



(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)



1-0042396

(51)⁷ C03B 17/06; C03C 3/089; C03B 25/08

(13) B

(21) 1-2019-05304

(22) 23/02/2018

(86) PCT/US2018/019391 23/02/2018

(87) WO2018/160452 07/09/2018

(30) 62/464,722 28/02/2017 US

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/12/2019 381A

(73) CORNING INCORPORATED (US)

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

(72) BOOKBINDER, Andrea Weiss (US); BOWDEN, Bradley Frederick (US);
KIMBALL, Ronald Lee (US); TARCZA, Steven Howard (US); WHEDON, William
Anthony (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) VẬT PHẨM THỦY TINH

(21) 1-2019-05304

(57) Sáng chế đề cập đến vật phẩm thủy tinh với chiều dài lớn hơn hoặc bằng khoảng 880 mm, chiều rộng vuông góc với chiều dài lớn hơn hoặc bằng khoảng 680 mm và chiều dày T được tạo ra giữa các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai được mô tả. Tổng biến thiên chiều dày TTV theo chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm . Phạm vi khoảng trượt tối đa (MSIR: maximum sliding interval range) đạt được từ khoảng định trước dịch chuyển theo các bước tăng 5 mm theo chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm . Phương pháp chế tạo vật phẩm thủy tinh, và thiết bị dùng cho phương pháp cũng được bộc lộ.

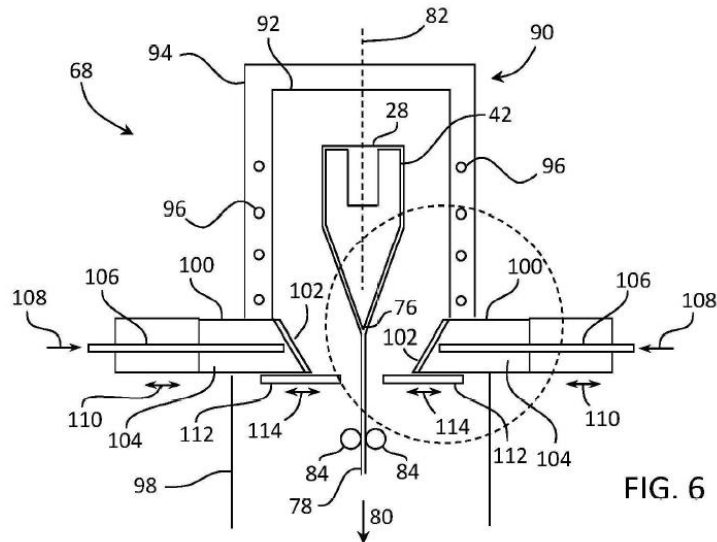


FIG. 6

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến thiết bị để chế tạo vật phẩm thủy tinh, như tấm thủy tinh, và cụ thể là để giảm các biến thiên chiều dày theo chiều rộng của vật phẩm thủy tinh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc sản xuất các vật phẩm thủy tinh có đặc tính quang học, như các tấm thủy tinh được sử dụng trong các ứng dụng khác nhau, bao gồm các tấm panen chiếu sáng, hoặc tinh thể lỏng hoặc các dạng khác của các màn hiển thị trực quan, thường liên quan đến quá trình kéo thủy tinh nóng chảy theo dạng dải. Dải có thể được tách biệt thành các tấm thủy tinh đơn, hoặc trong một số trường hợp được cuộn theo các chiều dài kéo dài trên bề thích hợp. Các ưu điểm trong công nghệ hiển thị tiếp tục làm tăng mật độ pixel, và nhờ đó làm tăng độ phân giải, của các tấm panen hiển thị. Theo đó, các yêu cầu về các tấm thủy tinh mà được kết hợp vào các tấm panen này được kỳ vọng tăng. Ví dụ, các giới hạn suy giảm chiều dày được yêu cầu để tạo điều kiện thuận lợi cho các quá trình lắng phủ TFT được kỳ vọng sẽ giảm hơn nữa. Để đáp ứng thách thức này, trường nhiệt độ chính xác phải được duy trì trên dải khi dải được kéo từ thân chế tạo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo sáng chế, vật phẩm thủy tinh được mô tả bao gồm chiều dài lớn hơn hoặc bằng khoảng 880 milimét (mm), chiều rộng vuông góc với chiều dài và lớn hơn hoặc bằng khoảng 680 milimét (mm), bề mặt chính thứ nhất, bề mặt chính thứ hai đối diện bề mặt chính thứ nhất, chiều dày T được tạo ra giữa và các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai, và trong đó tổng biến thiên chiều dày TTV theo chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm .

Theo một số phương án, TTV nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm . Theo các phương án thực hiện khác nữa, TTV nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1 μm . Theo các phương án thực hiện còn khác nữa, TTV nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 μm . Theo

các phương án thực hiện khác nhau, các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai không được đánh bóng.

Theo một số phương án, độ nhám bề mặt trung bình Ra của các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 nm.

Theo một số phương án, phạm vi khoảng trượt tối đa (MSIR: maximum sliding interval range) đạt được từ khoảng định trước dịch chuyển theo các bước tăng 5 milimét theo chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm

Theo một số phương án, khoảng định trước nằm trong khoảng từ khoảng 25 mm đến khoảng 750 mm, ví dụ nằm trong khoảng từ khoảng 25 mm đến khoảng 100 mm, như nằm trong khoảng từ khoảng 25 mm đến khoảng 75 mm.

Theo một số phương án, chiều rộng lớn hơn hoặc bằng khoảng 3100 mm. Chiều dài có thể lớn hơn hoặc bằng khoảng 3600 mm.

Theo một số phương án, thủy tinh là thủy tinh hầu như không chứa kiềm, bao gồm theo đơn vị mol%:

SiO_2 49 đến 62

Al_2O_3 16 đến 20

B_2O_3 1 đến 2

MgO 2 đến 3

CaO 3 đến 5

SrO 1 đến 2

BaO 0 đến 10

ZnO 0 đến 5

Theo một số phương án, thủy tinh là thủy tinh hầu như không chứa kiềm, bao gồm theo đơn vị mol%:

SiO_2 64,0 đến 71,0

Al_2O_3 9,0 đến 12,0

Al_2O_3 7,0 đến 12,0

MgO 1,0 đến 3,0

CaO 6,0 đến 11,5

SrO 0 đến 2,0

BaO 0 đến 0,1,

Trong đó $1,00 \Sigma[\text{RO}]/[\text{Al}_2\text{O}_3]$ 1,25, $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ là mol% của Al_2O_3 và $\Sigma[\text{RO}]$ bằng tổng cộng của mol% của MgO , CaO , SrO và BaO .

