạng mẻ mặc dù thành phần có thể có mặt trong thủy tinh thành phẩm theo các lượng rất nhỏ là thành phần pha tạp, như nhỏ hơn 0,1 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, K_2O có thể có mặt trong chế phẩm thủy tinh với lượng nhỏ hơn 1 mol%.

MgO làm giảm độ nhớt của thủy tinh, để cải thiện khả năng chế tạo, điểm kéo căng và mô đun Young, và có thể cải thiện khả năng trao đổi ion. Tuy nhiên, khi quá nhiều MgO được bổ sung cho chế phẩm thủy tinh, tỷ trọng và CTE của chế phẩm thủy tinh tăng lên. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh nói chung bao gồm MgO theo nồng độ bằng từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm MgO với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 6 mol%. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm MgO với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh bao gồm MgO với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng

3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

CaO làm giảm độ nhớt của thủy tinh, để cải thiện khả năng chế tạo, điểm kéo căng và môđun Young, và có thể cải thiện khả năng trao đổi ion. Tuy nhiên, khi quá nhiều CaO được bổ sung cho chế phẩm thủy tinh, tỷ trọng và CTE của chế phẩm thủy tinh tăng lên. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh nói chung bao gồm CaO theo nồng độ bằng từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm CaO với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 4,5 mol%. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh bao gồm CaO với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh bao gồm CaO với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, từ lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm một cách tùy ý một hoặc nhiều chất tinh luyện. Theo một số phương án thực hiện, các chất tinh luyện có thể bao gồm, ví dụ, SnO₂. Theo các phương án thực hiện này, SnO₂ có thể có mặt trong chế phẩm thủy tinh với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,11 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, SnO₂ có thể có mặt trong chế phẩm thủy tinh với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

ZnO tăng cường khả năng trao đổi ion thủy tinh, như bằng cách làm tăng ứng suất nén của thủy tinh. Tuy nhiên, việc bổ sung quá nhiều ZnO có thể làm tăng tỷ trọng và gây ra sự tách pha. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm ZnO với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm ZnO với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm ZnO với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 mol%.

SrO làm giảm nhiệt độ lỏng của các vật phẩm thủy tinh đã được bộc lộ ở đây. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm SrO với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol%, như từ lớn hơn hoặc bằng 1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm SrO với lượng lớn hơn hoặc bằng 1 mol% hoặc lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm SrO với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 mol%.

Ngoài các thành phần riêng rẽ nêu trên, các chế phẩm thủy tinh theo các phương án đã được bộc lộ ở đây có thể bao gồm các cation oxit hoá trị hai với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Như được sử dụng trong bản mô tả này, các cation oxit hoá trị hai bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở MgO, CaO, SrO, BaO, FeO, và ZnO. Theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm các cation oxit hoá trị hai với lượng lớn hơn hoặc bằng 1 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3 mol%, lớn hơn hoặc bằng 3,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4 mol%, lớn hơn hoặc bằng 4,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 5,5 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 6 mol%. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm các cation oxit hoá trị hai với lượng nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, nhỏ

hơn hoặc bằng 5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2,5 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1 mol%. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm các cation oxit hoá trị hai với lượng từ lớn hơn hoặc bằng 1 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol%, lớn hơn hoặc bằng 1,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol%, lớn hơn hoặc bằng 2,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4,5 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 3,2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 3 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Theo các phương án thực hiện sáng chế tỷ lệ mol giữa $\text{Li}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}$ lớn hơn hoặc bằng 0,4, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm có mặt trong chế phẩm thủy tinh (ví dụ, $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$). Lượng Li_2O trong chế phẩm thủy tinh làm tăng CT, và cải thiện ứng suất nén biên dạng vật phẩm thủy tinh, mà có thể dẫn đến cơ tính cải thiện, như khả năng chịu vỡ cải thiện. Do đó, có tỷ số cao của Li_2O với các oxit kim loại kiềm khác, như lớn hơn hoặc bằng 0,4, tạo ra các cải tiến này. Theo một số phương án thực hiện, tỷ lệ mol của $\text{Li}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}$ lớn hơn hoặc bằng 0,5, lớn hơn hoặc bằng 0,6, lớn hơn hoặc bằng 0,7, lớn hơn hoặc bằng 0,8, lớn hơn hoặc bằng 0,9, hoặc bằng với khoảng 1. Theo một số phương án thực hiện, tỷ lệ mol của $\text{Li}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}$ ít hơn hoặc bằng với 1, nhỏ hơn hoặc bằng 0,9, nhỏ hơn hoặc bằng 0,8, nhỏ hơn hoặc bằng 0,7, nhỏ hơn hoặc bằng 0,6, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5. Theo các phương án thực hiện khác nữa, tỷ lệ mol của $\text{Li}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 0,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1, lớn hơn hoặc bằng 0,5 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1, lớn hơn hoặc bằng 0,6 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1, lớn hơn hoặc bằng 0,7 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1, lớn hơn hoặc bằng 0,8 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,9 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1 và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, tỷ lệ mol của $\text{Li}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 0,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,9, lớn hơn hoặc bằng 0,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,8, lớn hơn hoặc bằng 0,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,7, lớn hơn hoặc bằng 0,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,6, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,5.

Theo các phương án thực hiện sáng chế tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai và R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm có mặt trong chế phẩm thủy tinh. Có tỷ số tăng của Al_2O_3 với $\text{R}_2\text{O} + \text{RO}$ cải thiện nhiệt độ lỏng và độ nhớt của vật phẩm thủy tinh. Việc tạo ra tỷ số này lớn hơn hoặc bằng 0,9 tạo ra thủy tinh đặc hơn để bớt giòn hơn và có khả năng chịu vỡ cao hơn. Theo một số phương án thực hiện, tỷ lệ mol của $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 1, lớn hơn hoặc bằng 1,1, lớn hơn hoặc bằng 1,2, lớn hơn hoặc bằng 1,3, lớn hơn hoặc bằng 1,4, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1,5. Theo các phương án thực hiện khác, tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ ít hơn hoặc bằng với 1,5, nhỏ hơn hoặc bằng 1,4, nhỏ hơn hoặc bằng 1,3, nhỏ hơn hoặc bằng 1,2, nhỏ hơn hoặc bằng 1,1, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1. Theo các phương án thực hiện khác nữa, tỷ lệ mol của $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ từ lớn hơn hoặc bằng 0,9 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5, từ lớn hơn hoặc bằng 1 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5, từ lớn hơn hoặc bằng 1,1 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5, từ lớn hơn hoặc bằng 1,2 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5, từ lớn hơn hoặc bằng 1,3 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 1,4 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,5 và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, tỷ lệ mol của $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ từ lớn hơn hoặc bằng 0,9 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,4, lớn hơn hoặc bằng 0,9 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,3, lớn hơn hoặc bằng 0,9 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,2, lớn hơn hoặc bằng 0,9 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,1, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,9 đến nhỏ hơn hoặc bằng 1 và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, tổng lượng thành phần cấu tạo mạng $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$ lớn hơn hoặc bằng 80 mol%, như lớn hơn hoặc bằng 82 mol, lớn hơn hoặc bằng 84 mol%, lớn hơn hoặc bằng 86 mol%, lớn hơn hoặc bằng 88 mol%, lớn hơn hoặc bằng 90 mol%, lớn hơn hoặc bằng 92 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 94 mol%. Việc cung cấp lượng chất cấu tạo mạng cao làm tăng tỷ trọng thủy tinh, vốn làm giảm độ giòn và tăng khả năng chịu vỡ. Theo các phương án thực hiện khác, tổng lượng thành phần cấu tạo mạng ít hơn hoặc bằng với 94 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 92 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 90 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 88 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 86 mol%, nhỏ hơn hoặc bằng 84 mol%, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 82 mol%. Theo các phương án thực hiện khác nữa, tổng lượng thành phần cấu tạo mạng

nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 80 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 94 mol%, lớn hơn hoặc bằng 82 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 92 mol%, lớn hơn hoặc bằng 84 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 90 mol%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 86 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 88 mol%, và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Không giới hạn các hợp phần có thể được chọn từ mỗi một trong số các thành phần khác nhau nêu trên, theo một số phương án thực hiện, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 ; và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 66 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9. Theo các phương án thực hiện khác nữa, thủy tinh có thể bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 65 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9.

Theo các phương án thực hiện sáng chế vật phẩm thủy tinh có thể hầu như không có một hoặc cả hai chất trong số arsen và antimon. Theo các phương án thực hiện khác, vật phẩm thủy tinh có thể có một hoặc cả hai chất trong số arsen và antimon.

Các đặc tính vật lý của các chế phẩm thủy tinh oxit nhôm-silic chứa Li như được bộc lộ nêu trên sẽ được mô tả dưới đây. Các đặc tính được mô tả dưới đây thể hiện các kết quả của việc bổ sung lithi vào nhôm-silic oxit các thủy tinh hoặc các thủy tinh oxit nhôm-silic kiềm. Các đặc tính vật lý này có thể đạt được bằng cách điều chỉnh các lượng thành phần của chế phẩm thủy tinh oxit nhôm-silic chứa Li, như sẽ được mô tả chi tiết hơn có tham chiếu đến các ví dụ. Từ trước đến nay, tác dụng mà lithi tác động lên các đặc tính vật lý của các chế phẩm thủy tinh không được hiểu rõ ràng.

Các chế phẩm thủy tinh theo các phương án có thể có tỷ trọng từ lớn hơn hoặc bằng 2,20 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,50 g/cm³, như từ lớn hơn hoặc bằng 2,25 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,50 g/cm³, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 2,30 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,50 g/cm³, từ lớn hơn hoặc bằng 2,35 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,50 g/cm³, từ lớn hơn hoặc bằng 2,40 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,50 g/cm³, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 2,45 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,50 g/cm³. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể có tỷ trọng từ lớn hơn hoặc bằng 2,20 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,45 g/cm³, từ lớn hơn hoặc bằng 2,20 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,40 g/cm³, từ lớn hơn hoặc bằng 2,20 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,35 g/cm³, từ lớn hơn hoặc bằng 2,20 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,30 g/cm³, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 2,20 g/cm³ đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,25 g/cm³ và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Nói chung, đối với các cation kim loại kiềm lớn hơn, có tỷ khối cao hơn, như Na⁺ hoặc K⁺, được thay bằng các cation kim loại kiềm nhỏ hơn, như Li⁺, trong chế phẩm thủy tinh oxit nhôm-silic kiềm, tỷ trọng chế phẩm thủy tinh giảm. Do đó, lượng lithi trong chế phẩm thủy tinh càng cao, chế phẩm thủy tinh sẽ càng giảm tỷ khối. Các giá trị tỷ trọng được viện dẫn trong bản mô tả này là nói đến giá trị như được đo bằng phương pháp nổi theo tiêu chuẩn ASTM C693-93(2013).

Điểm kéo căng, điểm ủ, và điểm hóa mềm của các chế phẩm thủy tinh cũng có thể bị ảnh hưởng bởi lượng lithi trong chế phẩm thủy tinh. Khi lượng lithi trong chế phẩm thủy tinh tăng lên, thì lượng các cation kim loại kiềm khác, lớn hơn, như Na⁺ và

K^+ , giảm xuống. Theo các phương án thực hiện sáng chế, điểm kéo căng của các chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 450°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 625°C , như từ lớn hơn hoặc bằng 475°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 600°C , từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 575°C , từ lớn hơn hoặc bằng 515°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 560°C , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 530°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 550°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, điểm kéo căng của chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 560°C , như từ lớn hơn hoặc bằng 510°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 560°C , từ lớn hơn hoặc bằng 520°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 560°C , từ lớn hơn hoặc bằng 530°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 560°C , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 540°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 560°C . Theo các phương án thực hiện khác nữa, điểm kéo căng của chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 555°C , từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 550°C , từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 540°C , từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 530°C , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 520°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Điểm kéo căng các giá trị được viện dẫn trong bản mô tả này là nói đến giá trị như được đo bằng phương pháp kéo dài sợi theo tiêu chuẩn ASTM C336-71(2015).

Theo các phương án thực hiện sáng chế, điểm ủ của các chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 500°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 675°C , như từ lớn hơn hoặc bằng 525°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 650°C , từ lớn hơn hoặc bằng 550°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 625°C , từ lớn hơn hoặc bằng 565°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 615°C , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 580°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 600°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, điểm ủ của chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 550°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 625°C , như từ lớn hơn hoặc bằng 560°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 625°C , từ lớn hơn hoặc bằng 570°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 625°C , từ lớn hơn hoặc bằng 580°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 625°C , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 590°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 625°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, điểm ủ của chế

phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 550°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 615°C, từ lớn hơn hoặc bằng 550°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 610°C, từ lớn hơn hoặc bằng 550°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 600°C, từ lớn hơn hoặc bằng 550°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 590°C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 550°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 580°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Điểm ủ các giá trị được viện dẫn trong bản mô tả này là nói đến giá trị như được đo bằng phương pháp kéo dài sợi theo tiêu chuẩn ASTM C336-71(2015).

Theo các phương án thực hiện sáng chế, điểm hóa mềm của các chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 725°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 950°C, như từ lớn hơn hoặc bằng 750°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 925°C, từ lớn hơn hoặc bằng 775°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 900°C, từ lớn hơn hoặc bằng 800°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 875°C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 825°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 850°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, điểm hóa mềm của chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 750°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 925°C, như từ lớn hơn hoặc bằng 775°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 925°C, từ lớn hơn hoặc bằng 800°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 925°C, từ lớn hơn hoặc bằng 825°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 925°C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 850°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 925°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, điểm hóa mềm của chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 725°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 900°C, từ lớn hơn hoặc bằng 725°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 875°C, từ lớn hơn hoặc bằng 725°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 850°C, từ lớn hơn hoặc bằng 725°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 825°C, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 725°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 800°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Điểm hóa mềm các giá trị được viện dẫn trong bản mô tả này là nói đến giá trị như được đo bằng phương pháp kéo dài sợi theo tiêu chuẩn ASTM C338-93(2013).

Lượng lithi trong chế phẩm thủy tinh cũng có tác dụng lên độ nhớt lỏng của chế phẩm thủy tinh. Theo các phương án thực hiện sáng chế, độ nhớt lỏng ít hơn hoặc bằng với 300 kP, như nhỏ hơn hoặc bằng 275 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 250 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 225 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 200 kP, nhỏ hơn hoặc bằng 175 kP, hoặc nhỏ

hơn hoặc bằng 150 kP. Theo các phương án thực hiện khác, độ nhớt lỏng lớn hơn hoặc bằng 100 kP, lớn hơn hoặc bằng 125 kP, lớn hơn hoặc bằng 150 kP, lớn hơn hoặc bằng 175 kP, lớn hơn hoặc bằng 200 kP, lớn hơn hoặc bằng 225 kP, lớn hơn hoặc bằng 250 kP, hoặc lớn hơn hoặc bằng 275 kP. Theo các phương án thực hiện khác nữa, độ nhớt lỏng nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 100 kP đến nhỏ hơn hoặc bằng 300 kP, lớn hơn hoặc bằng 125 kP đến nhỏ hơn hoặc bằng 275 kP, lớn hơn hoặc bằng 150 kP đến nhỏ hơn hoặc bằng 250 kP, hoặc lớn hơn hoặc bằng 175 kP đến nhỏ hơn hoặc bằng 225 kP và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Độ nhớt lỏng các giá trị được xác định bằng phương pháp sau đây. Nhiệt độ lỏng thứ nhất của thủy tinh được đo theo tiêu chuẩn ASTM C829-81 (2015), có tiêu đề “Standard Practice for Measurement of Liquidus Temperature of Glass by the Gradient Furnace Method”. Tiếp theo, độ nhớt của thủy tinh ở nhiệt độ lỏng được đo theo tiêu chuẩn ASTM C965-96(2012), có tiêu đề “Standard Practice for Measuring Viscosity of Glass Above the Softening Point”.

Việc bổ sung lithi vào chế phẩm thủy tinh cũng ảnh hưởng đến môđun Young, môđun cắt, và tỷ số Poisson của chế phẩm thủy tinh. Theo các phương án thực hiện sáng chế, môđun Young của chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 67 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 82 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 70 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 80 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 72 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 78 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 74 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 76 GPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, môđun Young của chế phẩm thủy tinh có thể nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 66 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 68 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 70 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 72 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 74 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 76 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 78 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 80 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 82 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 GPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, môđun Young có thể nằm trong khoảng

từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 84 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 82 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 80 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 78 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 76 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 72 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 70 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 68 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 65 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 66 GPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Các giá trị môđun Young được viện dẫn trong bản mô tả này là nói đến giá trị như được đo bằng kỹ thuật quang phổ siêu âm cộng hưởng thuộc loại chung nêu trong tiêu chuẩn ASTM E2001-13, có tiêu đề “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts”.

Theo một số phương án, chế phẩm thủy tinh có thể có môđun cắt nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 26 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 34 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 27 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 33 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 28 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 32 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 29 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 31 GPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác chế phẩm thủy tinh có thể có môđun cắt từ lớn hơn hoặc bằng 26 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 27 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 28 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 29 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 31 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 32 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 33 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 34 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 GPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh có thể có môđun cắt từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 34 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 33 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 32 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 31 GPa, từ

lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 29 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 GPa, từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 27 GPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 25 GPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 26 GPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Các giá trị môđun cắt được viện dẫn trong bản mô tả này là nói đến giá trị như được đo bằng kỹ thuật quang phổ siêu âm cộng hưởng thuộc loại chung nêu trong tiêu chuẩn ASTM E2001-13, có tiêu đề “Standard Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic và Non-metallic Parts”.

Theo một hoặc nhiều phương án, các vật phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể có cấu trúc tế vi vô định hình và có thể về cơ bản không có tinh thể hoặc các tinh thể. Nói theo cách khác, các vật phẩm thủy tinh không bao gồm vật liệu thủy tinh-gốm.