Theo phương án khác, vật phẩm thủy tinh được mô tả, bao gồm chiều dài lớn hơn hoặc bằng khoảng 880 milimét (mm), chiều rộng vuông góc với chiều dài và lớn hơn hoặc bằng khoảng 680 milimét (mm), bề mặt chính thứ nhất, bề mặt chính thứ hai đối diện bề mặt chính thứ nhất, chiều dày T được tạo ra giữa các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai, và trong đó phạm vi khoảng trượt tối đa (MSIR: maximum sliding interval range) đạt được từ khoảng trượt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 750 mm dịch chuyển theo các bước tăng 5 milimét theo chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8 μm .

Theo một số phương án, MSIR nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,5 μm đối với khoảng trượt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 400 mm.

Theo một số phương án, MSIR nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6 μm đối với khoảng trượt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 330 mm

Theo các phương án thực hiện khác nữa, MSIR nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,5 μm đối với khoảng trượt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 150 mm.

Theo các phương án thực hiện khác, MSIR nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm đối với khoảng trượt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 100 mm.

Theo các phương án thực hiện khác nhau, MSIR nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm đối với khoảng trượt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 25 mm.

Theo một số phương án thực hiện, các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai không được đánh bóng.

Theo các phương án thực hiện khác nhau, độ nhám bề mặt trung bình R_a của các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 nm.

Theo các phương án thực hiện khác nhau, chiều rộng lớn hơn hoặc bằng khoảng 3100 mm. Theo một số phương án, chiều dài lớn hơn hoặc bằng khoảng 3600 mm.

Theo phương án khác nữa, vật phẩm thủy tinh được mô tả, bao gồm chiều dài lớn hơn hoặc bằng khoảng 880 milimét (mm), chiều rộng vuông góc với chiều dài và lớn hơn hoặc bằng khoảng 680 milimét (mm), bề mặt chính thứ nhất, bề mặt chính thứ hai đối diện bề mặt chính thứ nhất, chiều dày T được tạo ra giữa các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai, và tổng biến thiên chiều dày TTV theo chiều rộng của vật phẩm thủy

ting nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm và phạm vi khoảng trượt tối đa MSIR đạt được từ khoảng định trước dịch chuyển theo các bước tăng 5 milimét theo chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm .

Theo một số phương án, TTV nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm , ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1 μm , như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 μm .

Theo một số phương án thực hiện, các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai không được đánh bóng. Theo một số phương án, độ nhám bề mặt trung bình R_a của các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai không được đánh bóng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 nm.

Theo một số phương án, khoảng định trước nằm trong khoảng từ khoảng 25 mm đến khoảng 750 mm.

Theo một số phương án, khoảng định trước nằm trong khoảng từ khoảng 25 mm đến khoảng 100 mm, ví dụ nằm trong khoảng từ khoảng 25 mm đến khoảng 75 mm.

Theo phương án khác nữa, phôi tấm thủy tinh được mô tả, bao gồm bề mặt chính thứ nhất, bề mặt chính thứ hai đối diện bề mặt chính thứ nhất, chiều dày T được tạo ra giữa các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai, và tổng biến thiên chiều dày TTV theo đường kính của thủy tinh phôi đĩa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm , ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1 μm .

Theo một số phương án, phạm vi khoảng trượt tối đa (MSIR: maximum sliding interval range) đạt được từ khoảng 25 mm dịch chuyển theo các bước tăng 5 milimét theo đường kính của thủy tinh phôi tấm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm .

Độ nhám bề mặt trung bình R_a của một hoặc cả hai bề mặt trong số các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai của phôi tấm thủy tinh có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,50 nm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 nm.

Theo phương án khác, phương pháp chế tạo vật phẩm thủy tinh được mô tả, bao gồm quá trình kéo dải thủy tinh từ thân chế tạo theo hướng kéo, dải thủy tinh bao gồm các phần mép đối diện và phần giữa được bố trí giữa các phần mép đối diện, dải thủy tinh bao gồm vùng nhót và vùng đàn hồi, tạo ra ở vùng nhót của dải thủy tinh sự nhiễu loạn chiều dày ở phần giữa bao gồm chiều rộng đặc trưng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 225 mm theo hướng chiều rộng của dải thủy tinh vuông góc với hướng kéo,

và phạm vi khoảng trượt tối đa từ khoảng trượt 100 mm dịch chuyển theo các bước tăng 5 mm theo chiều rộng của phần giữa ở vùng đàn hồi nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0025 mm.

Theo một số phương án, chiều rộng đặc trưng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 175 mm và phạm vi khoảng trượt tối đa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0020 mm.

Theo một số phương án, chiều rộng đặc trưng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 125 mm và phạm vi khoảng trượt tối đa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0015 mm.

Theo một số phương án, chiều rộng đặc trưng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 75 mm và phạm vi khoảng trượt tối đa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0006 mm.

Theo các phương án thực hiện khác nữa, chiều rộng đặc trưng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 65 mm và phạm vi khoảng trượt tối đa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0003 mm.

Theo các phương án thực hiện khác nhau, sự nhiễu loạn có thể được tạo ra do làm nguội dải thủy tinh, mặc dù theo các phương án khác, sự nhiễu loạn có thể được tạo ra do gia nhiệt dải thủy tinh, ví dụ có sử dụng một hoặc nhiều chùm laser tới dải thủy tinh.

Theo một số phương án, khoảng cách giữa mép phía dưới của thân chế tạo và chiều dày tối đa của sự nhiễu loạn chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8,5 cm, trong khi theo các phương án thực hiện khác, khoảng cách giữa đáy mép của thân chế tạo và chiều dày tối đa trong sự nhiễu loạn chiều dày có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,6 cm.

Theo các phương án thực hiện khác nhau, tổng biến thiên chiều dày của phần giữa ở vùng đàn hồi theo hướng chiều rộng vuông góc với hướng kéo nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm , ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm , như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1 μm .

Theo phương án khác nữa, phương pháp chế tạo vật phẩm thủy tinh được bộc lộ, bao gồm bước tạo dòng thủy tinh nóng chảy vào trong máng của thân chế tạo, thủy tinh nóng chảy tràn qua máng và chảy xuống dọc theo các bề mặt chế tạo đối diện của thân chế tạo thành các dòng tách biệt của thủy tinh nóng chảy để liên kết lại bên dưới mép dưới của thân chế tạo, quá trình kéo dải thủy tinh nóng chảy từ mép dưới theo hướng kéo, và làm nguội dải bằng thiết bị làm nguội bao gồm tấm nhiệt kéo

dài theo hướng chiều rộng của dải thủy tinh vuông góc với hướng kéo, thiết bị làm nguội trong đó còn bao gồm các ống làm nguội được bố trí bên trong thiết bị làm nguội, mỗi ống làm nguội trong số các ống làm nguội bao gồm ống thứ nhất với đầu kín liền kề tấm nhiệt và ống thứ hai kéo dài vào trong ống thứ nhất với đầu hở nằm cách nhau từ đầu kín của ống thứ nhất, bước làm nguội bao gồm bước cho chất lưu làm nguội chảy vào trong các ống thứ hai của các ống làm nguội, bước làm nguội trong đó còn bao gồm tạo ra các nhiễu loạn chiều dày trên dải tương ứng với vị trí của mỗi ống làm nguội, mỗi sự nhiễu loạn chiều dày bao gồm chiều rộng đặc trưng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 225 mm.

Theo một số phương án, chiều rộng đặc trưng nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 175 mm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 125 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 75 mm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 65 mm.

Mỗi ống làm nguội trong số các ống làm nguội có thể tiếp xúc với tấm nhiệt.

Theo phương án khác nữa, thiết bị để chế tạo dải thủy tinh được bọc lộ, bao gồm thân chế tạo bao gồm máng được tạo kết cấu để tiếp nhận dòng thủy tinh nóng chảy và các bề mặt chế tạo hội tụ để liên kết lại dọc theo mép dưới của thân chế tạo mà từ đó dải thủy tinh được kéo theo hướng kéo dọc theo mặt phẳng kéo thẳng đứng, thiết bị làm nguội bao gồm tấm nhiệt kéo dài theo hướng chiều rộng của dòng thủy tinh nóng chảy và các ống làm nguội được bố trí bên trong thiết bị làm nguội, mỗi ống làm nguội trong số các ống làm nguội bao gồm ống thứ nhất với đầu kín liền kề tấm nhiệt và ống thứ hai kéo dài vào trong ống thứ nhất với đầu hở liền kề đầu kín của ống thứ nhất.

Theo một số phương án, mỗi ống thứ nhất của các ống làm nguội tiếp xúc với tấm nhiệt.

Theo một số phương án, đường trục dọc của mỗi ống thứ nhất giao nhau với mặt phẳng kéo một khoảng cách từ mép dưới nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8,5 cm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3,6 cm.

Theo một số phương án thực hiện, khoảng cách giữa mặt phẳng kéo và tấm nhiệt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 9 cm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,5 cm.

Theo phương án khác nữa, thiết bị để tạo ra dải thủy tinh được mô tả, bao gồm, thân chế tạo bao gồm máng được tạo kết cấu để tiếp nhận dòng thủy tinh nóng chảy

và các bề mặt chế tạo hội tụ để liên kết lại dọc theo mép dưới của thân chế tạo mà từ đó dải thủy tinh được kéo theo hướng kéo dọc theo mặt phẳng kéo thẳng đứng, thiết bị làm nguội được bố trí bên dưới mép dưới bao gồm tấm kim loại kéo dài theo hướng chiều rộng của dòng thủy tinh nóng chảy, tấm kim loại bao gồm các rãnh dẫn được tạo ra bên trong tấm kim loại, mỗi rãnh dẫn trong số các rãnh dẫn bao gồm đầu xa kín và đầu gần hở, và ống làm nguội kéo dài qua đầu gần hở sao cho đầu xa hở của ống làm nguội nằm liền kề với và cách nhau từ đầu xa của rãnh dẫn.

Theo một số phương án, khoảng cách giữa mặt phẳng kéo và tấm nhiệt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 10 cm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5 cm, như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3 cm. Theo một số phương án, khoảng cách giữa mặt phẳng kéo và tấm nhiệt nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,5 cm, mặc dù các khoảng cách khác được thiết kế dựa trên vị trí của thiết bị làm nguội bên dưới mép dưới của thân chế tạo.

Các dấu hiệu và các hiệu quả khác của sáng chế sẽ được đề cập đến trong phần mô tả chi tiết dưới đây, và ít nhất sẽ hoàn toàn rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật từ phần mô tả này hoặc được nhận ra bằng cách thực hiện các phương pháp như đã được mô tả ở đây, bao gồm phần mô tả chi tiết sau đây, các điểm yêu cầu bảo hộ, cũng như các hình vẽ kèm theo.

Cần hiểu rằng cả phần mô tả chung trên đây và phần mô tả chi tiết dưới đây thể hiện các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế và có mục đích đưa ra mô tả tổng quan hoặc khuôn khổ để hiểu bản chất và đặc điểm của các điểm yêu cầu bảo hộ. Các hình vẽ kèm theo được bao hàm để đọc hiểu hơn nữa sáng chế, và được kết hợp vào và đóng vai trò là một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ minh họa các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế và cùng với phần mô tả có tác dụng giải thích các nguyên lý và các cách vận hành của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ phối cảnh của vật phẩm thủy tinh, ở dạng tấm thủy tinh, theo các phương án thực hiện sáng chế;

FIG.2 là hình chiếu cạnh của tấm thủy tinh làm ví dụ có độ lệch chiều dày, và thể hiện phép đo của tổng biến thiên chiều dày (TTV);

FIG.3 là hình chiếu cạnh của tấm thủy tinh làm ví dụ có độ lệch chiều dày, và thể hiện phép đo của phạm vi khoảng trượt tối đa (MSIR)

FIG.4 là hình vẽ phối cảnh của phối tấm HDD theo các phương án thực hiện sáng chế;

FIG.5 là hình vẽ dạng sơ đồ của thiết bị chế tạo thủy tinh làm ví dụ;

FIG.6 là hình vẽ dạng sơ đồ của một phần của thiết bị chế tạo thủy tinh trên FIG.5;

FIG.7 là hình vẽ phóng to của một phần của thiết bị trên FIG.6 theo các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế;

FIG.8 là hình vẽ phóng to của một phần của thiết bị trên FIG.6 theo các phương án thực hiện khác của sáng chế;

FIG.9A là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện của cổng trượt được thể hiện trên FIG.6, khi được nhìn từ phía trên;

FIG.9B là hình vẽ mặt cắt của phương án cổng trượt được thể hiện trên FIG.9, khi được nhìn từ một đầu;

FIG.10 là hình vẽ mặt cắt của phương án khác của cổng trượt, khi được nhìn từ phía trên

FIG.11 là hình vẽ mặt cắt một phần của phương án khác của cổng trượt, khi được nhìn từ phía trên;

FIG.12 là hình vẽ mặt cắt một phần của phương án khác nữa của cổng trượt, khi được nhìn từ phía trên;

FIG.13 là hình vẽ mặt cắt một phần của phương án khác nữa của cổng trượt, khi được nhìn từ phía trên;

FIG.14 là đồ thị của chiều dày thực là hàm số của vị trí theo chiều rộng của dải được kéo có sử dụng thiết bị chế tạo thủy tinh trên FIG.5, mà không có cổng trượt làm nguội chủ động, so sánh với chiều dày mẫu có cổng trượt làm nguội chủ động;

FIG.15 là đồ thị của sự chênh lệch giữa sự chênh lệch chiều dày thực và chiều dày mẫu trên FIG.14;

FIG.16 là đồ thị của chiều dày được đo là hàm số của vị trí theo chiều rộng của dải được kéo có sử dụng thiết bị chế tạo thủy tinh trên FIG.5, mà không có cổng trượt làm nguội chủ động, so sánh với chiều dày mẫu có cổng trượt làm nguội chủ động, và

còn bao gồm $\Delta T_{\max}$ cho khoảng trượt 25 mm cho mỗi một trong số các dữ liệu được đo và dữ liệu mẫu;