Theo một số phương án thực hiện, chỉ số khúc xạ được đo ở bước sóng 589 nm của các thủy tinh khi được tạo thành đã được bộc lộ ở đây (“ $RI_{\text{khi được tạo thành}}$ ”) thấp hơn chỉ số khúc xạ ở bước sóng 589 nm của thủy tinh khi được gia nhiệt ở điểm ủ trong 1 giờ (“ $RI_{\text{ủ}}$ ”). Theo một số phương án thực hiện, $RI_{\text{ủ}} - RI_{\text{khi được tạo thành}}$ lớn hơn hoặc bằng 0,0003, lớn hơn hoặc bằng 0,0004, lớn hơn hoặc bằng 0,0005, lớn hơn hoặc bằng 0,0006, lớn hơn hoặc bằng 0,0007, lớn hơn hoặc bằng 0,0008, lớn hơn hoặc bằng 0,0009. Theo một số phương án thực hiện, $RI_{\text{ủ}} - RI_{\text{khi được tạo thành}}$ nằm trong khoảng từ 0,0003 đến 0,001, từ 0,0003 đến 0,0009, từ 0,0003 đến 0,0008, từ 0,0003 đến 0,0007, từ 0,0003 đến 0,0006, từ 0,0003 đến 0,0005, từ 0,0003 đến 0,0004, từ 0,0004 đến 0,001, từ 0,0004 đến 0,0009, từ 0,0004 đến 0,0008, từ 0,0004 đến 0,0007, từ 0,0004 đến 0,0006, từ 0,0004 đến 0,0005, từ 0,0005 đến 0,001, từ 0,0005 đến 0,0009, từ 0,0005 đến 0,0008, từ 0,0005 đến 0,0007, từ 0,0005 đến 0,0006, từ 0,0006 đến 0,001, từ 0,0006 đến 0,0009, từ 0,0006 đến 0,0008, từ 0,0006 đến 0,0007, từ 0,0007 đến 0,001, từ 0,0007 đến 0,0009, từ 0,0007 đến 0,0008, từ 0,0008 đến 0,001, từ 0,0008 đến 0,0009, hoặc từ 0,0009 đến 0,001. Như được sử dụng trong bản mô tả này thuật ngữ “khi được tạo thành” dùng để chỉ thủy tinh sau khi nó được tạo ra (tức là, sau quy trình nổi hoặc quy trình kéo xuống) và trước khi các hoạt động xử lý nhiệt bổ sung được thực hiện trên thủy tinh.

Như được nêu trên, theo các phương án thực hiện sáng chế, các chế phẩm thủy tinh oxit nhôm-silic chứa Li có thể được gia cường, như bằng cách trao đổi ion, khiến cho thủy tinh có khả năng chống vỡ dùng cho các ứng dụng như, nhưng không chỉ giới hạn ở, thủy tinh dùng cho các nắp che màn hiển thị. Tham chiếu đến FIG.23, thủy tinh có vùng thứ nhất bên dưới ứng suất nén (ví dụ, các lớp nén thứ nhất và thứ hai 520, 522 trên FIG.23) kéo dài từ bề mặt đến chiều sâu nén (DOC) của thủy tinh và vùng thứ hai (ví dụ, vùng giữa 530 trên FIG.23) bên dưới ứng suất kéo hoặc ứng suất kéo trung tâm (CT) kéo dài từ DOC vào vùng giữa hoặc vùng bên trong của thủy tinh. Như được sử dụng trong bản mô tả này, DOC dùng để chỉ chiều sâu mà ở đó ứng suất bên trong vật phẩm thủy tinh thay đổi từ ứng suất nén thành ứng suất kéo. Ở DOC, ứng suất thay đổi từ ứng suất dương (nén) thành ứng suất âm (kéo) và do vậy có giá trị ứng suất bằng không.

Theo quy ước thường được sử dụng trong lĩnh vực kỹ thuật này, độ nén hoặc ứng suất nén được biểu diễn là ứng suất âm (< 0) và độ kéo hoặc ứng suất kéo được biểu diễn là ứng suất dương (> 0). Tuy nhiên, trong toàn bộ bản mô tả này, CS được biểu diễn là giá trị dương hoặc trị tuyệt đối – tức là, như đã được nêu ở đây, $CS = |CS|$. Ứng suất nén (CS) có giá trị tối đa ở bề mặt của thủy tinh, và CS biến thiên theo khoảng cách d từ bề mặt theo một hàm số. Lại tham chiếu đến FIG.23, đoạn thứ nhất 520 kéo dài từ bề mặt thứ nhất 510 đến chiều sâu d_1 và đoạn thứ hai 522 kéo dài từ bề mặt thứ hai 512 đến chiều sâu d_2 . Với nhau, các đoạn này xác định độ nén hoặc CS của thủy tinh 500. Ứng suất nén (bao gồm CS bề mặt) được đo bằng đồng hồ đo ứng suất bề mặt (FSM) nhờ sử dụng các thiết bị đang có trên thị trường như FSM-6000, được chế tạo bởi Orihara Industrial Co., Ltd. (Nhật Bản). Việc đo bề mặt ứng suất dựa vào số đo chính xác của hệ số quang ứng suất (SOC), mà liên quan đến tính lưỡng chiết của thủy tinh. Theo đó SOC được đo theo quy trình C (Phương pháp đĩa thủy tinh) được mô tả trong tiêu chuẩn ASTM C770-16, có tiêu đề “Standard Test Method for Measurement of Glass Stress-Optical Coefficient”, các nội dung của nó được đưa vào trong bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Theo một số phương án thực hiện, CS nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 325 MPa đến

nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 350 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 375 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 400 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 425 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 450 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 475 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 500 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 525 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 550 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 575 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 600 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 625 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 650 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 675 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, CS nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 925 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 900 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 875 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 850 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 825 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 800 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 775 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 750 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 725 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 700 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 675 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 650 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 625 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 600 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 575 MPa, lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 550 MPa, hoặc lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 525 MPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Theo một hoặc nhiều phương án, các ion Na^+ và K^+ được trao đổi vào trong vật phẩm thủy tinh và các ion Na^+ khuếch tán đến chiều sâu sâu hơn vào trong vật phẩm thủy tinh so với các ion K^+ . Chiều sâu khuếch tán của các ion K^+ (“DOL kali”) là khác biệt với DOC do nó thể hiện chiều sâu của sự khuếch tán kali là kết quả của quá trình trao đổi ion. Theo một số phương án thực hiện, DOL kali thường nhỏ hơn

DOC cho các vật phẩm đã được mô tả ở đây DOL kali được đo nhờ sử dụng đồng hồ đo ứng suất bề mặt như đồng hồ đo ứng suất bề mặt FSM-6000 đang có trên thị trường, được chế tạo bởi Orihara Industrial Co., Ltd. (Japan), vốn dựa vào số đo chính xác của hệ số quang ứng suất (SOC), như được mô tả trên đây có dựa vào số đo CS. Theo một số phương án thực hiện, DOL kali của mỗi lớp trong số các lớp nén thứ nhất và thứ hai 520, 522 nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , như từ lớn hơn hoặc bằng 6 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 7 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 8 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 μm , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 9 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, DOL kali của mỗi lớp trong số các lớp nén thứ nhất và thứ hai 520, 522 nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 6 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 10 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 15 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 20 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 25 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, DOL kali của mỗi lớp trong số các lớp nén thứ nhất và thứ hai 520, 522 nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 μm , từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 μm , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 μm và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Ứng suất nén của cả hai bề mặt chính (510, 512 trên FIG.23) được cân bằng bởi ứng suất kéo được lưu trữ ở vùng giữa (530) của thủy tinh. Ứng suất kéo trung tâm tối đa (CT) và các giá trị DOC được đo nhờ sử dụng kỹ thuật phân cực ánh sáng phân tán (SCALP) đã biết trong lĩnh vực này. Phương pháp trường gần khúc xạ (RNF: Refracted near-field) hoặc SCALP có thể được sử dụng để đo biên dạng ứng suất. Khi phương pháp RNF được sử dụng để đo biên dạng ứng suất, giá trị CT tối đa mà được cung cấp bởi phương pháp SCALP được sử dụng trong phương pháp RNF. Cụ thể là, biên dạng ứng suất đo được bằng phương pháp RNF được cân bằng lực và được hiệu chuẩn với giá trị CT tối đa mà được cung cấp bởi phương pháp SCALP. Phương pháp RNF được mô tả trong patent Mỹ số 8,854,623, có tiêu đề “Các hệ thống và các

phương pháp để đo đặc tính biên dạng của mẫu thủy tinh”, mà toàn bộ nội dung của nó được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn. Cụ thể là, phương pháp RNF bao gồm bước đặt vật phẩm thủy tinh liền kề với khối tham chiếu, tạo ra chùm ánh sáng chuyển mạch phân cực mà được chuyển giữa các phân cực trực giao với tốc độ nằm trong khoảng 1 Hz và 50 Hz, đo lượng công suất trong chùm ánh sáng chuyển mạch phân cực và tạo ra tín hiệu tham chiếu chuyển mạch phân cực (tín hiệu mẫu), trong đó lượng công suất đo được trong mỗi phân cực trong số các phân cực trực giao nằm trong 50% so với nhau. Phương pháp còn bao gồm các bước truyền chùm ánh sáng chuyển mạch phân cực qua mẫu thủy tinh và khối tham chiếu đối với các chiều sâu khác nhau vào trong mẫu thủy tinh, sau đó chuyển tiếp chùm ánh sáng chuyển mạch phân cực đã truyền đến bộ tách tín hiệu quang nhờ sử dụng hệ thống quang học chuyển tiếp, với bộ tách tín hiệu quang tạo ra tín hiệu dò chuyển mạch phân cực. Phương pháp cũng bao gồm bước chia tín hiệu dò bởi tín hiệu tham chiếu (tín hiệu mẫu) để tạo ra tín hiệu dò chuẩn hóa và xác định đặc tính biên dạng của mẫu thủy tinh từ tín hiệu dò chuẩn hóa.

Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh có thể có CT tối đa từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, như từ lớn hơn hoặc bằng 35 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 125 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 40 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 120 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 45 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 115 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 50 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 110 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 55 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 105 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 60 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 95 MPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 70 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 90 MPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể có CT tối đa từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 35 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 40 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 45 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 50 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 55 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 60 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 65 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 70 MPa đến

nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 75 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 80 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 85 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 90 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 95 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 100 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 105 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 110 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 115 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 120 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 125 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh có thể có CT tối đa từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 125 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 120 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 115 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 110 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 105 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 95 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 90 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 85 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 80 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 75 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 70 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 65 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 60 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 55 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 50 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 45 MPa, từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 40 MPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 35 MPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể có CT tối đa từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án khác nữa, chế phẩm thủy tinh có thể có CT tối đa từ lớn hơn hoặc bằng 70 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng

75 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Như nêu trên, DOC được đo nhờ sử dụng kỹ thuật phân cực ánh sáng phân tán (SCALP) đã biết trong lĩnh vực này. DOC được cung cấp ở đây là một phần của chiều dày (t) của vật phẩm thủy tinh. Theo các phương án thực hiện sáng chế, các chế phẩm thủy tinh có thể có chiều sâu nén (DOC) từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, như từ lớn hơn hoặc bằng 0,17t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,23t, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 0,19t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,21t và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, chế phẩm thủy tinh có thể có DOC từ lớn hơn hoặc bằng 0,16 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,2t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,17t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,18t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,19t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,20t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,21t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,22t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,23t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 0,24t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25t và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, chế phẩm thủy tinh có thể có DOC từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,24t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,23t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,22t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,21t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,20t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,19t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,18t, từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,17t, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 0,15t đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,16t và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Các lớp ứng suất nén có thể được tạo thành trong thủy tinh bằng cách cho tiếp xúc thủy tinh với dung dịch trao đổi ion. Theo các phương án thực hiện sáng chế dung dịch trao đổi ion có thể là muối nitrat nóng chảy. Theo một số phương án thực hiện, dung dịch trao đổi ion có thể là KNO_3 nóng chảy, NaNO_3 nóng chảy, hoặc các kết hợp của chúng. Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm khoảng 100% KNO_3 nóng chảy, khoảng 90% KNO_3 nóng chảy, khoảng 80% KNO_3 nóng chảy, khoảng 70% KNO_3 nóng chảy, hoặc khoảng 60%

KNO_3 nóng chảy. Theo các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm khoảng 10% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 20% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 30% NaNO_3 nóng chảy, hoặc khoảng 40% NaNO_3 nóng chảy. Theo các phương án thực hiện khác, dung dịch trao đổi ion có thể bao gồm khoảng 80% KNO_3 nóng chảy và khoảng 20% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 75% KNO_3 nóng chảy và khoảng 25% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 70% KNO_3 nóng chảy và khoảng 30% NaNO_3 nóng chảy, khoảng 65% KNO_3 nóng chảy và khoảng 35% NaNO_3 nóng chảy, hoặc khoảng 60% KNO_3 nóng chảy và khoảng 40% NaNO_3 nóng chảy và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện sáng chế các muối natri và kali khác có thể được sử dụng trong dung dịch trao đổi ion, như, ví dụ các nitrit natri hoặc kali, các phosphat, hoặc các muối sulfat.

Chế phẩm thủy tinh có thể được tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion bằng cách nhúng vật phẩm thủy tinh được làm từ chế phẩm thủy tinh vào trong bể dung dịch trao đổi ion, phun xịt dung dịch trao đổi ion lên trên vật phẩm thủy tinh được làm từ chế phẩm thủy tinh, hoặc bằng cách khác tác động dung dịch trao đổi ion dưới dạng thực thể vào vật phẩm thủy tinh được làm từ chế phẩm thủy tinh. Ngay khi tiếp xúc với chế phẩm thủy tinh, dung dịch trao đổi ion có thể, theo các phương án, ở nhiệt độ từ lớn hơn hoặc bằng 400°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 500°C , như từ lớn hơn hoặc bằng 410°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 490°C , từ lớn hơn hoặc bằng 420°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 480°C , từ lớn hơn hoặc bằng 430°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 470°C , hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 440°C đến nhỏ hơn hoặc bằng 460°C và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện sáng chế chế phẩm thủy tinh có thể được tiếp xúc với dung dịch trao đổi ion trong khoảng thời gian từ lớn hơn hoặc bằng 4 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 48 giờ, như từ lớn hơn hoặc bằng 8 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 44 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 12 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 40 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 16 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 36 giờ, từ lớn hơn hoặc bằng 20 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 32 giờ, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 24 giờ đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 giờ và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Quá trình trao đổi ion có thể được tiến hành trong dung dịch trao đổi ion dưới các điều kiện quy trình mà tạo ra biên dạng ứng suất nén cải thiện như được bộc lộ, ví

dụ, trong công bố đơn sáng chế Mỹ số 2016/0102011, mà toàn bộ nội dung của nó được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn.

Các vật phẩm thủy tinh đã được bộc lộ ở đây cải thiện được độ chịu cào xước so với các thủy tinh khác. Như được sử dụng trong bản mô tả này, ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop là sự kích thích của nứt vỡ ngang (trong 3 hoặc nhiều hơn 3 trong số 5 sự kiện ấn lõm). Trong thử nghiệm ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop, các mẫu của các vật phẩm thủy tinh và các vật phẩm trước tiên được cào xước bằng thiết bị ấn lõm Knoop bằng tải động lực hoặc tải được đẩy mạnh để xác định khoảng giá trị lực tải kích thích nứt vỡ ngang cho mật độ mẫu. Ngay khi khoảng lực tải có thể áp dụng được xác định, một loạt các vết xước có lực tải tăng không đổi (tối thiểu bằng 3 hoặc hơn cho mỗi lực tải) được tiến hành để xác định ngưỡng cào xước Knoop. Khoảng giá trị ngưỡng cào xước Knoop có thể được xác định bằng cách so sánh mẫu thử nghiệm với một trong số ba chế độ sai hỏng sau đây: 1) các vết nứt vỡ bề mặt bên kéo dài hơn hai lần chiều rộng rãnh, 2) sự tổn hại nằm bên trong rãnh, nhưng có các vết nứt vỡ bề mặt bên nhỏ hơn hai lần chiều rộng rãnh và có sự tổn hại nhìn thấy được bằng mắt thường, hoặc 3) sự có mặt của các vết nứt vỡ ngang lớn ở bề mặt con lớn hơn hai lần chiều rộng rãnh và/hoặc có vết nứt vỡ trung bình ở đỉnh vết xước.

Theo các phương án thực hiện sáng chế các vật phẩm thủy tinh có thể có ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop từ lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, như từ lớn hơn hoặc bằng 6 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 22 N, từ lớn hơn hoặc bằng 8 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 N, từ lớn hơn hoặc bằng 10 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 N, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 12 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 N và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác, các vật phẩm thủy tinh có thể có ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop từ lớn hơn hoặc bằng 6 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 7 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 8 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 9 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 10 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 11 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 12 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 13 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 14 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn

hoặc bằng 15 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 16 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 17 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 18 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 19 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 20 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 21 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N, lớn hơn hoặc bằng 22 N, hoặc lớn hơn hoặc bằng 23 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, các vật phẩm thủy tinh có thể có ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop từ lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 23 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 22 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 21 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 19 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 17 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 15 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 14 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 13 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 10 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 9 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 8 N, lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 7 N, hoặc lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 N và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Các vật phẩm thủy tinh đã được bộc lộ ở đây cải thiện được độ bền ấn lõm so với các thủy tinh khác. Ngưỡng nứt vỡ ấn lõm (hoặc ngưỡng nứt vỡ ấn lõm Vickers) được đo bằng thiết bị ấn lõm Vicker. Ngưỡng nứt vỡ ấn lõm là số đo của khả năng chịu vỡ ấn lõm của thủy tinh. Thử nghiệm bao gồm việc sử dụng thiết bị ấn lõm tháp kim cương đáy hình vuông với góc bằng 136° giữa các mặt, được gọi là thiết bị ấn lõm Vicker. Thiết bị ấn lõm Vicker là giống với thiết bị được sử dụng trong thử nghiệm độ cứng tế vi tiêu chuẩn (xem tiêu chuẩn ASTM-E384-11). Tối thiểu năm mẫu được chọn để đại diện cho loại thủy tinh và/hoặc dẫn xuất quan tâm. Đối với mỗi mẫu kiểm tra, nhiều cụm gồm năm vết ấn lõm được đưa vào bề mặt mẫu kiểm tra. Mỗi cụm năm vết ấn lõm được đưa vào với lực tải định trước, với mỗi vết ấn lõm riêng rẽ được tách

tối thiểu bằng 5 mm và không gần hơn 5 mm với mép mẫu kiểm tra. Tỷ lệ của lực tải tác động/nhả tác động của thiết bị ấn lõm 50 kg/phút được sử dụng cho các lực tải thử nghiệm ≥ 2 kg. Đối với các lực tải thử nghiệm < 2 kg, tỷ lệ bằng 5 kg/phút được sử dụng. Thời gian dừng đều đặn (tức là thời gian giữ) bằng 10 giây ở lực tải mục tiêu được sử dụng. Lực tải duy trì máy điều khiển trong khoảng thời gian dừng đều đặn. Sau khoảng thời gian bằng ít nhất 12 giờ, các vết ấn lõm được kiểm tra dưới ánh sáng phản xạ nhờ sử dụng kính hiển vi ghép ở độ phóng đại 500X. Sự có mặt hoặc không có mặt của các vết nứt trung bình/xuyên tâm, hoặc sự nứt vỡ mẫu kiểm tra, sau đó được ghi lại cho mỗi vết ấn lõm. Lưu ý rằng sự tạo thành của các vết nứt vỡ ngang không được xem là chỉ báo về sự có mặt trạng thái ngưỡng, do sự tạo thành của các vết nứt trung bình/xuyên tâm đang được xem xét, hoặc sự nứt vỡ mẫu kiểm tra, cho thử nghiệm này. Giá trị ngưỡng mẫu kiểm tra được xác định là điểm giữa của tải ấn lõm liên tục thấp nhất mà giá đỡ lớn hơn 50% của ngưỡng đáp ứng các vết ấn lõm riêng rẽ. Ví dụ, nếu trong phạm vi mẫu kiểm tra riêng rẽ, 2 trên 5 (40%) các vết ấn lõm được tạo ra ở 5 kg lực tải có ngưỡng vượt quá, và 3 trên 5 (60%) các vết ấn lõm được tạo ra ở 6 kg lực tải có ngưỡng vượt quá, sau đó giá trị ngưỡng mẫu kiểm tra sẽ được xác định là điểm giữa của 5 và 6 kg, hoặc 5,5 kg. Giá trị ngưỡng trung bình mẫu kiểm tra được xác định là trung bình số học của tất cả các giá trị ngưỡng của mẫu kiểm tra riêng rẽ. Cùng với giá trị trung bình, khoảng giá trị (giá trị thấp nhất đến giá trị cao nhất) của tất cả các điểm giữa mẫu kiểm tra được báo cáo cho mỗi mẫu. Môi trường thử nghiệm sơ bộ, trong thử nghiệm và sau thử nghiệm được kiểm soát ở nhiệt độ $23 \pm 2^\circ\text{C}$ và $50 \pm 5\%\text{RH}$ để giảm thiểu sự biến thiên về trạng thái mỏi (ứng suất ăn mòn) của các mẫu thủy tinh. Cần lưu ý rằng khi thử nghiệm chế phẩm hoặc dẫn xuất không thích hợp đầu tiên, các lực tải ấn lõm được yêu cầu và số gia bù được xác định bằng cách thực hiện “tìm kiếm lặp lại nhiều lần”. Khi độ tương thích với tính năng của mẫu thu được, thử nghiệm sau đó có thể được bố trí hợp lý bằng cách chỉ thử nghiệm các lực tải nào gần ngưỡng được kỳ vọng, và sau đó chỉ “tăng cường” các lực tải ấn lõm bổ sung nếu cần.

Theo các phương án thực hiện sáng chế ngưỡng nứt vỡ ấn lõm lớn hơn hoặc bằng 15 kgf, như lớn hơn hoặc bằng 15,5 kgf, lớn hơn hoặc bằng 16 kgf, lớn hơn hoặc bằng 16,5 kgf, lớn hơn hoặc bằng 17 kgf, lớn hơn hoặc bằng 17,5 kgf, lớn hơn hoặc

bằng 18 kgf, lớn hơn hoặc bằng 18,5 kgf, lớn hơn hoặc bằng 19 kgf, lớn hơn hoặc bằng 19,5 kgf, lớn hơn hoặc bằng 20 kgf, lớn hơn hoặc bằng 15,5 kgf, lớn hơn hoặc bằng 20,5 kgf, lớn hơn hoặc bằng 21 kgf, lớn hơn hoặc bằng 21,5 kgf, lớn hơn hoặc bằng 22 kgf, lớn hơn hoặc bằng 22,5 kgf và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo một số phương án thực hiện, ngưỡng nứt vỡ ấn lõm ít hơn hoặc bằng với 28 kgf, nhỏ hơn hoặc bằng 27,5 kgf, nhỏ hơn hoặc bằng 27 kgf, nhỏ hơn hoặc bằng 26,5 kgf, nhỏ hơn hoặc bằng 26 kgf, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 25,5 kgf và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, ngưỡng nứt vỡ ấn lõm nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 16 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 17 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf từ lớn hơn hoặc bằng 18 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 19 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 20 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 21 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 22 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 23 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 24 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 25 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 26 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 27 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 28 kgf và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước. Theo các phương án thực hiện khác nữa, ngưỡng nứt vỡ ấn lõm nằm trong khoảng từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 27 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 26 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 25 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 23 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 22 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 21 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 20 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 19 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 kgf, từ lớn hơn hoặc bằng 17 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 26 kgf, hoặc từ lớn hơn hoặc bằng 15 kgf đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 kgf và tất cả các khoảng và khoảng con giữa các khoảng giá trị phía trước.

Các vật phẩm thủy tinh đã được bộc lộ ở đây có thể được kết hợp vào vật phẩm khác như vật phẩm có màn hiển thị (hoặc các vật phẩm hiển thị) (ví dụ, các thiết bị

điện tử tiêu dùng, bao gồm các điện thoại di động, máy tính bảng, các máy tính, các hệ thống hàng hải, và tương tự), các vật phẩm kiến trúc, phương tiện vận chuyển (ví dụ, ô tô, xe lửa, máy bay, tàu biển, v.v.), vật phẩm gia dụng, hoặc vật phẩm bất kỳ mà cần có một số đặc tính như độ trong suốt, độ chống xước, độ chống mòn hoặc sự kết hợp của chúng. Vật phẩm làm ví dụ kết hợp vật phẩm bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh đã được bộc lộ ở đây được thể hiện trên FIG.26A và 26B. Cụ thể là, FIG.26A và FIG.26B thể hiện thiết bị điện tử tiêu dùng 500 bao gồm vỏ 502 có mặt trước 504, mặt sau 506, và các bề mặt bên 508; các thành phần điện (không được thể hiện) mà ít nhất một phần bên trong hoặc toàn bộ nằm bên trong vỏ và bao gồm ít nhất bộ điều khiển, bộ nhớ, và màn hiển thị 510 ở hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và nền phủ 512 ở hoặc trên bề mặt trước của vỏ sao cho nó nằm trên màn hiển thị. Theo một số phương án thực hiện, ít nhất một trong số một phần của vỏ 502 hoặc nền phủ 512 có thể bao gồm bất kỳ trong số các vật phẩm thủy tinh đã được bộc lộ ở đây.

Như mô tả trước đó, các chế phẩm thủy tinh theo các phương án có thể được chế tạo bằng phương pháp thích hợp bất kỳ, như chế tạo bằng khe, chế tạo nổi, các quy trình cán, quy trình chế tạo dung hợp, v.v.

Vật phẩm thủy tinh làm ví dụ có thể khác biệt ở cách mà theo đó nó được tạo ra. Ví dụ, vật phẩm thủy tinh có thể khác biệt ở chỗ, có thể chế tạo nổi (tức là, tạo bởi quy trình nổi), có thể kéo xuống và, cụ thể là, có thể chế tạo dung hợp hoặc có thể kéo qua khe (tức là, tạo bởi quy trình kéo xuống như quy trình kéo dung hợp hoặc quy trình kéo qua khe).

Một số phương án của các vật phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể được chế tạo bởi quy trình kéo xuống. Các quy trình kéo xuống tạo ra các vật phẩm thủy tinh có chiều dày đồng đều mà có các bề mặt tương đối mới. Do độ bền uốn trung bình của vật phẩm thủy tinh được kiểm soát bởi lượng và kích cỡ của các vết nứt bề mặt, bề mặt mới mà có sự tiếp xúc tối thiểu có độ bền ban đầu cao hơn. Ngoài ra, các vật phẩm thủy tinh kéo xuống có bề mặt rất phẳng, trơn nhẵn mà có thể được sử dụng trong các ứng dụng đầu cuối của nó mà không cần thực hiện bước mài và đánh bóng có chi phí cao.

Một số phương án của các vật phẩm thủy tinh có thể được mô tả là phương pháp có thể chế tạo dung hợp (tức là, có thể chế tạo nhờ sử dụng quy trình kéo dung

hợp). Quy trình kéo dung hợp sử dụng bể kéo mà có kênh để nhận nguyên liệu thủy tinh nóng chảy. Kênh có các thành đập hở ở phía trên dọc theo chiều dài của kênh ở cả hai bên của kênh. Khi kênh chứa đầy vật liệu nóng chảy, thủy tinh nóng chảy chảy tràn qua các thành đập. Do trọng lực, thủy tinh nóng chảy chảy xuống các bề mặt bên ngoài của bể kéo thành hai màng thủy tinh đang chảy. Các bề mặt bên ngoài này của bể kéo kéo dài xuống và vào trong sao cho chúng hợp lại ở mép bên dưới bể kéo. Hai màng thủy tinh đang chảy hợp lại ở mép này để hòa vào nhau và tạo ra một dòng vật phẩm thủy tinh. Đường dung hợp được tạo ra ở nơi hai màng thủy tinh đang chảy hòa vào nhau. Sự có mặt của đường dung hợp là một cách để xác định vật phẩm thủy tinh được kéo dung hợp. Đường dung hợp có thể được xem là độ méo quang học khi thủy tinh được quan sát dưới kính hiển vi quang học. Phương pháp kéo dung hợp tạo ra các ưu điểm ở chỗ, do hai màng thủy tinh chảy qua kênh hòa hòa với nhau, các bề mặt bên ngoài của vật phẩm thủy tinh tạo thành không đến tiếp xúc với phần bất kỳ của thiết bị. Do vậy các đặc tính bề mặt của vật phẩm thủy tinh được kéo dung hợp không bị ảnh hưởng bởi sự tiếp xúc này.

Một số phương án của các vật phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể được chế tạo bởi quy trình kéo qua khe. Quy trình kéo qua khe khác với phương pháp kéo dung hợp. Trong các quy trình kéo qua khe, nguyên liệu thủy tinh nóng chảy được cấp đến bể kéo. Đáy của bể kéo có khe hở với vòi phun mà kéo dài theo chiều dài của khe. Thủy tinh nóng chảy chảy qua khe /vòi phun này và được kéo xuống dưới thành vật phẩm thủy tinh liên tục và vào vùng ủ.

Mệnh đề 1 bao gồm vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 , và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%.

Mệnh đề 2 bao gồm vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 66 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%.

Mệnh đề 3 bao gồm vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit: từ lớn hơn hoặc bằng 65 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ; từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol% Al_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol% Na_2O ; từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ; từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các cation oxit hoá trị hai tính theo mol%.

Mệnh đề 4 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ một trong số mệnh đề từ 2 đến 3, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 .

Mệnh đề 5 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh có độ nhớt lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 300 kP.

Mệnh đề 6 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm tỷ lệ mol của $\text{Li}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}$ lớn hơn hoặc bằng 0,4, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol%.

Mệnh đề 7 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm lớn hơn hoặc bằng 80 mol% $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$.

Mệnh đề 8 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol% SrO.

Mệnh đề 9 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh được tạo bởi quy trình chế tạo dung hợp.

Mệnh đề 10 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh được gia cường nhờ quá trình trao đổi ion, sao cho lớp ứng suất nén được tạo ra trên ít nhất một bề mặt của vật phẩm thủy tinh.

Mệnh đề 11 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 10, trong đó chiều sâu nén (DOC) lớn hơn hoặc bằng $0,15t$, trong đó t là chiều dày của vật phẩm thủy tinh.

Mệnh đề 12 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 10 hoặc 11, trong đó chiều sâu nén (DOC) từ lớn hơn hoặc bằng $0,15t$ đến nhỏ hơn hoặc bằng $0,25t$, trong đó t là chiều dày của vật phẩm thủy tinh.

Mệnh đề 12 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ một trong số mệnh đề từ 10 đến 12, trong đó vật phẩm thủy tinh có ứng suất kéo trung tâm từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa.

Mệnh đề 14 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 13, trong đó vật phẩm thủy tinh có ứng suất kéo trung tâm từ lớn hơn hoặc bằng 70 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 150 MPa.

Mệnh đề 15 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 13, trong đó vật phẩm thủy tinh có ứng suất kéo trung tâm từ lớn hơn hoặc bằng 30 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 100 MPa.

Mệnh đề 16 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ một trong số mệnh đề từ 10 đến 15, vật phẩm thủy tinh được gia cường nhờ quá trình trao đổi ion để bổ sung các ion kali vào vật phẩm thủy tinh và chiều dày lớp kali (DOL) từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm .

Mệnh đề 17 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ một trong số mệnh đề từ 10 đến 16, trong đó lớp ứng suất nén có ứng suất nén ở bề mặt của nó từ lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa.

Mệnh đề 18 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh có ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N.

Mệnh đề 19 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh có ngưỡng nứt vỡ ấn lõm lớn hơn hoặc bằng 15 kgf.

Mệnh đề 20 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% MgO.

Mệnh đề 21 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% CaO.

Mệnh đề 22 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol% ZnO.

Mệnh đề 23 bao gồm vật phẩm thủy tinh bao gồm Li_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , và độ nhớt lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 300 kP, trong đó RI_{li} – RI_{khi} được tạo thành lớn hơn hoặc bằng 0,0003, trong đó RI_{li} là chỉ số khúc xạ ở bước sóng 589 nm của thủy tinh được gia nhiệt ở điểm ủ của thủy tinh trong 1 giờ và RI_{khi} được tạo thành là chỉ số khúc xạ ở bước sóng 589 nm của thủy tinh khi được tạo thành.

Mệnh đề 24 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 23 còn bao gồm đường dung hợp.

Mệnh đề 25 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 23 hoặc 24, trong đó RI_{li} – RI_{khi} được tạo thành nằm trong khoảng từ 0,0003 đến 0,001.

Mệnh đề 26 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 23 hoặc 24, trong đó RI_{li} – RI_{khi} được tạo thành nằm trong khoảng từ 0,0005 đến 0,001.

Mệnh đề 27 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề 23 hoặc 24, trong đó RI_{li} – RI_{khi} được tạo thành lớn hơn hoặc bằng 0,0005.

Mệnh đề 28 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ một trong số mệnh đề từ 23 đến 27, bao gồm ít nhất một kim loại kiềm oxit (R_2O) hoặc cation oxit có hoá trị hai (RO), trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9.

Mệnh đề 29 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ một trong số mệnh đề từ 23 đến 28, trong đó trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm tỷ lệ mol của $\text{Li}_2\text{O}:\text{R}_2\text{O}$ lớn hơn hoặc bằng 0,4, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol%.

Mệnh đề 30 bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ một trong số mệnh đề từ 23 đến 29, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm lớn hơn hoặc bằng 80 mol% $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$.

Mệnh đề 31 bao gồm sản phẩm điện tử tiêu dùng, bao gồm: vỏ có bề mặt trước, bề mặt lưng, và các bề mặt bên; các thành phần điện được bố trí ít nhất một phần trong vỏ, các thành phần điện bao gồm ít nhất bộ điều khiển, bộ nhớ, và màn hiển thị, màn hiển thị được bố trí ở hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và nền phủ được bố trí bên trên màn hiển thị, trong đó ít nhất một phần của phần vỏ hoặc nền phủ bao gồm vật phẩm thủy tinh theo mệnh đề bất kỳ nêu trên.

Các ví dụ

Các phương án sẽ được mô tả thêm bởi các ví dụ sau đây. Cần hiểu rằng các ví dụ này không giới hạn ở các phương án thực hiện đã mô tả ở trên.

Các chế phẩm thủy tinh có các bộ phận được liệt kê trong bảng 2 dưới đây được chế tạo. Trong bảng 2, tất cả các thành phần được tính theo mol%.

Bảng 2

	Thủy tinh 1	Thủy tinh 2	Thủy tinh 3	Thủy tinh 4	Thủy tinh 5	Thủy tinh 6	Thủy tinh 7	Thủy tinh 8	Thủy tinh 9	Thủy tinh 10
Al ₂ O ₃	15,04	15,03	15,08	12,59	13,07	13,55	14,09	14,59	15,09	9,94
B ₂ O ₃	7,00	7,00	7,00	5,78	5,78	5,78	5,78	5,80	5,82	6,73
CaO	1,49	1,49	1,49	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,51	0,05
MgO	1,00	1,00	1,01	1,01	1,47	1,97	2,48	2,95	3,46	0,98
Na ₂ O	3,64	4,53	5,40	2,70	2,69	2,71	2,67	2,69	2,70	2,47
SiO ₂	62,64	62,76	62,84	69,37	68,36	67,35	66,29	65,25	64,23	73,38
SnO ₂	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Li ₂ O	8,00	7,00	6,00	6,87	6,96	6,97	7,00	7,03	7,00	6,28
SrO	1,00	1,01	1,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tỷ trọng (g/cm ³)				2,349	2,358	2,367	2,376	2,385	2,393	2,292
CTE (từ 0-300°C 10 ⁻⁷ /°C)				47,5	47,1	47	47,5	47,1	47,2	43,7
Kéo căng (°C)				568	571	573	575	580	581	546
Ủ (°C)				621	623	625	626	630	631	602
Làm mềm (°C)				882	879,3	874,3	866,6	864,6	862,7	897
Nhiệt độ lỏng (°C)				1140	1140	1160	1120	1160	1165	1125
độ nhớt lỏng (kP)										
Hệ số quang ứng suất (nm/mm/MPa)				3,299	3,281	3,234	3,195	3,199	3,127	3,518
Chỉ số khúc xạ				1,5036	1,5053	1,5075	1,5096	1,5113	1,5134	1,4933
môđun Young (GPa)										
	77,625	76,728	75,9	79,074	76,383	77,418	78,039	78,591	79,971	71,346
Môđun cắt (GPa)										
	31,464	31,05	30,981	32,43	31,464	27,6	32,016	31,74	32,568	29,532
Tỷ số Poisson	0,234	0,228	0,226	0,22	0,215	0,221	0,218	0,214	0,229	0,208