FIG.17 là đồ thị của $\Delta T_{\max}$ cho khoảng trượt 100 mm cho mỗi một trong số các dữ liệu được đo và dữ liệu mẫu trên FIG.16;

FIG.18 là đồ thị của biên độ mẫu của sự nhiễu loạn chiều dày là hàm số bằng khoảng cách dưới đây mép dưới (đáy) của dải được kéo từ thân chế tạo làm ví dụ cho ba vị trí công trượt khác nhau (khoảng cách từ dải);

FIG.19 là đồ thị của sự thay đổi chiều dày mẫu là hàm số bằng khoảng cách theo chiều rộng của dải được kéo từ thân chế tạo làm ví dụ tương đối với đường tâm của dải, cho bốn vị trí công trượt trên FIG.18;

FIG.20 là đồ thị của sự thay đổi chiều dày mẫu là hàm số bằng khoảng cách theo chiều rộng của dải được kéo từ thân chế tạo làm ví dụ tương đối với đường tâm của dải, cho một trong số bốn vị trí công trượt trên FIG.18, hình vẽ cũng thể hiện đồ thị của sự biến thiên nhiệt độ kết hợp với sự thay đổi chiều dày;

FIG.21 là đồ thị của sự thay đổi chiều dày mẫu là hàm số bằng khoảng cách theo chiều rộng của dải được kéo từ thân chế tạo làm ví dụ tương đối với đường tâm của dải, cho vị trí khác trong số bốn vị trí công trượt trên FIG.18, hình vẽ cũng thể hiện đồ thị của sự biến thiên nhiệt độ kết hợp với sự thay đổi chiều dày;

FIG.22 là đồ thị của MSIR 100 mm mẫu là hàm số của FWHM (chiều rộng đặc trưng) của sự nhiễu loạn chiều dày của dải được kéo từ thân chế tạo làm ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây sáng chế sẽ được mô tả chi tiết cho các thân chế tạo dùng cho các thiết bị chế tạo thủy tinh theo các phương án thực hiện, các ví dụ của chúng được minh họa trên các hình vẽ kèm theo. Mỗi khi có thể, các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng trên toàn bộ các hình vẽ để biểu thị các chi tiết giống nhau hoặc tương tự. Tuy nhiên, sáng chế có thể được thực hiện theo nhiều dạng khác nhau và không nên được hiểu là bị giới hạn ở các phương án thực hiện đã đề cập đến ở đây.

Các khoảng trị số có thể được biểu hiện ở đây dưới dạng từ “khoảng” một trị số cụ thể, và/hoặc đến “khoảng” một trị số cụ thể khác. Khi khoảng trị số này được trình bày, các phương án khác bao gồm từ một trị số cụ thể và/hoặc đến trị số cụ thể

khác. Theo cách tương tự khi các trị số được trình bày dưới dạng các trị số gần đúng, nhờ sử dụng “khoảng” đứng trước, đã biết rằng trị số cụ thể tạo ra phương án khác. Cần hiểu thêm rằng các điểm cuối của mỗi khoảng trong số các khoảng trị số đều liên quan đáng kể đến giới hạn đầu kia, và độc lập với giới hạn đầu kia.

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 chiếu đến các hình vẽ như đã được vẽ và không nhằm để bao hàm sự định hướng tuyệt đối.

Trừ khi có tuyên bố rõ ràng khác, không có ý định bất kỳ rằng phương pháp bất kỳ đã đề cập đến ở đây được hiểu là yêu cầu rằng các bước của phương pháp được thực hiện theo một thứ tự nhất định, cũng không yêu cầu được thực hiện với thiết bị bất kỳ, các hướng cụ thể. Theo đó, trong trường hợp điểm yêu cầu bảo hộ phương pháp không thực sự đề cập đến thứ tự cần phải tuân theo bởi các bước của phương pháp, hoặc điểm yêu cầu bảo hộ thiết bị bất kỳ không thực sự đề cập đến thứ tự hoặc hướng to các bộ phận riêng biệt, hoặc không được tuyên bố cụ thể theo cách khác trong các điểm yêu cầu bảo hộ hoặc phần mô tả rằng các bước sẽ bị giới hạn ở thứ tự cụ thể, hoặc thứ tự cụ thể hoặc hướng cho các bộ phận của thiết bị không được đề cập đến, không có ý định bất kỳ rằng thứ tự hoặc hướng được suy ra, theo khía cạnh bất kỳ. Nó cũng tương tự cho việc giải thích, bao gồm: các vấn đề logic liên quan tới bố trí của các bước, luồng vận hành, thứ tự của các thành phần, hoặc định hướng của các thành phần; nghĩa thuần được dẫn ra từ tổ chức ngữ pháp hoặc dấu câu, và; số lượng hoặc loại 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” trong tiếng Anh) bao gồm cả các dạng số nhiều trừ khi ngữ cảnh đó quy định rõ ràng theo cách khác. Do đó, ví dụ, viện dẫn 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.

Như được sử dụng ở đây, tổng biến thiên chiều dày (TTV: total thickness variation) đề cập đến sự chênh lệch giữa chiều dày tối đa và chiều dày tối thiểu của tấm thủy tinh theo khoảng xác định, thường là toàn bộ chiều rộng của tấm thủy tinh.

Như được sử dụng ở đây, phạm vi khoảng trượt tối đa (MSIR) đề cập đến sự chênh lệch giữa chiều dày tối đa và chiều dày tối thiểu của chất nền thủy tinh theo các khoảng xác định. MSIR thu được là sự chênh lệch chiều dày tối đa của các chênh lệch

chiều dày tối đa, các chênh lệch chiều dày tối đa đạt được từ khoảng đích κ được dịch chuyển theo kích thước định trước của tấm thủy tinh theo các bước tăng định trước của chiều dài $\square\square\square n$ lần, mỗi bước lặp bằng khoảng đích dẫn đến sự chênh lệch chiều dày tối đa $\Delta T_{\max}$. Mỗi khoảng đích κ_n bao gồm chiều dày tối đa $T_{\max_n}$ và chiều dày tối thiểu $T_{\min_n}$, và sự chênh lệch chiều dày tối đa được xác định là $\Delta T_{\max_n} = T_{\max_n} - T_{\min_n}$. Quá trình nêu trên dẫn đến $n \Delta T_{\max_n}$'s, và sự chênh lệch chiều dày tối đa của $n \Delta T_{\max}$'s là phạm vi khoảng trượt tối đa, MSIR. Cần lưu ý rằng là khoảng sẽ bằng với khoảng, MSIR bằng với TTV.