	Thủy tinh 11	Thủy tinh 12	Thủy tinh 13	Thủy tinh 14	Thủy tinh 15	Thủy tinh 16	Thủy tinh 17	Thủy tinh 18	Thủy tinh 19
Al ₂ O ₃	10,40	10,92	11,42	11,92	12,40	13,53	13,54	13,50	13,51
B ₂ O ₃	6,77	6,72	6,73	6,72	6,77	6,50	6,51	6,51	6,50
CaO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	1,49	1,50	1,50	1,50
MgO	1,46	1,96	2,44	2,90	3,40	1,48	1,97	2,45	2,92
Na ₂ O	2,44	2,41	2,45	2,46	2,44	2,37	2,38	2,41	2,40
SiO ₂	72,33	71,34	70,37	69,43	68,46	67,46	66,91	66,45	65,98
SnO ₂	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Li ₂ O	6,38	6,43	6,37	6,35	6,30	7,00	7,01	7,01	7,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tỷ trọng (g/cm ³)	2,303	2,316	2,325	2,336	2,345	2,359	2,365	2,369	2,374
CTE (từ 0-300°C 10 ⁻⁷ /°C)	43,7	43,4	43,8	44,2	44	45,8	46,3	47	46,8
Kéo căng (°C)	548	557	561	563	566	580	577	575	575
Ủ (°C)	603	612	615	615	617	634	629	626	625
Làm mềm (°C)	894,3	887,5	882,9	876,3	869,5	882,8	874,3	872,1	866,5
Nhiệt độ lỏng (°C)	1110	1115	1110	1085	1100				
độ nhớt lỏng (kP)									
Ứng suất Quang học Hệ số (nm/mm/MPa)	3,535	3,438	3,387	3,376	3,324	3,276	3,265	3,245	3,225
Chỉ số khúc xạ	1,4951	1,4970	1,4990	1,5010	1,5032	1,5065	1,5075	1,5083	1,5094
Môđun Young (GPa)	279,312	73,416	74,382	75,21	76,176	77,073	77,349	78,039	78,384
Môđun xé rách (GPa)	29,808	30,222	30,636	30,912	31,257	31,464	31,671	31,878	32,085
Tỷ số Poisson	0,212	0,215	0,214	0,217	0,22	0,224	0,222	0,223	0,220

	Thủy tinh 20	Thủy tinh 21	Thủy tinh 22	Thủy tinh 23	Thủy tinh 24	Thủy tinh 25	Thủy tinh 26	Thủy tinh 27
Al ₂ O ₃	13,58	13,60	12,70	14,14	14,46	15,08	15,51	15,64
B ₂ O ₃	6,51	6,50	6,39	6,26	6,44	6,13	6,36	6,34
CaO	1,50	1,51	1,44	1,52	1,49	1,50	1,50	1,46
MgO	3,43	3,92	1,90	1,98	1,96	1,97	1,97	1,90
Na ₂ O	2,42	2,42	2,41	2,42	2,42	2,42	2,39	2,42
SiO ₂	65,38	64,87	68,20	66,65	66,15	65,83	65,02	65,20
SnO ₂	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
Li ₂ O	7,01	7,00	6,80	6,86	6,92	6,91	7,06	6,87
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tỷ trọng (g/cm ³)	2,379	2,383	2,359	2,368	2,373	2,378	2,38	2,387
CTE (từ 0-300°C 10 ⁻⁷ /°C)	47,1	47,6	46,3	45,7	45,4	45,2	44,1	44,5
Kéo căng (°C)	572	573	569	576	584	587	593	590
Ủ (°C)	622	622	619	627	634	638	643	640
Làm mềm (°C)	856,6	853,7	866,6	871,8	875	877,3	878,5	872,6
Nhiệt độ lỏng (°C)			1140	1175	1230	1270	>1290	>1275
độ nhớt lỏng (kP)			48,59	27,53	10,34	5,44		
Hệ số quang ứng suất (nm/mm/MPa)	3,191	3,17	3,25	3,238	3,23	3,214	3,206	3,184
Chỉ số khúc xạ	1,5103	1,5113	1,5062	1,5081	1,5093	1,5102	1,5115	1,5123
Môđun Young (GPa)	78,729	79,074	76,866	77,625	78,177	78,177	79,005	79,902
Môđun cắt (GPa)	32,292	32,361	31,464	31,74	32,016	32,085	32,292	32,568
Tỷ số Poisson	0,220	0,223	0,222	0,223	0,22	0,217	0,223	0,228

	Thủy tinh 28	Thủy tinh 29	Thủy tinh 30	Thủy tinh 31	Thủy tinh 32	Thủy tinh 33	Thủy tinh 34	Thủy tinh 35
Al ₂ O ₃	15,45	15,19	9,62	15,18	15,21	15,18	15,23	15,23
B ₂ O ₃	3,85	4,97	10,09	5,33	5,31	5,38	5,38	5,34
CaO	0,03	0,04	1,50	0,04	0,04	0,04	0,96	1,18
MgO	1,12	1,81	0,51	2,01	2,05	2,06	2,10	2,06
Na ₂ O	5,01	4,78	0,10	4,75	4,74	4,74	3,95	3,71
SiO ₂	63,33	63,22	70,63	63,71	64,08	64,19	64,11	64,21
SnO ₂	0,05	0,06	0,03	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅	1,83	1,10	0,00	0,31	0,10	0,05	0,04	0,03
Li ₂ O	9,23	8,74	6,97	8,53	8,31	8,20	8,08	8,08
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tỷ trọng (g/cm ³)	2,37		2,297	2,371				
CTE (từ 0-300°C 10 ⁻⁷ /°C)			38,6					
Kéo căng (°C)			540	549				
Ủ (°C)			592	600				
Làm mềm (°C)			856,2					
Nhiệt độ lỏng (°C)	1145	1120	1060	1135	1125	1125	1115	1140
độ nhớt lỏng (kP)	34,90	40,74	262,93	29,43	34,71	34,18	35,64	24,46
Ứng suất Quang học Hệ số (nm/mm/MPa)			3,594					
Chỉ số khúc xạ			1,4967					
Môđun Young (GPa)			69,483					
Môđun cắt (GPa) (GPa)			28,635					
Tỷ số Poisson			0,214					

	Thủy tinh 36	Thủy tinh 37	Thủy tinh 38	Thủy tinh 39	Thủy tinh 40	Thủy tinh 41	Thủy tinh 42	Thủy tinh 43	Thủy tinh 44
Al ₂ O ₃	15,24	15,21	15,22	15,13	15,12	15,16	15,25	15,21	9,59
B ₂ O ₃	5,42	5,45	5,43	5,82	6,29	6,41	6,36	6,40	8,58
CaO	1,36	1,40	1,44	1,46	1,51	1,51	1,53	1,53	2,44
MgO	2,07	2,06	2,09	2,04	2,03	2,02	2,04	2,03	0,53
Na ₂ O	3,54	3,48	3,49	3,84	4,20	4,25	4,30	4,32	0,86
SiO ₂	64,11	64,18	64,18	63,74	63,08	63,19	63,41	63,41	71,31
SnO ₂	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00
Li ₂ O	8,07	8,02	7,96	7,78	7,59	7,28	6,96	6,96	6,08
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51
Tỷ trọng (g/cm ³)		2,381		2,379		2,378		2,377	2,323
CTE (từ 0-300°C 10 ⁻⁷ /°C)						54,4			40,5
Kéo căng (°C)		562				555			540
Ủ (°C)		609				603			590
Làm mềm (°C)						838,1			850,5
Nhiệt độ lỏng		1135							1050
Độ nhớt lỏng (kP)		25,10							294,38
Hệ số quang ứng suất (nm/mm/MPa)	3,199							3,215	3,47
Chỉ số khúc xạ	1,5110							1,5101	1,4992
Môđun Young (GPa)	31,67							75,969	72,105
Môđun cắt (GPa)	1,49							31,05	29,739
Tỷ số Poisson								0,222	0,21

	Thủy tinh 45	Thủy tinh 46	Thủy tinh 47	Thủy tinh 48	Thủy tinh 49	Thủy tinh 50	Thủy tinh 51	Thủy tinh 52	Thủy tinh 53
Al ₂ O ₃	9,58	9,61	10,54	15,10	15,17	15,13	15,13	15,11	15,05
B ₂ O ₃	8,56	8,64	5,79	6,65	6,73	6,76	5,79	4,81	7,58
CaO	1,48	1,49	1,48	1,50	1,51	1,48	1,50	1,49	1,48
MgO	1,52	0,53	0,52	1,03	1,04	1,02	1,03	1,02	1,03
Na ₂ O	0,87	0,87	1,75	3,48	4,33	5,28	3,49	3,50	3,46
SiO ₂	71,29	71,07	73,19	63,18	63,13	63,26	63,96	64,91	62,31
SnO ₂	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Li ₂ O	6,10	6,17	6,10	7,92	6,94	5,92	7,96	8,02	7,97
SrO	0,51	1,54	0,52	1,03	1,04	1,03	1,03	1,02	1,02
Tỷ trọng (g/cm ³)	2,317	2,338	2,332	2,402	2,402	2,404	2,405	2,409	2,396
CTE (từ 0-300°C 10 ⁻⁷ /°C)	39,7	41	41,6	54,8	55,3	57,2	54,6	54,7	54,8
Kéo căng (°C)	542	542	572	556	559	560	565	570	545
Ủ (°C)	592	592	629	604	607	609	613	620	592
Làm mềm	860,6	850	908,4	835,6	843,2	848,2	847,4	858,7	821,1
Nhiệt độ lỏng	1070	1065	1105	1100	1060	1070	1105	1150	1080
Độ nhớt lỏng (kP)	206,08	205,29	320,85	42,49	104,54	104,26	51,82	29,46	47,51
Hệ số quang học ứng suất (nm/mm/MP)	3,459	3,454	3,408	3,146	3,187	3,216	3,138	3,09	3,188
Chỉ số khúc xạ	1,4980	1,4995	1,4981	1,5140	1,5118	1,5104	1,5127	1,5133	1,5131
Môđun Young (GPa)	72,381	72,105	73,968	77,418	77,004	76,107	78,729	79,143	76,935
Môđun cắt (GPa)	29,739	29,601	30,567	31,395	31,326	31,05	32,016	32,223	31,188
Tỷ số Poisson	0,22	0,22	0,21	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

Tỷ trọng, điểm kéo căng, điểm ủ, điểm hóa mềm, hệ số quang ứng suất, môđun Young, và Môđun cắt được đo theo kỹ thuật đã mô tả ở trên. Hệ số giãn nở nhiệt tuyến tính (CTE) trên dải nhiệt độ 0 đến 300 C được xác định nhờ sử dụng dụng cụ đo độ nở thanh đẩy theo tiêu chuẩn ASTM E228-11. Tỷ số Poisson được đo bằng kỹ thuật quang phổ siêu âm cộng hưởng thuộc loại chung nêu trong tiêu chuẩn ASTM E2001-

13, có tiêu đề “Guide for Resonant Ultrasound Spectroscopy for Defect Detection in Both Metallic and Non-metallic Parts”.

Bảng 3 dưới đây thể hiện các đặc tính của các chế phẩm thủy tinh khác nhau mà được cung cấp trong bảng 2 nêu trên. Dung dịch trao đổi ion chế phẩm, nhiệt độ, và trong quá trình trao đổi ion cũng được cung cấp trong bảng 3. CT, DOC, CS, và DOL kali được ghi lại trong bảng 3 được xác định nhờ sử dụng kỹ thuật đo đã mô tả ở trên.

Bảng 3

	KNO ₃ %	NaNO ₃ %	T (°C)	thời gian (h)	Chiều dày (mm)	CT (MPa)	DOC (mm)	CS (MPa)	DOL kali (μm)
Thủy tinh 44	80	20	430	8	0,86	45,1	0,153	363,6	7,1
Thủy tinh 44	60	40	430	8	0,84	55,33	0,152	327,1	8,2
Thủy tinh 45	80	20	430	8	0,84	46,47	0,15	366,6	7,3
Thủy tinh 45	60	40	430	8	0,83	58,04	0,141	318,9	8,2
Thủy tinh 46	80	20	430	8	0,83	47,03	0,149	376,7	6,9
Thủy tinh 46	60	40	430	8	0,83	53,94	0,145	344,3	7,3
Thủy tinh 47	80	20	430	8	0,82	64,86	0,155	402,6	10,5
Thủy tinh 47	60	40	430	8	0,83	68,79	0,157	354,2	11,2
Thủy tinh 48	80	20	430	8	1	103	0,18		
Thủy tinh 48	60	40	430	8	1,004	108,72	0,163		
Thủy tinh 49	80	20	430	8	1,076	84,52	0,18		
Thủy tinh 49	60	40	430	8	1,077	93,61	0,179		
Thủy tinh 50	80	20	430	8	1,007	79,81	0,17		
Thủy tinh 50	60	40	430	8	0,999	84,8	0,171		
Thủy tinh 51	80	20	430	8	1,056	103,93	0,18		
Thủy tinh 51	60	40	430	8	1,061	110,51	0,18		
Thủy tinh 52	80	20	430	8	1,039	113,77	0,18		
Thủy tinh 52	60	40	430	8	1,025	121,15	0,179		
Thủy tinh 53	80	20	430	8	1,078	89,47	0,17		
Thủy tinh 53	60	40	430	8	1,07	96,96	0,176		

Ngoài dữ liệu nêu trên, ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop được thử nghiệm cho thủy tinh 49 như được bộc lộ trong bảng 2 nêu trên. Các kết quả của ngưỡng nứt vỡ ngang theo thử nghiệm rạch Knoop được thể hiện trên FIG.24. Như được thể hiện trên hình vẽ đó, ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop cao hơn ở Thủy tinh 49 so với trong các thủy tinh chứa lithi so sánh. Vật phẩm thủy tinh theo thủy tinh 49 được trao đổi ion trong bể muối nóng chảy chứa 20 % trọng lượng NaNO₃ và 80 % trọng lượng KNO₃ ở 430°C trong 10h. Thủy tinh so sánh 1 được trao đổi ion trong bể muối nóng chảy chứa 20% NaNO₃ và 80% KNO₃ ở 430°C trong 16h. Thủy tinh so sánh 2 được trao đổi ion trong bể muối nóng chảy chứa 49% NaNO₃ và 51% KNO₃ ở 380°C trong 3,75h. Mỗi một trong số các thủy tinh được tạo thành các tấm thủy tinh dày 0,8 mm. Các chế phẩm cho thủy tinh so sánh 1 và thủy tinh so sánh 2 được cung cấp trong bảng 4 dưới đây tính theo mol%.

Bảng 4

	Thủy tinh so sánh 1	Thủy tinh so sánh 2
Al_2O_3	12,78	15,67
B_2O_3	1,95	
MgO	2,98	
Na_2O	2,43	10,81
SiO_2	70,91	63,60
ZnO	0,89	1,16
P_2O_5		2,48
Li_2O	7,95	6,24
SnO_2	0,10	0,04

Ngoài ra, ngưỡng nứt vỡ ấn lõm được thử nghiệm cho thủy tinh 49 như được bộc lộ trong bảng 2 nêu trên. Các kết quả của thử nghiệm ngưỡng nứt vỡ ấn lõm được thể hiện trên FIG.25. Như được thể hiện trên hình vẽ đó, ngưỡng nứt vỡ ấn lõm trong thủy tinh 49 cao hơn so với trong các thủy tinh chứa lithi so sánh. Vật phẩm thủy tinh theo thủy tinh 49 được trao đổi ion trong bể muối nóng chảy chứa 20 % trọng lượng NaNO_3 và 80 % trọng lượng KNO_3 ở 430°C trong 10h. Thủy tinh so sánh 1 được trao đổi ion trong bể muối nóng chảy chứa 20% NaNO_3 và 80% KNO_3 ở 430°C trong 16h. Thủy tinh so sánh 2 được trao đổi ion trong bể muối nóng chảy chứa 49% NaNO_3 và 51% KNO_3 ở 380°C trong 3,75h. Mỗi một trong số các thủy tinh được tạo thành các tấm thủy tinh dày 0,8 mm.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rõ ràng rằng các biến thể và thay đổi khác nhau có thể được thực hiện cho các phương án thực hiện đã được mô tả ở đây mà không nằm ngoài ý tưởng và phạm vi của 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 thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit:

từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ;

từ lớn hơn 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ;

từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ;

nhỏ hơn hoặc bằng 0,2 mol% SnO_2 , và

từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các oxit cation hoá trị hai tính theo mol%.

2. Vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit:

từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 66 mol% SiO_2 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol% B_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ;

từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và

từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các oxit cation hoá trị hai tính theo mol%.

3. Vật phẩm thủy tinh bao gồm, dựa trên gốc oxit:

từ lớn hơn hoặc bằng 65 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol% Al_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ;

từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol% Na_2O ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và
 từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các oxit cation hoá trị hai tính theo mol%.

4. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 1, trong đó vật phẩm thủy tinh còn bao gồm, dựa trên gốc oxit:

từ lớn hơn hoặc bằng 60 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 66 mol% SiO_2 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 11,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 18 mol% Al_2O_3 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 3 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 8 mol% B_2O_3 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 2 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6 mol% Na_2O ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và
 và từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các cation oxit hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các oxit cation hoá trị hai tính theo mol%.

5. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 1, trong đó vật phẩm thủy tinh còn bao gồm, dựa trên gốc oxit:

từ lớn hơn hoặc bằng 65 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 74 mol% SiO_2 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 7 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 12 mol% Al_2O_3 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 16 mol% B_2O_3 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 4 mol% Na_2O ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 0 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5 mol% P_2O_5 ;
 từ lớn hơn hoặc bằng 5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 11 mol% Li_2O ; và
 từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 6,5 mol% các oxit cation hoá trị hai, trong đó tỷ lệ mol giữa $\text{Al}_2\text{O}_3:(\text{R}_2\text{O} + \text{RO})$ lớn hơn hoặc bằng 0,9, trong

đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol% và RO là tổng cộng của các oxit cation hoá trị hai tính theo mol%.

6. Vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm thủy tinh có độ nhớt lỏng nhỏ hơn hoặc bằng 300 kP.

7. Vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm tỷ lệ mol của $Li_2O:R_2O$ lớn hơn hoặc bằng 0,4, trong đó R_2O là tổng cộng của các oxit kim loại kiềm tính theo mol%.

8. Vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm lớn hơn hoặc bằng 80 mol% $Al_2O_3 + SiO_2 + B_2O_3 + P_2O_5$.

9. Vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm thủy tinh bao gồm từ lớn hơn hoặc bằng 0,5 mol% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2 mol% SrO .

10. Vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm thủy tinh được gia cường nhờ quá trình trao đổi ion, sao cho lớp ứng suất nén được tạo ra trên ít nhất một bề mặt của vật phẩm thủy tinh, và trong đó chiều sâu nén lớn hơn hoặc bằng 0,15t, trong đó t là chiều dày của vật phẩm thủy tinh.

11. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 10, trong đó vật phẩm thủy tinh được gia cường nhờ quá trình trao đổi ion để bổ sung các ion kali vào vật phẩm thủy tinh và chiều dày lớp kali (DOL) từ lớn hơn hoặc bằng 5 μm đến nhỏ hơn hoặc bằng 30 μm .

12. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 11, trong đó lớp ứng suất nén có ứng suất nén ở bề mặt của nó từ lớn hơn hoặc bằng 300 MPa đến nhỏ hơn hoặc bằng 950 MPa.

13. Vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 5, trong đó vật phẩm thủy tinh có ngưỡng nứt vỡ ngang theo phương pháp rạch Knoop lớn hơn hoặc bằng 5 N đến nhỏ hơn hoặc bằng 24 N.

14. Vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật phẩm thủy tinh có ngưỡng nứt vỡ ấn lõm lớn hơn hoặc bằng 15 kgf.

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

vỏ có bề mặt phía trước, bề mặt phía sau và các bề mặt bên;

các thành phần điện được bố trí ít nhất một phần trong vỏ, các thành phần điện bao gồm ít nhất bộ điều khiển, bộ nhớ, và màn hiển thị, màn hiển thị được bố trí ở hoặc liền kề với bề mặt trước của vỏ; và

chất nền che được bố trí trên màn hiển thị,

trong đó ít nhất một trong số một phần của vỏ hoặc nền phủ bao gồm vật phẩm thủy tinh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

1/27



FIG. 2

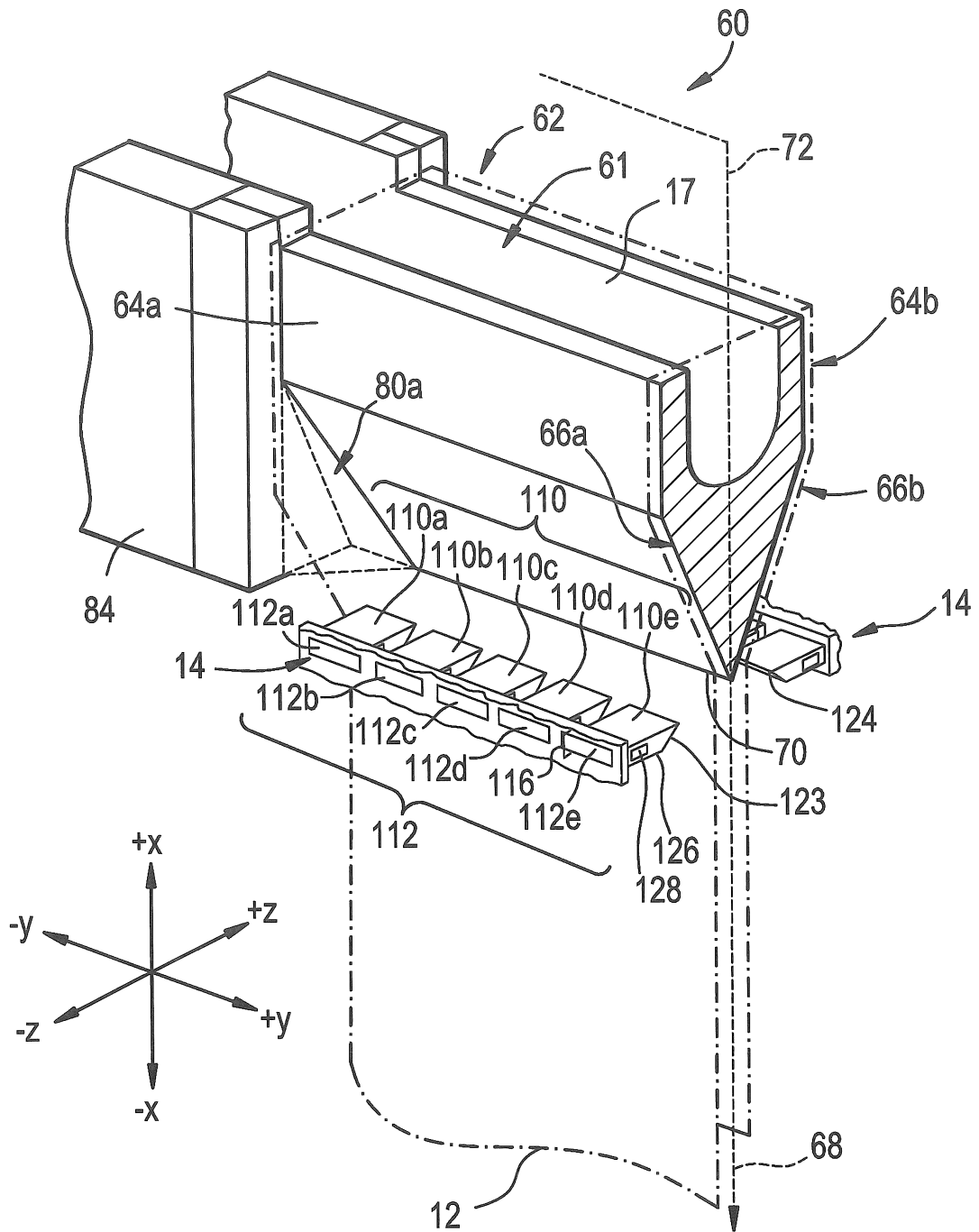


FIG. 3

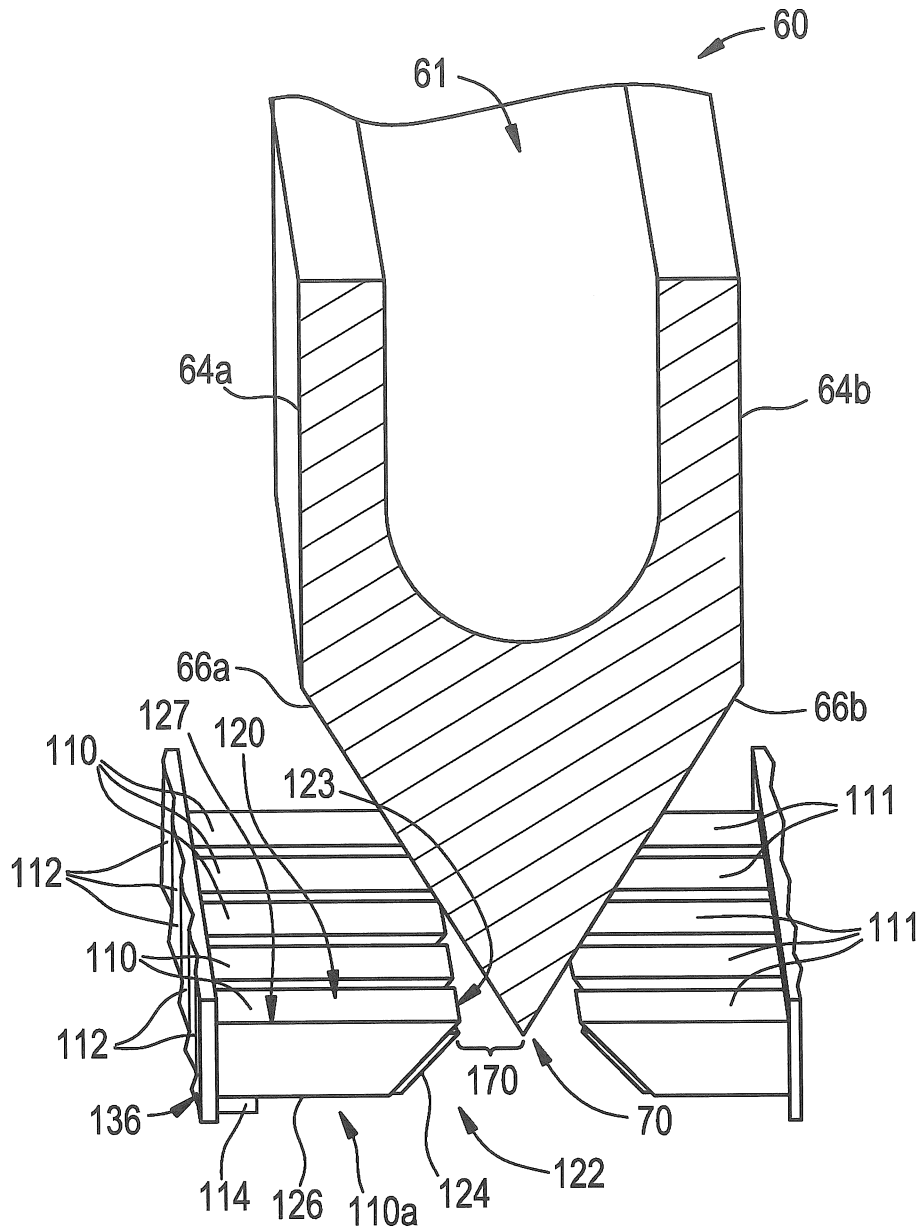


FIG. 4A

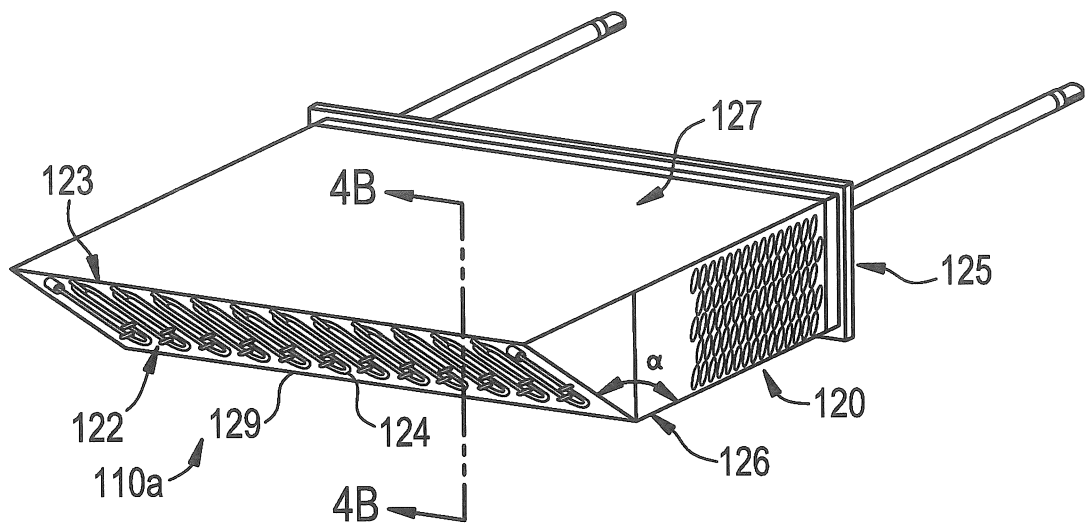


FIG. 4B

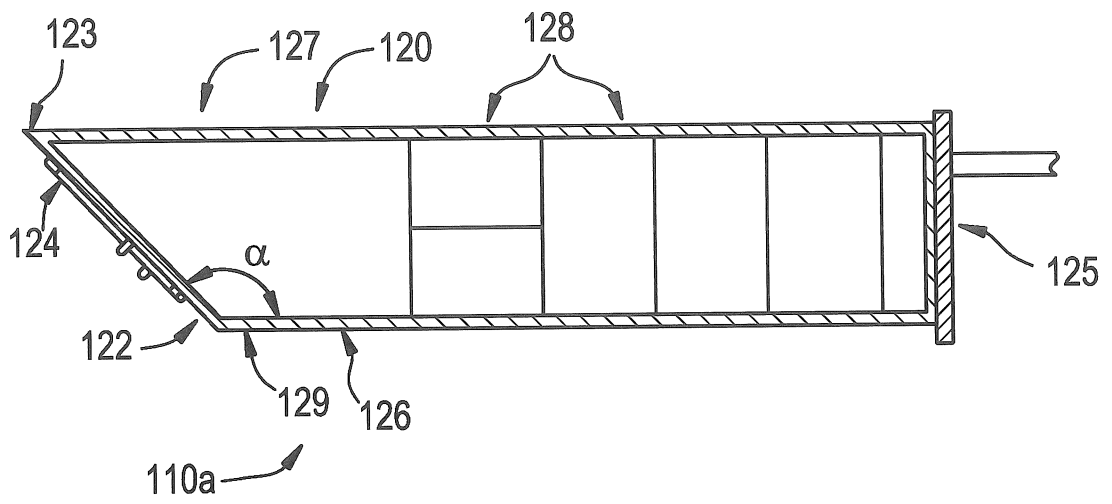


FIG. 5

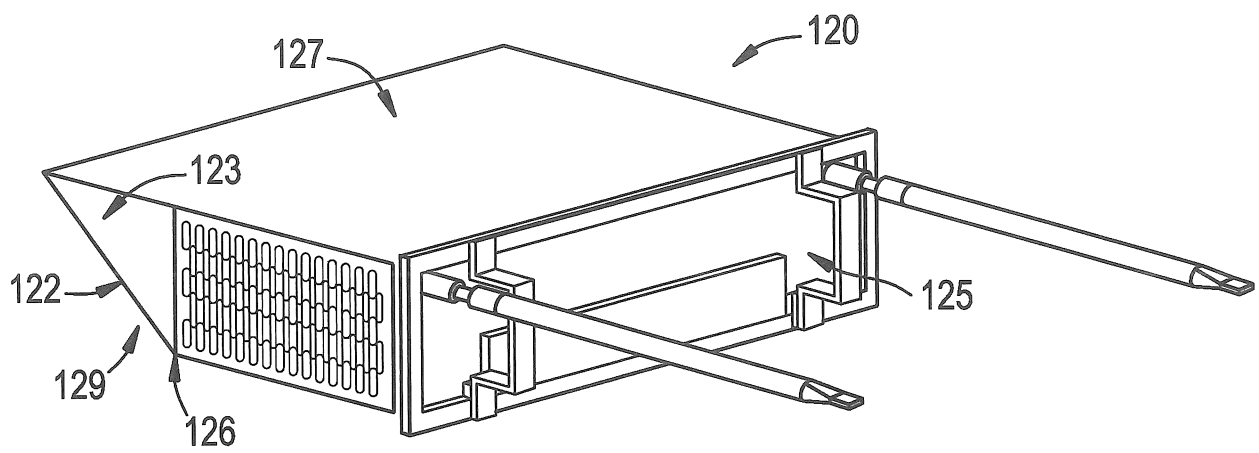


FIG. 6

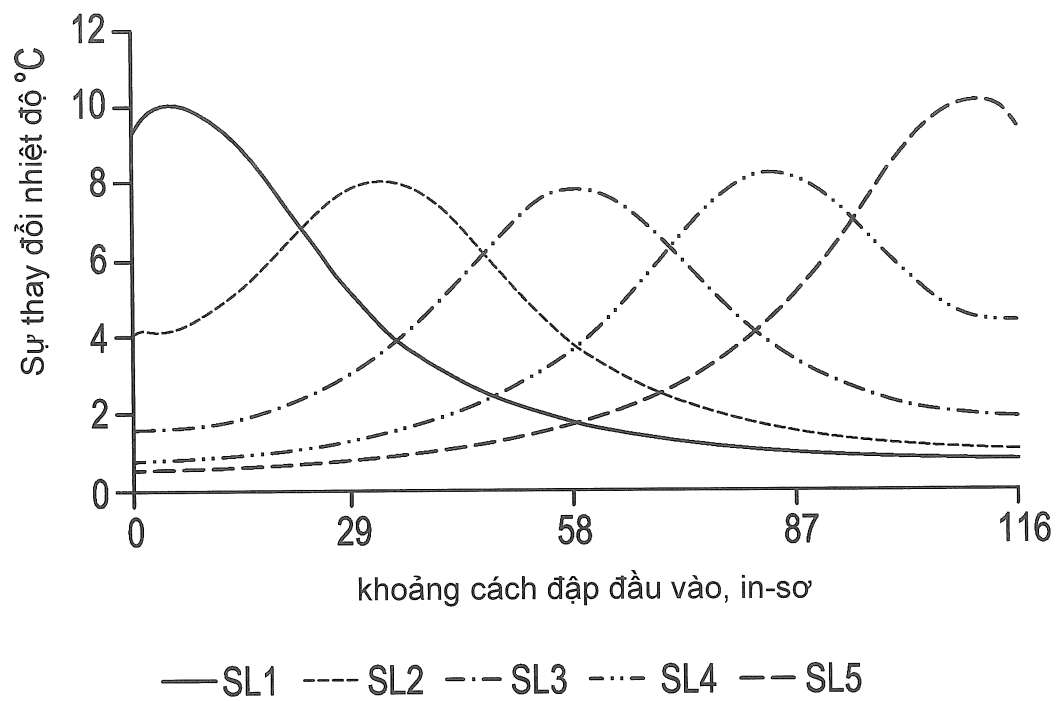


FIG. 7

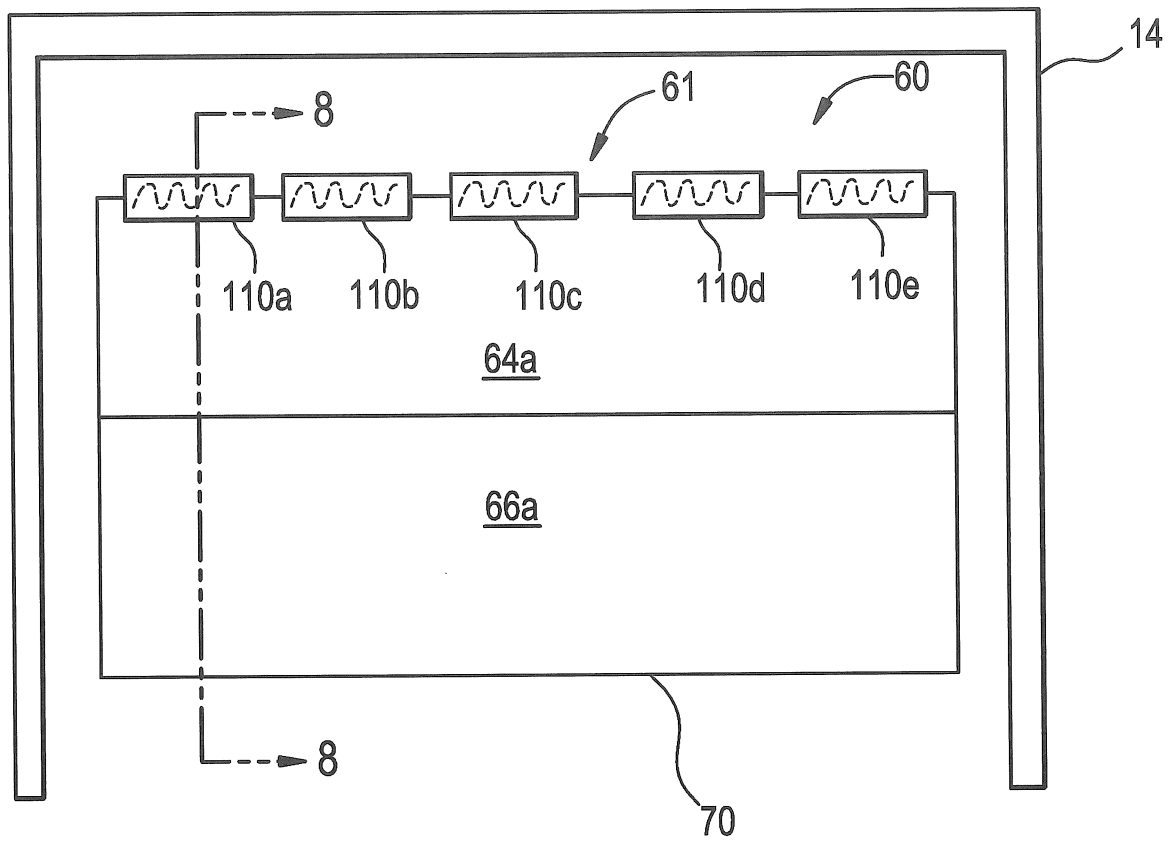
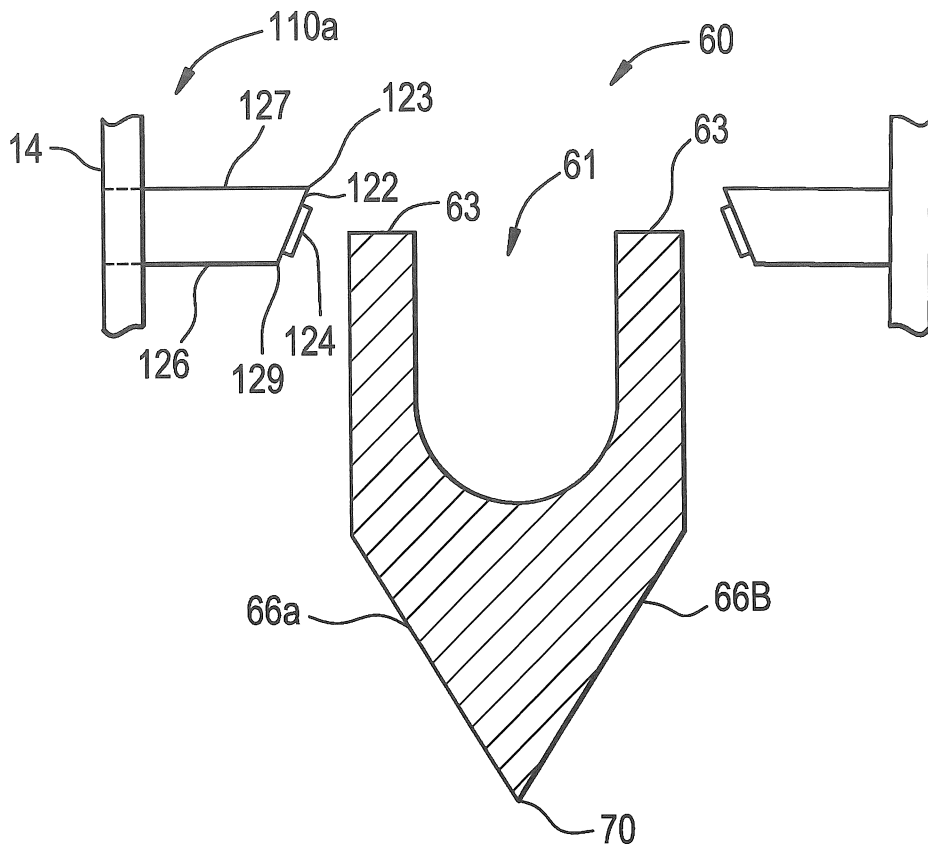