Như được sử dụng ở đây, toàn bộ chiều rộng ở nửa tối đa (FWHM) của một phần của đường đặc tuyến là chiều rộng của phần được đo giữa các điểm trên trục y mà có nửa độ rộng của biên độ tối đa, và sẽ được gọi chung là chiều rộng đặc trưng của đường đặc tuyến. FWHM có thể được sử dụng, ví dụ, để mô tả chiều rộng của phần tăng trên đồ thị hoặc hàm số.

do hiển thị độ phân giải tăng lên, nên cũng có nhu cầu về độ đồng đều chiều dày của các chất nền thủy tinh bao gồm màn hiển thị các tấm panen. Tấm panen hiển thị LCD đặc trưng bao gồm chất nền thủy tinh mặt sau mà trên đó sơ đồ của các tranzito màng mỏng (TFTs: thin film transistors) được lắng phủ, ví dụ bởi phương pháp quang khắc, để điều khiển trạng thái phân cực của chất lỏng tinh thể vật liệu chứa trong thể tích giữa chất nền mặt sau và nắp che hoặc phần bịt kín chất nền được bịt kín vào đó, và sự trợ giúp của TFT tạo ra các điểm ảnh riêng rẽ của màn hiển thị. Các quá trình lắng phủ màng mỏng này dựa vào chất nền phẳng để chứa chiều sâu tiêu cự giới hạn của quá trình in mặt phẳng.

Trong các trường hợp khác, các đĩa thủy tinh hình khuyên có thể được sử dụng làm các đĩa ổ cứng (HDD). Do các đầu đọc và/hoặc ghi trên các tay cầm chỉ di chuyển theo nanomet bên trên bề mặt đĩa, đĩa phải là phẳng tuyệt đối. Các đĩa thủy tinh hình khuyên này có thể được cắt từ các tấm thủy tinh lớn thành nhiều đoạn, và các chi phí sản xuất đáng kể có thể đạt được nếu nhu cầu về việc mài và/hoặc đánh bóng các bề mặt chính của tấm thủy tinh lớn, hoặc theo cách khác các đĩa hình khuyên riêng biệt được cắt ra từ đó, có thể được loại bỏ. Theo đó, tấm thủy tinh có độ biến thiên chiều dày giảm, và phương pháp sản xuất có khả năng tạo ra các tấm thủy tinh lớn này với

độ phẳng vượt trội mà không cần bước mài và/hoặc đánh bóng bề mặt sau chế tạo, sẽ là hữu dụng.

FIG.1 là hình vẽ dạng sơ đồ của vật phẩm thủy tinh, ví dụ tấm thủy tinh 10, bao gồm bề mặt chính thứ nhất 12, bề mặt chính thứ hai đối diện 14, và chiều dày T vuông góc với các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai được tạo ra giữa chúng. Mặc dù tấm thủy tinh 10 có thể là hình dạng thích hợp bất kỳ cho ứng dụng cụ thể, để dễ mô tả, trừ khi được tuyên bố theo cách khác, thì sẽ được giả sử sau đây rằng tấm thủy tinh 10 bao gồm dạng hình chữ nhật được bao bởi hai mép đối diện thứ nhất 16a và 16b và hai mép đối diện thứ hai 16c và 16d, trong đó các mép 16a, 16b vuông góc với các mép 16c và 16d. Theo đó các tấm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể bao gồm chiều rộng W và chiều dài L vuông góc với chiều rộng W, trong đó chiều rộng và chiều dài mỗi chiều song song với hai mép đối diện tương ứng. Mặc dù hướng của chiều rộng và chiều dài có thể được chọn một cách tùy ý, để thuận tiện, chiều rộng W sẽ được biểu thị ở đây là chiều ngắn hơn trong số hai kích thước và ngược lại, chiều dài L sẽ được biểu thị là chiều dài hơn trong số hai kích thước. Do vậy, các tấm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể có chiều rộng lớn hơn hoặc bằng khoảng 680 mm, ví dụ lớn hơn hoặc bằng khoảng 1000 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1300 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1500 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1870 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2120 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2300 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2600 mm, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 3100 mm. Các chiều dài tương ứng có thể lớn hơn hoặc bằng khoảng 880 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1200 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1500 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1800 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2200 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2320 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2600 mm, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 3600 mm. Ví dụ, các tấm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể có các kích thước được thể hiện là W x L lớn hơn hoặc bằng khoảng 680 mm x 880 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1000 mm x 1200 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1300 mm x 1500 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1500 mm x 1800 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 1870 x 2200 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2120 mm x 2320 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2300 mm x 2600 mm, lớn hơn hoặc bằng khoảng 2600 mm x 3000 mm, hoặc lớn hơn hoặc bằng khoảng 3100 mm x 3600 mm.

Các bề mặt chính thứ nhất và/hoặc thứ hai có thể có độ nhám trung bình Ra nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,5 nm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,4 nm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,3 nm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,2 nm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,1 nm, hoặc nằm trong khoảng từ khoảng 0,1 nm và khoảng 0,6 nm. Theo một số phương án, độ nhám bề mặt của các bề mặt chính thứ nhất 12 và thứ hai 14 có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 nm, là-được kéo. Bằng cách kéo, nghĩa là độ nhám bề mặt của vật phẩm thủy tinh là vật phẩm thủy tinh được tạo, mà không xử lý bề mặt, ví dụ, mài hoặc đánh bóng của bề mặt. Độ nhám bề mặt được đo bằng phương pháp giao thoa quét kết hợp, kính hiển vi đồng tiêu hoặc các phương pháp thích hợp khác.

Chiều dày T có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 4 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1,5 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,7 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,5 mm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,3 mm. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện, chiều dày T có thể là nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,1 mm, như nằm trong khoảng từ khoảng 0,05 mm đến khoảng 0,1 mm.

Các vật phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể có tổng biến thiên chiều dày TTV nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm , ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3 μm , nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm , nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1 μm , nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,5 μm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 μm .

Các vật phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể có phạm vi khoảng trượt tối đa, MSIR, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm đối với khoảng trượt κ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 25 mm với bước tăng δ bằng 5 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm đối với khoảng trượt κ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 100 mm với bước tăng δ bằng 5 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4,5 μm đối với khoảng trượt κ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 150 mm với bước tăng δ bằng 5 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6 μm đối với khoảng trượt κ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 330 mm với bước tăng δ bằng 5 mm, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 6,5 μm đối với khoảng trượt κ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 400 mm với bước tăng δ bằng 5 mm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 8,5 μm đối với khoảng trượt κ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 750 mm với bước tăng δ bằng 5 mm.