FIG. 8



10/27

FIG. 9

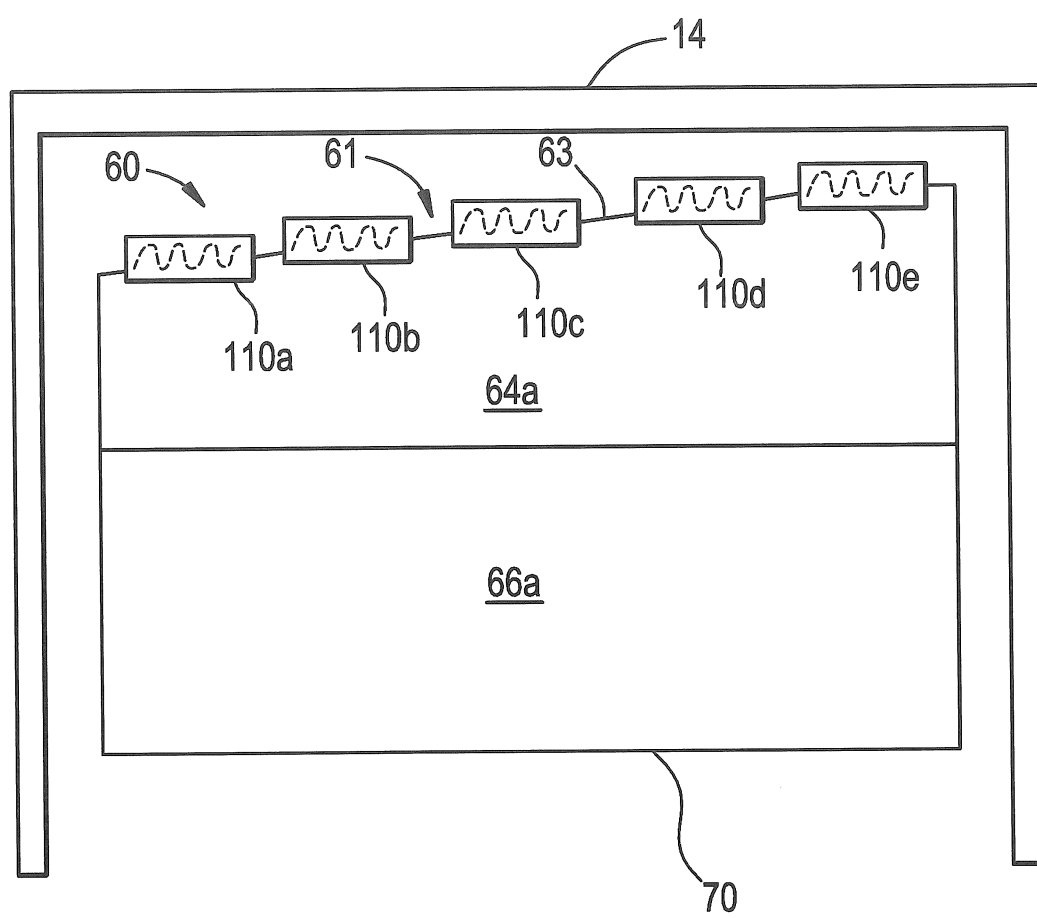


FIG. 10

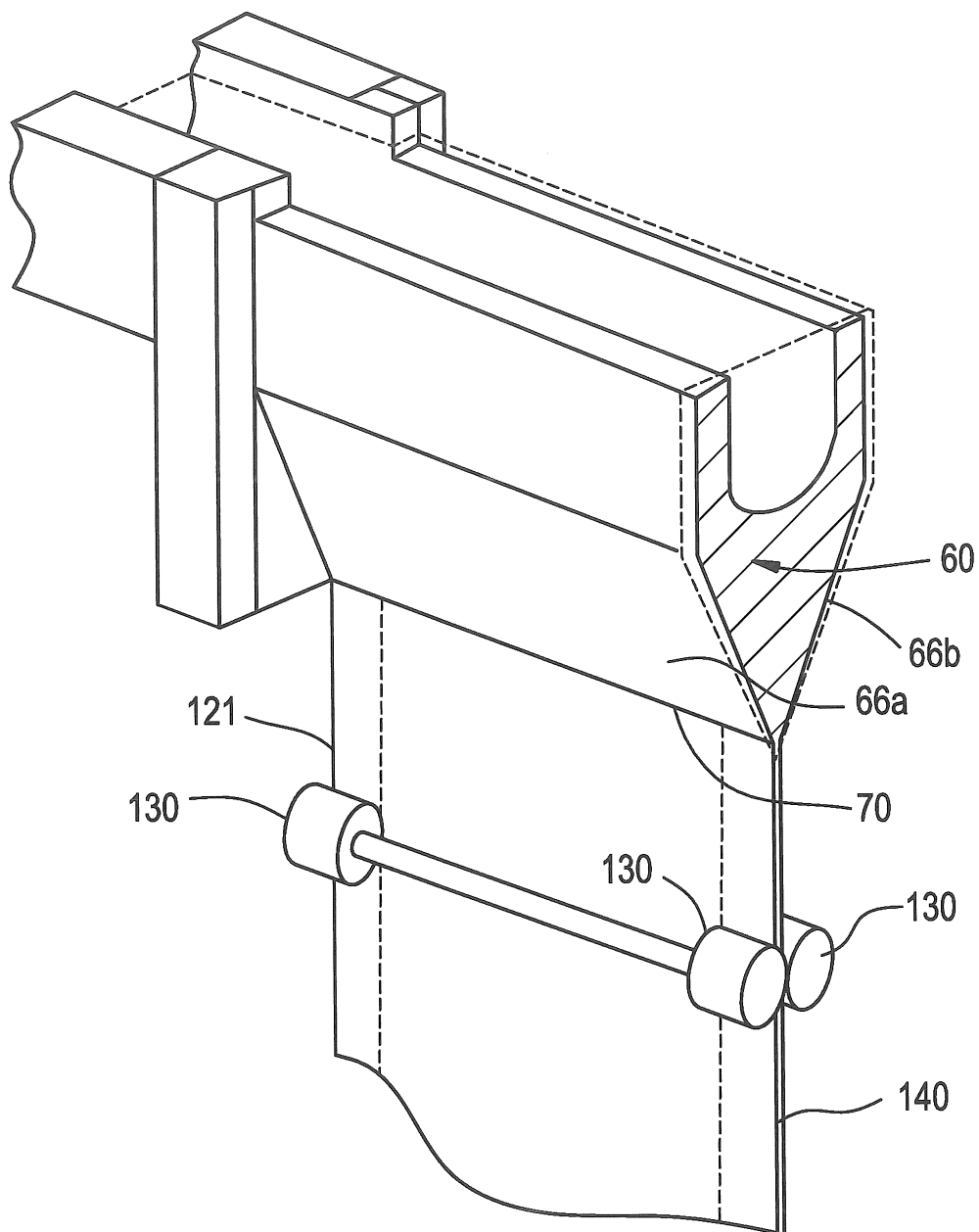


FIG. 11

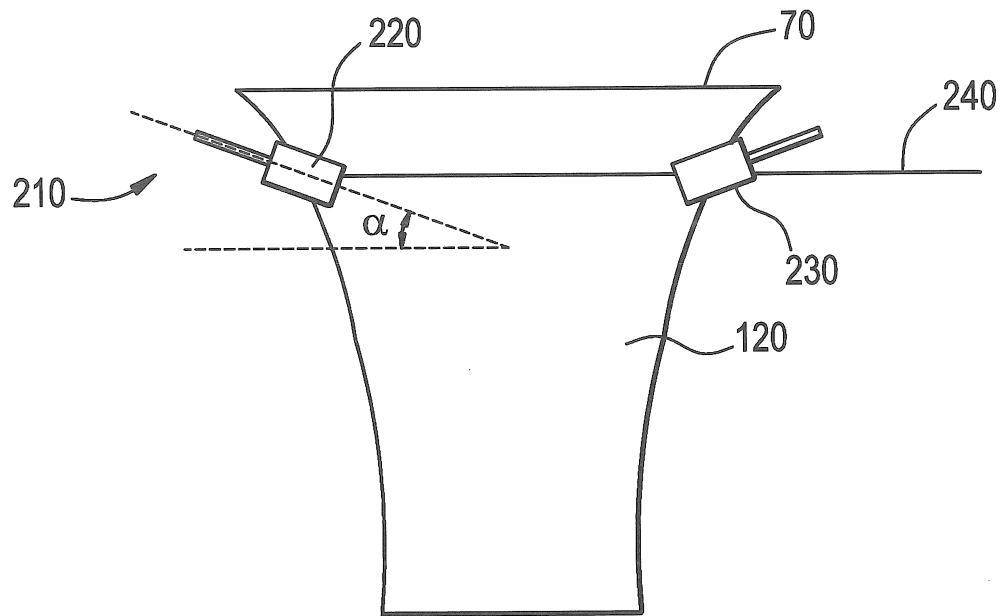


FIG. 12

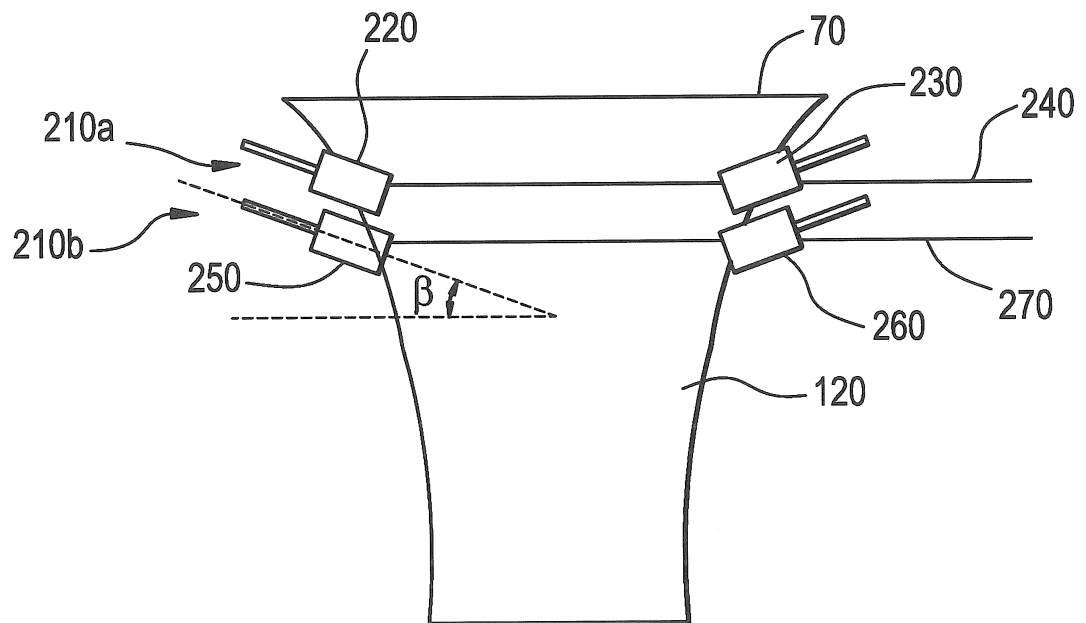


FIG. 13

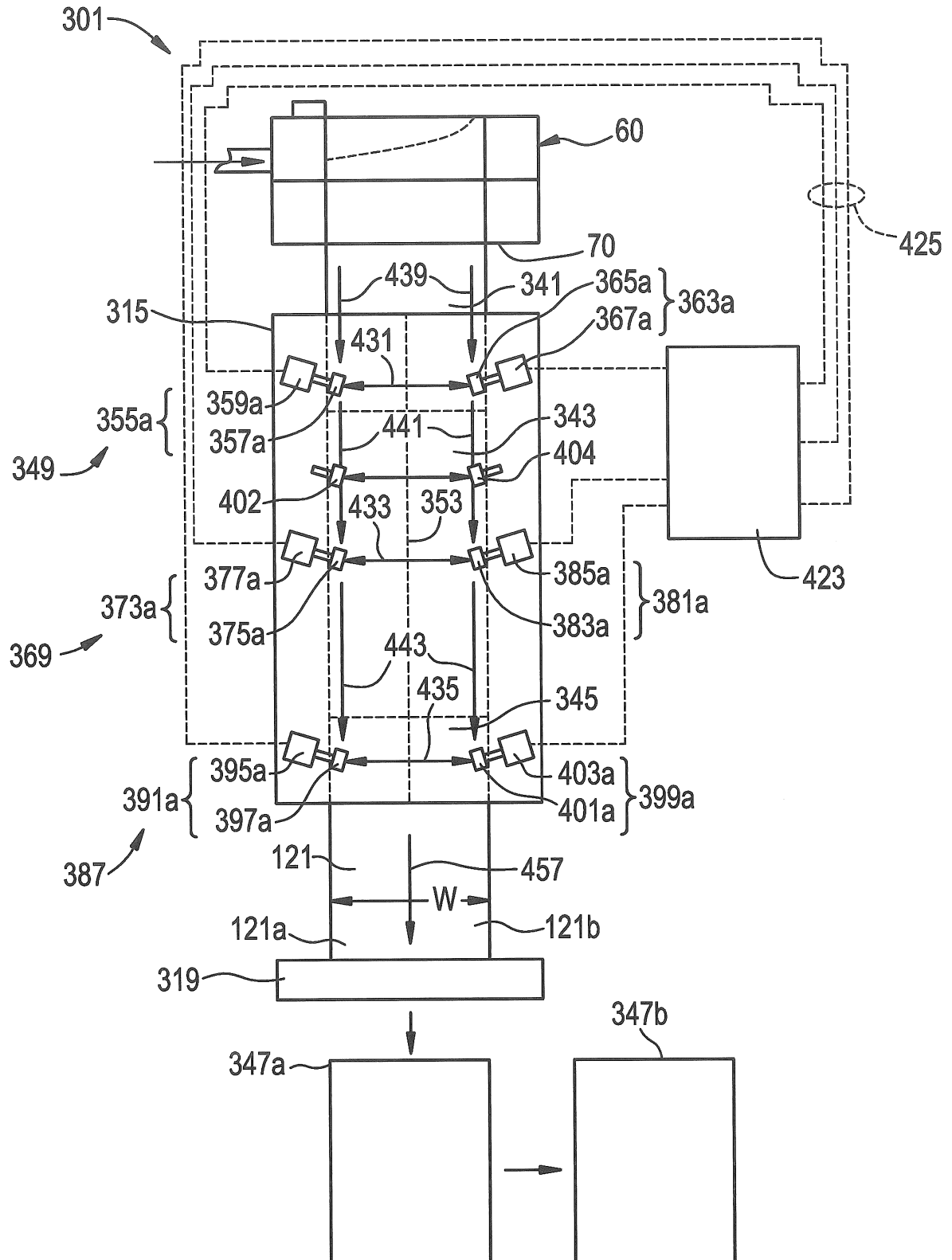


FIG. 14

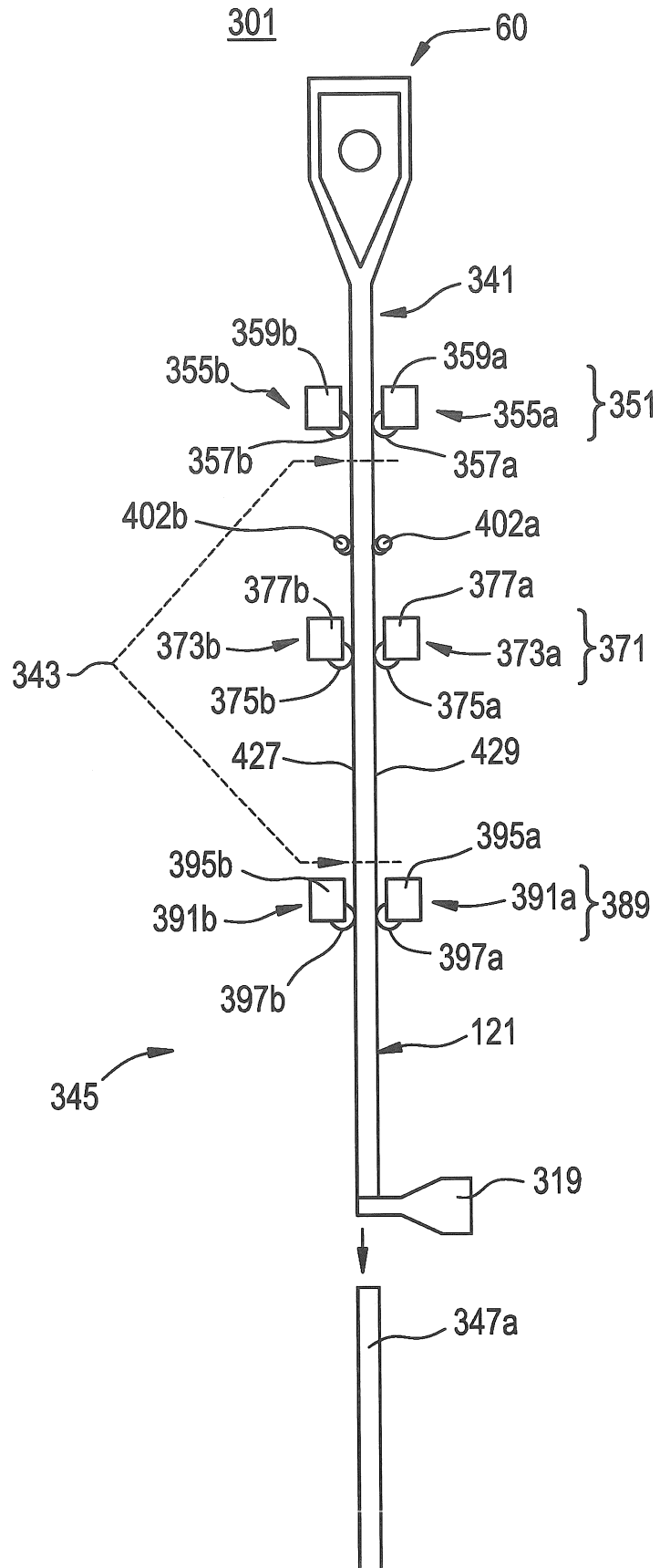


FIG. 15

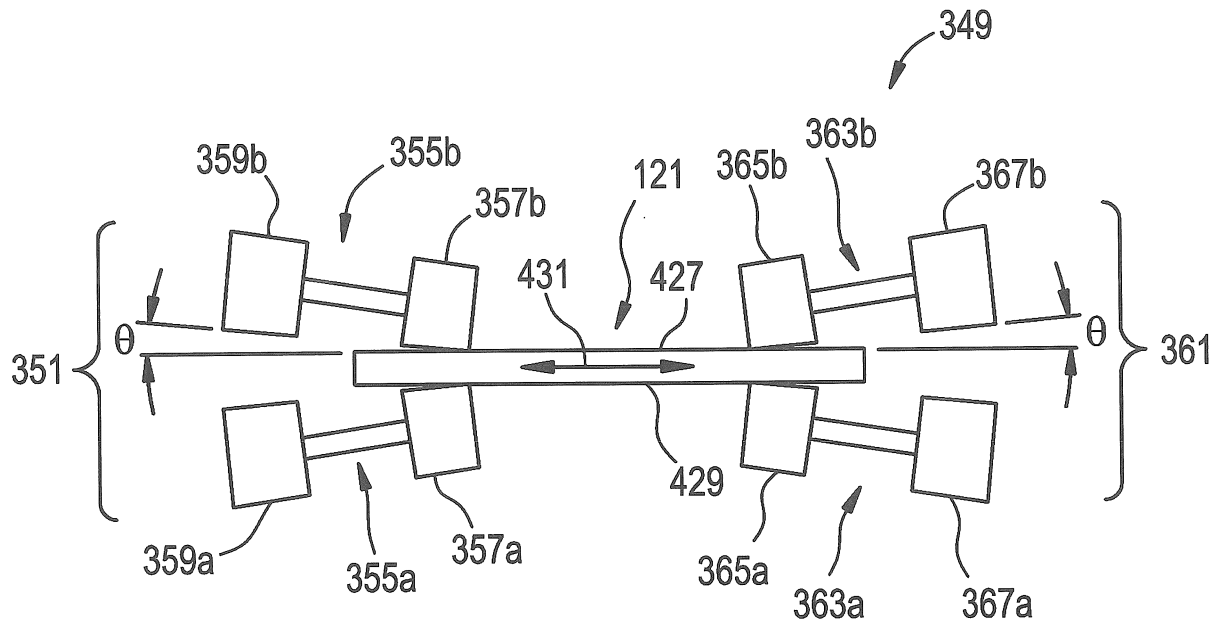


FIG. 16

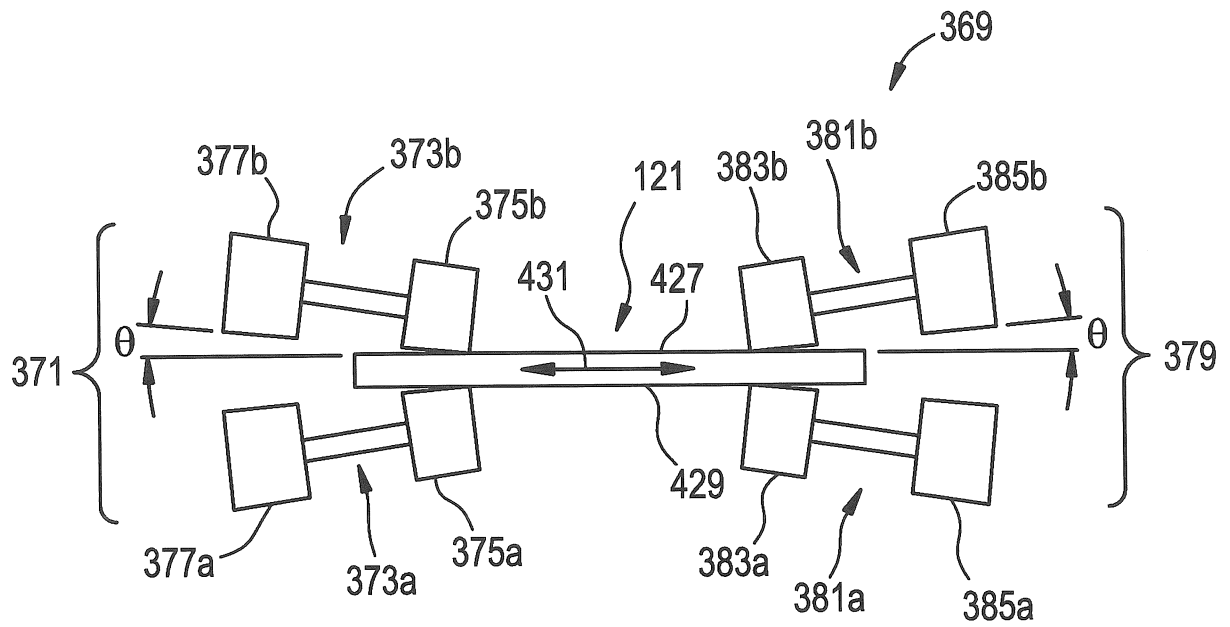


FIG. 17

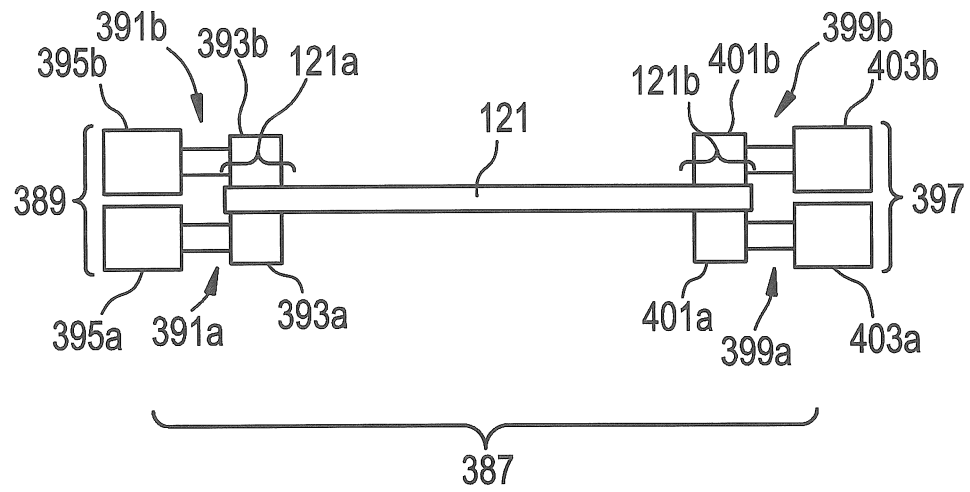


FIG. 18

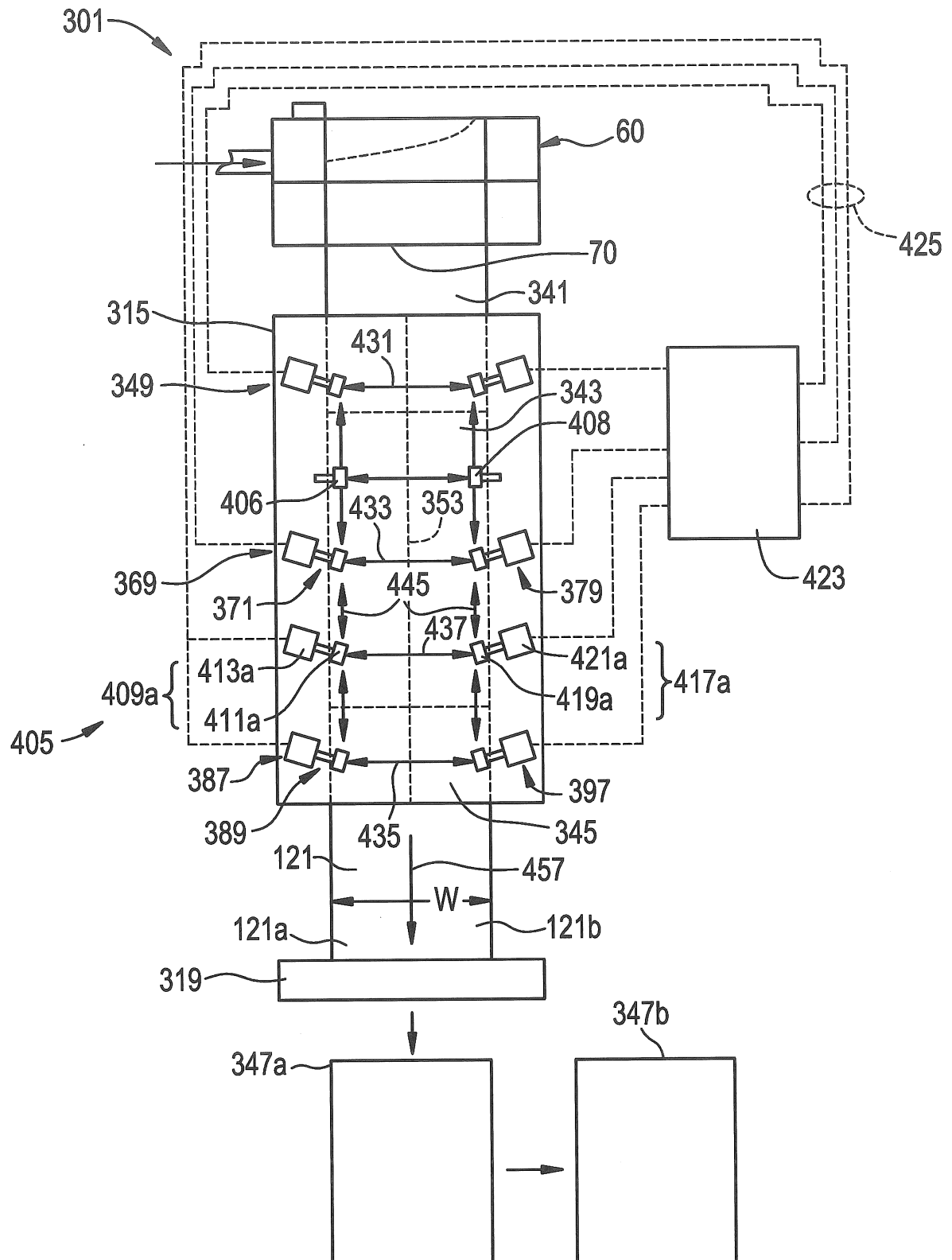
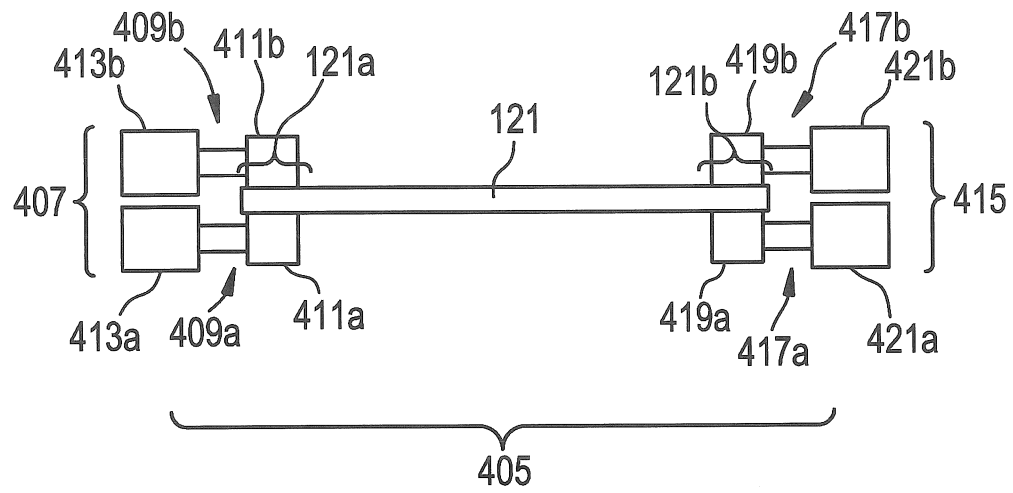