Các vật phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể, theo một số phương án thực hiện, bao gồm hai hoặc nhiều lớp của thủy tinh. Ví dụ, khác nhau các tấm thủy tinh có thể được tạo ra nhờ quá trình dung hợp và do đó bao gồm đường dung hợp 18 ((xem FIG.2 và FIG.3) có thể nhìn thấy từ mép của vật phẩm thủy tinh. Đường dung hợp biểu thị mặt phân cách giữa các lớp của thủy tinh mà được tạo dung hợp với nhau trong quá trình sản xuất. Theo một số phương án, ít nhất hai lớp thủy tinh thành phần hóa học giống nhau. Tuy nhiên, theo các phương án khác, các lớp có thể có các thành phần hóa học khác nhau.

dưới đây theo FIG.4, theo một số phương án thực hiện, vật phẩm thủy tinh có thể là đĩa thủy tinh, như (“phôi”) tạo hình trước để sử dụng làm đĩa HDD. Như được sử dụng ở đây “phôi đĩa” sẽ được hiểu có nghĩa là đĩa thủy tinh trước khi lắng phủ của phương tiện từ tính lên trên bề mặt của chúng và các bề mặt chính đã được tạo khác nhau như được thể hiện trên FIG.4, phôi đĩa 20 bao gồm thứ nhất bề mặt chính đã được tạo 22, thứ hai bề mặt chính đã được tạo 24 và chiều dày T được tạo ra giữa chúng. Các mép của phôi đĩa có thể được hoàn thiện (ví dụ, mài và/hoặc đánh bóng). Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ đã được tạo phương tiện các bề mặt chính không được thực hiện bước mài và/hoặc đánh bóng, mặc dù theo một số phương án thực hiện, các bề mặt chính có thể được xử lý bằng hóa học, ví dụ trong quá trình trao đổi ion. Phôi đĩa 20 có thể có đường kính D nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 100 mm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 98 mm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 96 mm, mặc dù theo các phương án thực hiện khác, phôi đĩa có thể có đường kính lớn hơn so với 100 mm. Theo một số phương án thực hiện, phôi đĩa 20 có thể là hình khuyên đĩa với phần cắt bỏ chính giữa 26 đồng tâm với với chu vi ngoài của phôi đĩa. Độ nhám bề mặt Ra của phôi đĩa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,5 nm, ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,25 nm. TTV của phôi đĩa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 4 μm , ví dụ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 3 μm , như nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1 μm . MSIR của phôi đĩa nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 2 μm cho khoảng bằng 25 mm được dịch chuyển ngang qua bề mặt chính của phôi đĩa, ví dụ qua đường kính D, theo các bước tăng 5 mm. Các phôi tấm có thể được tạo, ví dụ, bằng cách cắt nhiều phôi tấm từ tấm thủy tinh, như đã được mô tả ở đây.

Theo một số phương án, các vật phẩm thủy tinh đã được mô tả ở đây bao gồm thủy tinh không chứa kiềm với điểm ủ cao và suất đàn hồi Young cao, cho phép thủy tinh có độ ổn định về kích thước thích hợp (tức là, độ nén thấp), ví dụ trong quá trình sản xuất TFTs, nhờ đó làm giảm độ biến thiên trong quá trình xử lý TFT. Thủy tinh với điểm ủ cao có thể giúp tránh không làm méo tấm panen do độ nén (độ co) trong quá trình xử lý nhiệt sau khi sản xuất thủy tinh. Ngoài ra, một số phương án thực hiện của sáng chế có thể có các tốc độ khắc mòn cao, cho phép để làm mỏng một cách hợp lý mặt sau, cũng như các độ nhót lỏng cao đáng kể, do vậy làm giảm hoặc loại bỏ khả năng sự hóa mờ trên thân chế tạo tương đối lạnh.

Theo một số phương án thực hiện, thủy tinh có thể bao gồm điểm ủ lớn hơn so với khoảng 785°C, 790°C, 795°C hoặc 800°C. Do không bị giới hạn bởi lý thuyết hoạt động cụ thể bất kỳ, có thể tin rằng này các điểm ủ cao dẫn đến các tốc độ giãn chậm—và do đó các lượng nén tương đối nhỏ.

Theo một số phương án, các thủy tinh làm ví dụ có thể bao gồm độ nhót bằng khoảng 35.000 poa (T_{35k}) ở nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1340 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1335 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1330 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1325 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1320 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1315 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1310 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1300 °C hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1290 °C. Theo các phương án thực hiện cụ thể, thủy tinh có thể bao gồm độ nhót bằng khoảng 35.000 poa (T_{35k}) ở nhiệt độ nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1310 °C. Theo các phương án thực hiện khác, nhiệt độ của các thủy tinh làm ví dụ ở độ nhót bằng khoảng 35.000 poa (T_{35k}) nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1340 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1335 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1330 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1325 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1320 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1315 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1310 °C, nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1300 °C hoặc nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 1290 °C. Theo các phương án thực hiện khác nhau, thủy tinh có thể bao gồm T_{35k} nằm trong khoảng từ khoảng 1275 °C đến khoảng 1340 °C, hoặc nằm trong khoảng từ khoảng 1280 °C đến khoảng 1315 °C.

Nhiệt độ lỏng của thủy tinh (T_{liq}) là nhiệt độ mà ở nhiệt độ cao hơn đó các pha tinh thể không thể tồn tại ở trạng thái cân bằng với thủy tinh. Theo phương án thực hiện khác nhau, các vật phẩm thủy tinh có T_{liq} nằm trong khoảng từ 1180 °C đến

khoảng 1290 °C, hoặc nằm trong khoảng từ 1190 °C đến khoảng 1280 °C. Theo phương án thực hiện khác, độ nhớt tương ứng với nhiệt độ lỏng của thủy tinh lớn hơn hoặc bằng khoảng 150,000 poise. Theo một số phương án thực hiện, độ nhớt tương ứng với nhiệt độ lỏng của thủy tinh lớn hơn hoặc bằng khoảng 100,000 poise, 175,000 poise, 200,000 poise hoặc 250,000 poise.

Theo phương án thực hiện khác, thủy tinh làm ví dụ có thể tạo ra $T_{35k} - T_{liq} > 0,25T_{35k} - 225^{\circ}\text{C}$. Điều này đảm bảo khả năng phá hủy tối thiểu trên lõi chế tạo của quy trình dung hợp.

Các thủy tinh đã được mô tả ở đây có thể bao gồm điểm căng lớn hơn hoặc bằng khoảng 650 °C. Hệ số tuyến tính của giãn nở nhiệt (CTE) của các phương án thực hiện khác nhau của các thủy tinh trong dải nhiệt độ 0-300 °C có thể thỏa mãn tương quan $28 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C} \leq \text{CTE} \leq 34 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$.

Theo một số phương án, thủy tinh là thủy tinh hầu như không chứa kiềm, bao gồm theo đơn vị mol% :

SiO₂ 49 đến 62

Al₂O₃ 16 đến 20

B₂O₃ 1 đến 2

MgO 2 đến 3

CaO 3 đến 5

SrO 1 ĐẾN 2

BaO 0 đến 10

ZnO 0 đến 5

Trong đó Al₂O₃, MgO, CaO, SrO, BaO, v.v. thể hiện % khối lượng của các hợp phần oxit tương ứng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, "thủy tinh không có kiềm" là thủy tinh có tổng nồng độ kiềm nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 %mol hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,1 % khối lượng, trong đó tổng nồng độ kiềm là tổng của các nồng độ Na₂O, K₂O, và Li₂O.