FIG. 19



19/27

FIG. 20

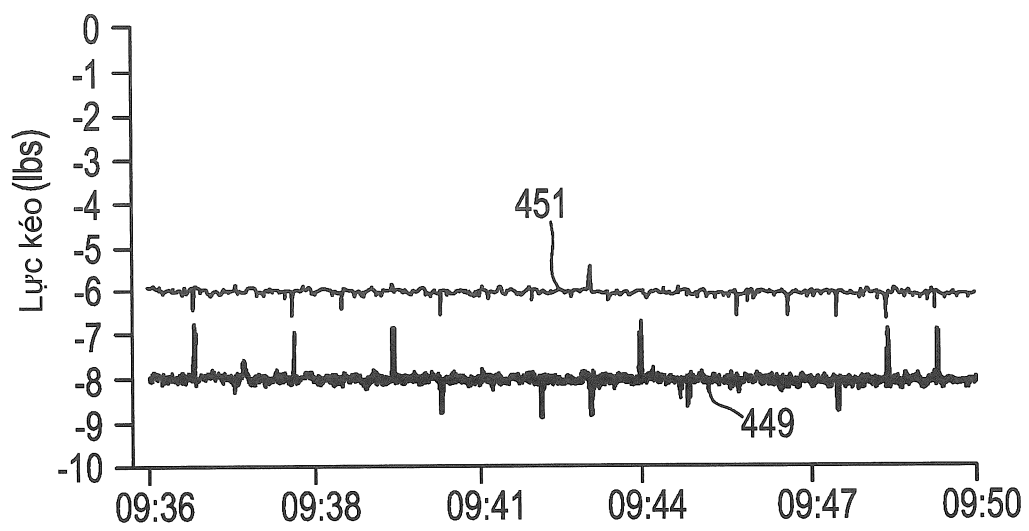


FIG. 21

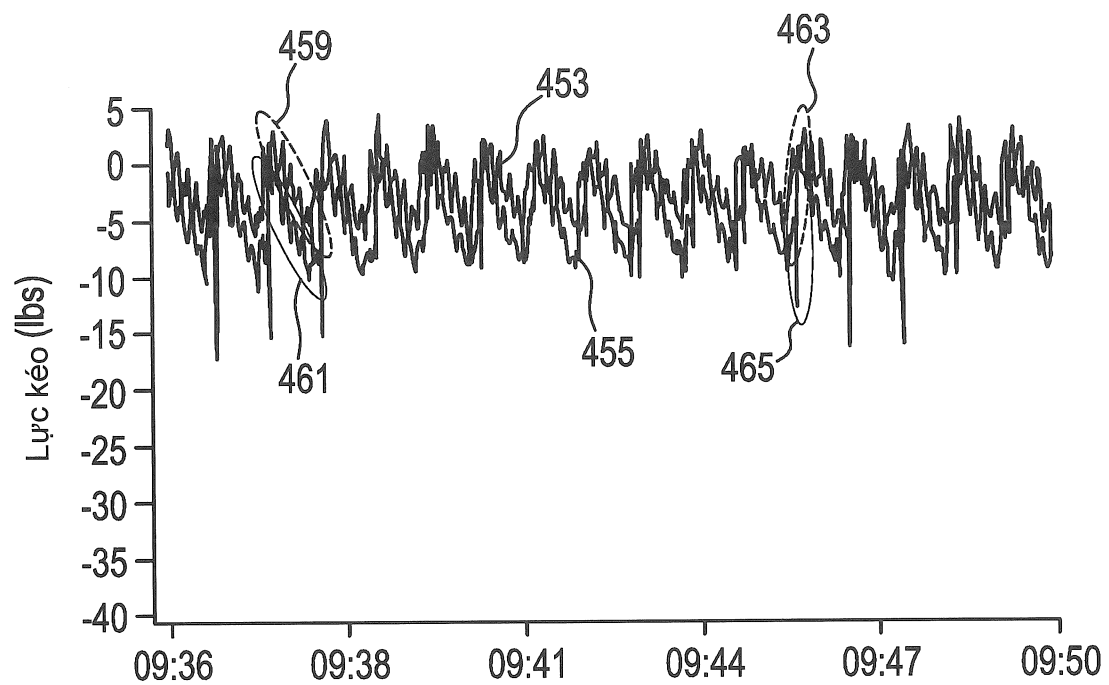


FIG. 22

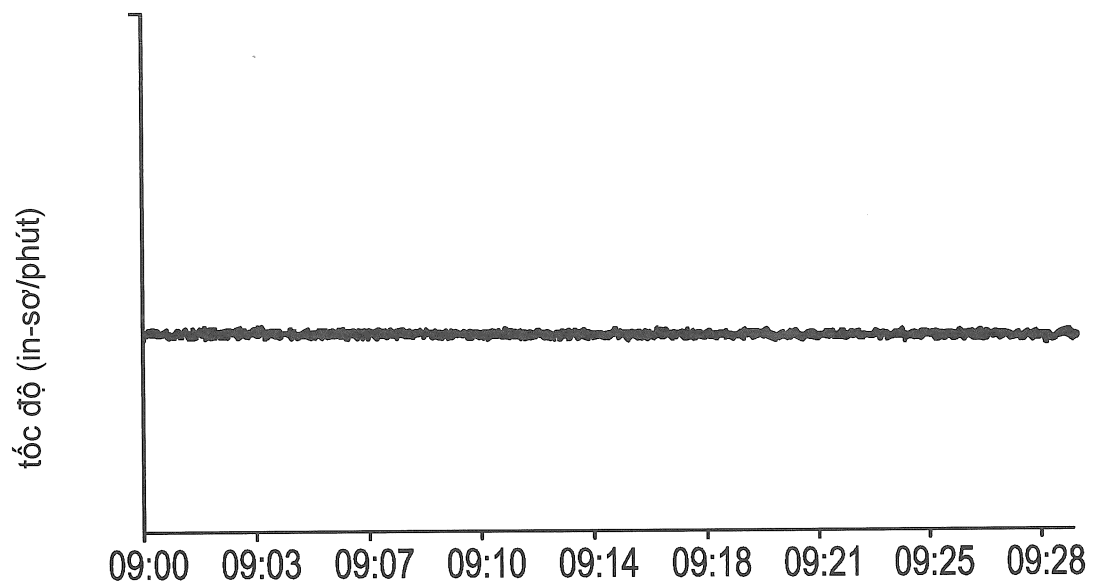


FIG. 23

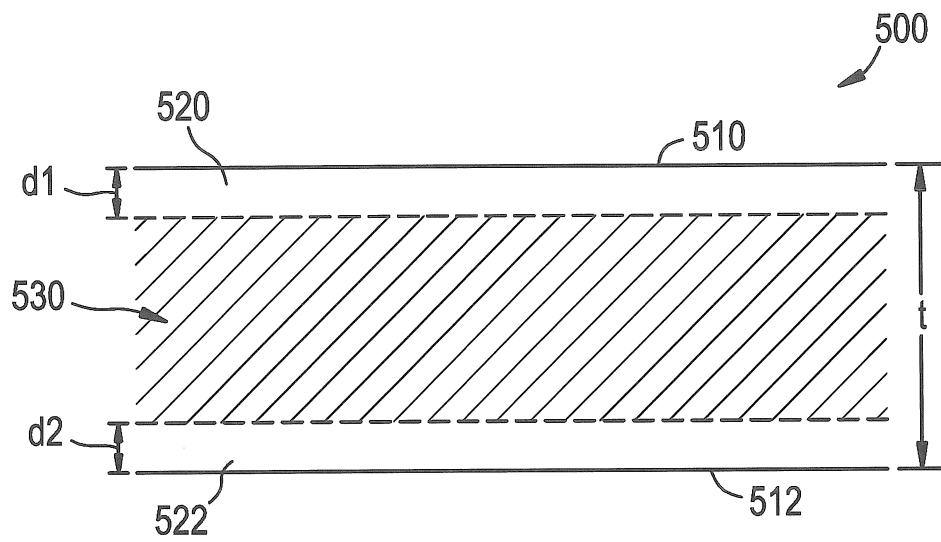


FIG. 24

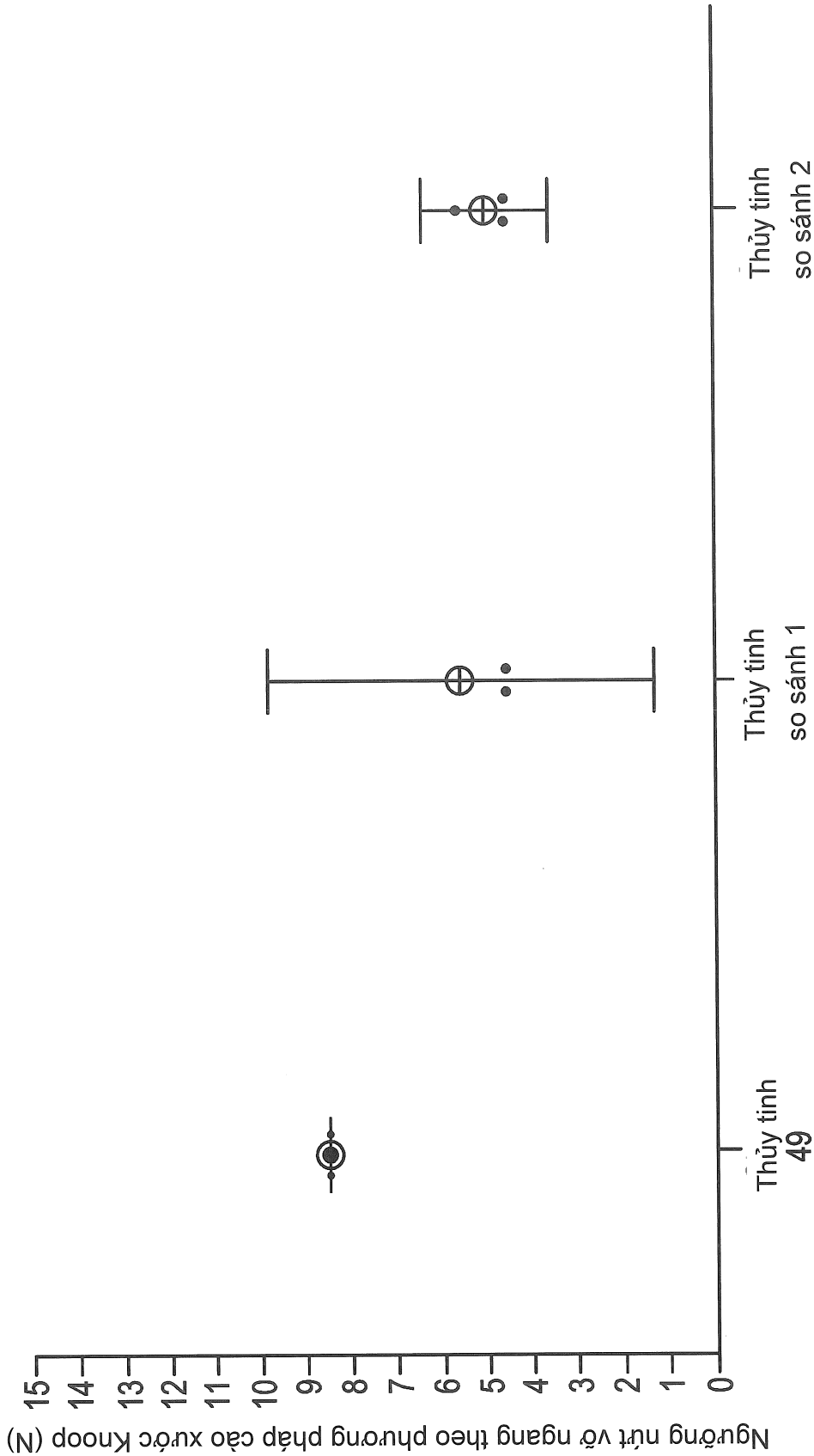


FIG. 25

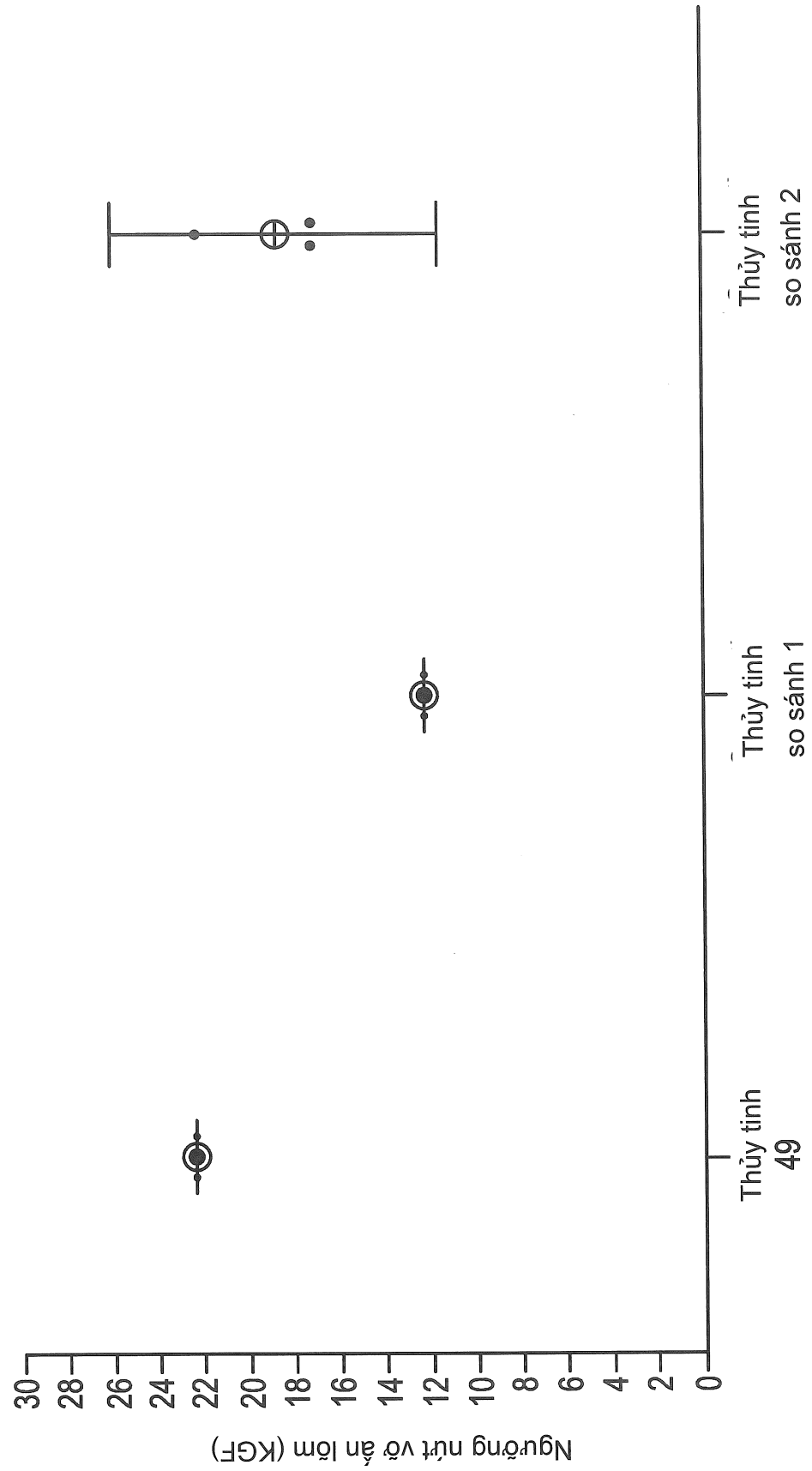


FIG. 26A

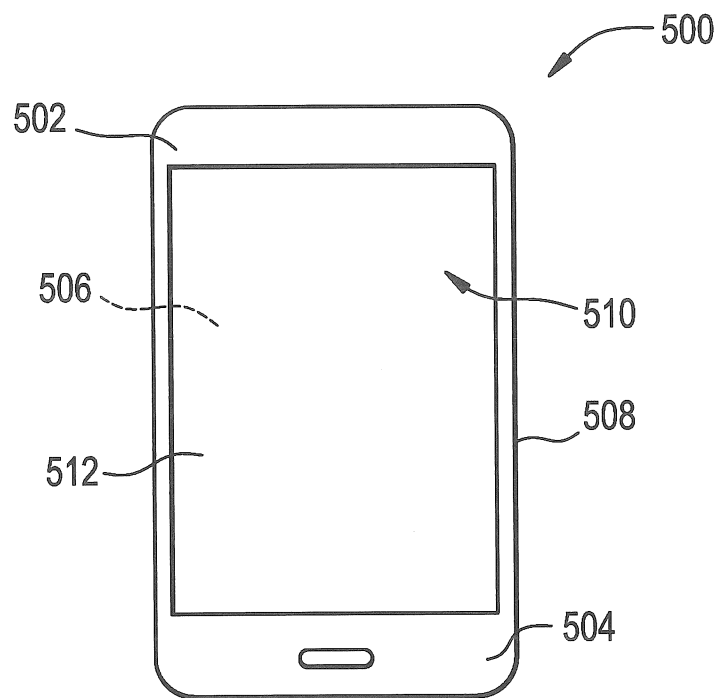


FIG. 26B

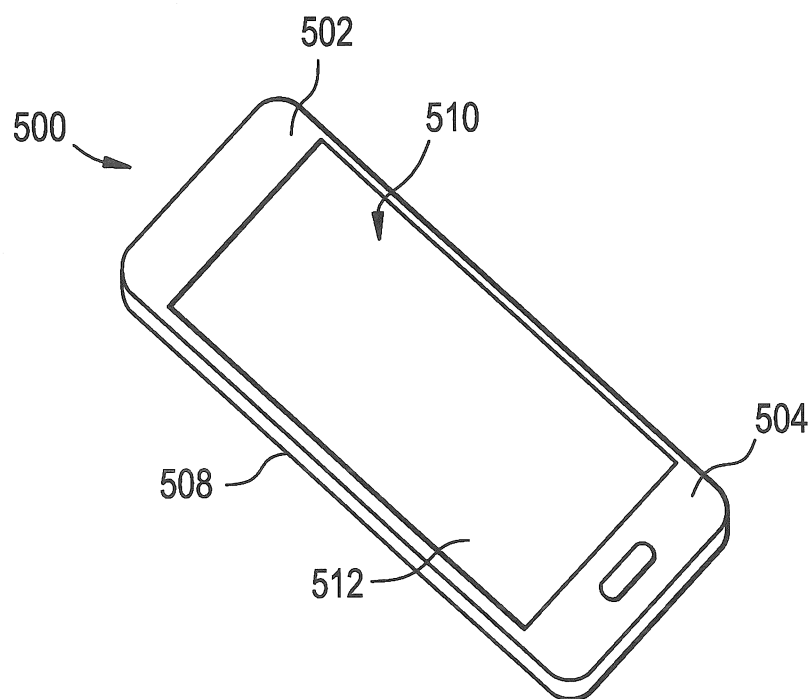


FIG. 27

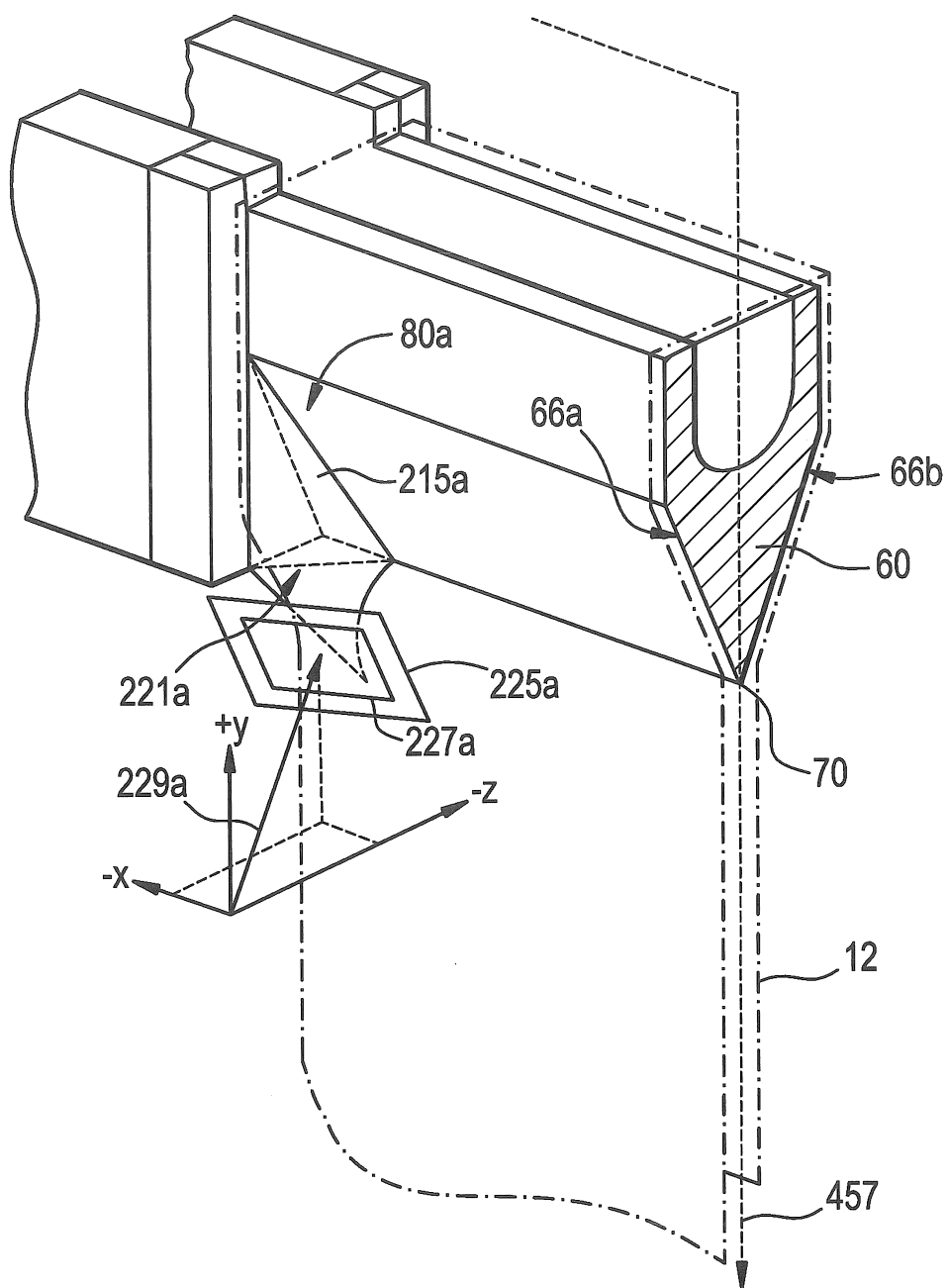


FIG. 28