Theo một số phương án thực hiện, thủy tinh hầu như không có kiềm bao gồm oxit theo mol%:

SiO₂ 65 – 75

Al₂O₃ 10 đến 15

Al ₂ O ₃	0 đến 3,5
MgO	0 đến 7,5
CaO	4 đến 10
SrO	0 đến 5
BaO	1 đến 5
ZnO	0 đến 5

Trong đó $1,0 \leq (\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})/\text{Al}_2\text{O}_3 < 2$ và $0 < \text{MgO}/(\text{MgO}+\text{Ca}+\text{SrO}+\text{BaO}) < 0,5$.

Theo một số phương án thực hiện, thủy tinh hầu như không có kiềm bao gồm oxit theo mol%:

SiO ₂	67 đến 72
Al ₂ O ₃	11 đến 14
B ₂ O ₃	0 đến 3
MgO	3 đến 6
CaO	4 đến 8
SrO	0 đến 2
BaO	2 đến 5
ZnO	0 đến 1

Trong đó $1,0 \leq (\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})/\text{Al}_2\text{O}_3 < 1,6$ và $0,20 < \text{MgO}/(\text{MgO}+\text{Ca}+\text{SrO}+\text{BaO}) < 0,40$.

Theo một số phương án thực hiện, thủy tinh hầu như không có kiềm bao gồm oxit theo mol%:

SiO ₂	64,0 đến 71,0
Al ₂ O ₃ :	9,0 đến 12,0
B ₂ O ₃ :	7,0 đến 12,0
MgO:	1,0 đến 3,0
CaO	6,0 đến 11,5
SrO	0 đến 2,0
BaO	0 đến 0,1,

Trong đó $1,00 \leq \Sigma[\text{RO}]/[\text{Al}_2\text{O}_3] \leq 1,25$, và trong đó $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ là mol% của Al₂O₃ và $\Sigma[\text{RO}]$ bằng tổng cộng của mol% của MgO, CaO, SrO và BaO.

Thủy tinh không có kiềm bao gồm oxit theo mol% nằm trong khoảng từ:

SiO₂ 64,0 đến 71,0

Al₂O₃ 9,0 đến 12,0

B₂O₃ 7,0 đến 12,0

MgO 1,0 đến 3,0

CaO 6,0 đến 11,5

SrO 0 đến 1,0

BaO 0 đến 0,1,

Trong đó $\Sigma[\text{RO}]/[\text{Al}_2\text{O}_3]$ 1,00, và trong đó $[\text{Al}_2\text{O}_3]$ là mol% của Al₂O₃ và $\Sigma[\text{RO}]$ bằng tổng cộng của mol% của MgO, CaO, SrO và BaO.

Các quá trình kéo tấm kéo xuống và cụ thể là, các quá trình dung hợp, có thể được sử dụng để sản xuất các vật phẩm thủy tinh như đã được mô tả ở đây. Nhờ không bị giới hạn bởi thuyết vận hành cụ thể bất kỳ, có thể thấy rằng quy trình kéo dung hợp có thể tạo ra các nền thủy tinh mà không yêu cầu đánh bóng. Việc đánh bóng hiện tại của nền thủy tinh có khả năng tạo ra các nền thủy tinh có độ nhám bề mặt trung bình (Ra) lớn hơn khoảng 0,5 nm, được đo bằng kính hiển vi lực nguyên tử. Các nền thủy tinh được tạo ra bởi quy trình kéo dung hợp có độ nhám bề mặt trung bình đo được bằng kính hiển vi lực nguyên tử nhỏ hơn 0,25 nm. Hiển nhiên, các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo bản mô tả này không nên bị giới hạn ở các quá trình chế tạo dung hợp, do các phương án thực hiện đã được mô tả ở đây có thể áp dụng cho khác các quá trình chế tạo như, nhưng không bị giới hạn ở, kéo qua khe, chế tạo nổi, cán, và các quá trình chế tạo tấm khác đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

Đối với các phương pháp khác nhau này để tạo ra các tấm mỏng thủy tinh, quy trình kéo dung hợp đề cập đến bên trên có khả năng các tấm rất mỏng, rất phẳng, rất đồng đều với bề mặt ban đầu nguyên sơ. Quy trình kéo qua khe cũng có thể tạo ra bề mặt ban đầu tinh khiết, nhưng do sự thay đổi về hình dạng khe theo thời gian, sự tích tụ của các mảnh vụn dễ bay hơi ở mặt phân cách giữa khe và thủy tinh, và yêu cầu tạo ra khe để phân phối thủy tinh thực sự phẳng, độ đồng đều kích thước và chất lượng bề mặt của thủy tinh kéo qua khe nói chung kém hơn thủy tinh kéo dung hợp. Quy trình nổi có khả năng phân phối các tấm rất lớn và đồng đều, nhưng bề mặt về cơ bản bị tổn thương bởi sự tiếp xúc với bề nổi ở một bên, và do tiếp xúc với các sản phẩm ngưng

tự từ bề nổi ở bên còn lại. Điều này có nghĩa là thủy tinh nổi phải được đánh bóng để sử dụng trong các ứng dụng màn hiển thị hiệu suất cao.

Mặc dù các hiệu quả nêu trên để chế tạo dung hợp các vật phẩm thủy tinh, các ứng dụng mới cho tấm thủy tinh tiếp tục đẩy các giới hạn của công nghệ sản xuất hiện tại. Ví dụ, ổ đĩa để tăng độ phân giải của các thiết bị hiển thị trực quan yêu cầu các thông số kỹ thuật chính xác trên các chất nền thủy tinh mà trên đó các linh kiện điện tử để điều khiển màn hiển thị được lắng phủ, ví dụ, các tranzito màng mỏng (TFTs). Thông thường, các thành phần TFT này được lắng phủ bởi phương pháp in mặt phẳng, và tỷ trọng tăng của TFTs mà được yêu cầu để tạo ra độ phân giải hiển thị tăng yêu cầu thủy tinh có độ phẳng vượt trội để có độ sâu tập trung thấp được tạo ra bởi thiết bị chụp ảnh quang điện.

Các kỹ thuật khác cũng có thể yêu cầu các tấm thủy tinh phẳng vượt trội. Ví dụ, nhu cầu về mật độ bề mặt ngày càng tăng đối với các đĩa HDD đang đẩy ngành HDD tận dụng thủy tinh. Thực vậy, các đĩa thủy tinh đã trở nên phổ biến cho các ổ HDD hiện tại, và cụ thể là để sử dụng trong các ổ HDD máy tính xách tay, là các đĩa thủy tinh có ít nhất vài ưu điểm so với các đĩa nhôm. Các đĩa thủy tinh có thể được tạo với các bề mặt trơn nhẵn hơn nhiều so với nhôm, nhờ đó đạt được mật độ bề mặt tăng và các chênh lệch chiều cao rất nhỏ cho đầu đọc-ghi. Thủy tinh có độ cứng lớn hơn so với trọng lượng vật liệu và bền hơn so với chiều dày, và do đó các đĩa thủy tinh có thể được tạo mỏng hơn so với các đĩa nhôm để có số lượng các đĩa tăng trong khoảng trống thiết bị định trước. Ngoài ra, thủy tinh không bị ăn mòn như nhôm, và có thể được sử dụng mà không cần mạ niken trước khi lắng phủ phương tiện từ tính. Hệ số tương đối thấp của độ giãn nở nhiệt của thủy tinh so với nhôm tạo ra độ ổn định nhiệt cao hơn, giảm chuyển động rãnh và lượng bù được yêu cầu từ cơ cấu servo của ổ đĩa, và tạo điều kiện thuận lợi cho các công nghệ ghi mới hơn, như ghi từ có trợ nhiệt. Ngoài ra, bề mặt thủy tinh của đĩa cứng hơn bề mặt của đĩa nhôm, và do đó ít bị hỏng do đầu cào xước.

Việc sản xuất các đĩa thủy tinh cho các ổ HDD thường phụ thuộc vào việc cắt các tấm thủy tinh thành các miếng nhỏ (ví dụ, các hình vuông), sau đó cắt đĩa hình khuyên từ miếng này. Tuy nhiên, do đầu đọc-ghi được bố trí chỉ cao hơn vài nanomet so với bề mặt của đĩa trong quá trình hoạt động của ổ đĩa, đĩa phải phẳng tuyệt đối và

có chiều dày với độ biến thiên nhỏ đến không có biến thiên. Theo đó, các đĩa mà không đáp ứng các yêu cầu này phải được mài và/hoặc được đánh bóng để đạt được độ phẳng cần thiết. Tuy nhiên, việc mài và/hoặc đánh bóng thêm vào các bước và chi phí cho quá trình sản xuất. Trong các phương pháp sản xuất, lượng lớn thủy tinh nóng chảy được chế tạo ép giữa hai khuôn. Tuy nhiên, phương pháp chế tạo ép không thể đáp ứng các yêu cầu kích thước cần thiết và tương tự phần mô tả bên trên, phôi đĩa phải được mài và/hoặc được đánh bóng trước quá trình xử lý tiếp theo.

Xem xét phần mô tả trên đây, khả năng sản xuất các tấm thủy tinh phẳng với độ biến thiên chiều dày tối thiểu có thể tạo ra sự đảm bảo rằng các yêu cầu sản phẩm trong tương lai có thể được đáp ứng. Để làm được như vậy đòi hỏi phải kiểm soát nhiệt độ chính xác của tấm thủy tinh, mà, trong quá trình kéo xuống dung hợp, được kéo theo dạng dải từ thân chế tạo được bố trí trong buồng chế tạo, và thông qua buồng làm nguội mà bao gồm thiết bị điều khiển nhiệt độ khác nhau để kiểm soát hình dạng và chiều dày, cụ thể là theo phương ngang (hướng chiều rộng) vuông góc với hướng kéo. Các thiết bị và phương pháp điều khiển này trong quá khứ bao gồm bước thổi chất giảm nhiệt, tức là, khí, như không khí khô sạch, lên trên dải hoặc thủy tinh chảy qua thân chế tạo dưới dạng dải được kéo từ thân chế tạo. Các phương pháp khác bao gồm bước định vị các ống này ở phía sau tấm của vật liệu có tính dẫn nhiệt cao. Cả hai phương án đều bị bắn tóe, vốn là sự phân tán ra phía ngoài của khí từ bề mặt mà khí được tới đó. Trong trường hợp thứ nhất, khí mà được phun ngược vào chính thủy tinh nóng chảy bị tản ra ngoài theo tất cả các hướng trên thủy tinh nóng chảy, từ đó làm giới hạn sự tiếp cận của một ống làm nguội với ống làm nguội liền kề. Việc bố trí các ống làm nguội quá gần có thể dẫn tới sự can nhiễu giữa sự bắn tóe từ một ống làm nguội và sự bắn tóe từ ống làm nguội liền kề. Sự can nhiễu này có thể khiến cho các vùng về cơ bản được làm nguội không kiểm soát giữa các điểm tới của các dòng khí. Ngoài ra, việc đưa dòng khí vào trong buồng làm nguội và/hoặc buồng chế tạo có thể làm rối loạn môi trường được kiểm soát bên trong (các) buồng, từ đó gây ra các dao động nhiệt độ không mong muốn qua chiều rộng của dải. Các dao động nhiệt độ này có thể dẫn đến các biến thiên chiều dày, các thay đổi hình dạng và ứng suất dư. Do vậy, việc sử dụng các ống làm nguội kết thúc hở để khí xả một cách trực tiếp vào trong (các) buồng phải được đặt cách nhau khoảng cách thích hợp sao cho khí từ một ống

làm nguội không can nhiều tới ống làm nguội liền kề, vốn giới hạn việc kiểm soát chiều dày cần đạt được. Ngoài ra, do chất giảm nhiệt được tới một cách trực tiếp trên thủy tinh nóng chảy, việc sử dụng chất giảm nhiệt dạng lỏng không khả thi. Do năng suất nhiệt của các khí về cơ bản là nhỏ hơn nhiều so với chất lỏng, khả năng làm nguội của các hệ thống khí tới trực tiếp này bị cản trở. Cuối cùng, kết cấu mở hai bên của các ống làm nguội kéo dài vào trong các buồng chế tạo và/hoặc các buồng làm nguội thông qua thành của chúng yêu cầu phần bịt kín của nhiều cổng riêng vào trong các buồng và duy trì các đệm kín này, do sự rò rỉ giữa các ống làm nguội và các thành buồng có thể dẫn đến sự rối loạn của môi trường bên trong các buồng.

Trong trường hợp thứ hai, việc định vị các ống làm nguội ở phía sau tấm có tính dẫn nhiệt cao, việc tới trực tiếp của chất giảm nhiệt trên thủy tinh nóng chảy có thể được loại bỏ. Tuy nhiên, này các hệ thống có thể vẫn bị bắn tóe, trong đó sự bắn tóe được tạo ra bởi một ống làm nguội trên tấm có tính dẫn nhiệt cao có thể vẫn can nhiều bởi sự bắn tóe được tạo ra bởi ống làm nguội liền kề, từ đó lại tạo ra vùng giữa ống ít được kiểm soát nhiệt độ hơn trên tấm có tính dẫn nhiệt cao. Như trong trường hợp nêu trên, không gian kín của các ống làm nguội do đó bị giới hạn. Ngoài ra, ngay cả nếu các ống làm nguội được chứa bên trong bình hoặc bình chứa với tấm có tính dẫn nhiệt cao đối diện dải, có nguy cơ rò rỉ khí từ bình chứa vào trong ngăn.

Như được thể hiện trên FIG.5 là thiết bị sản xuất thủy tinh kéo dung hợp làm ví dụ 30 theo các phương án thực hiện sáng chế. Theo một số phương án, thủy tinh quá trình sản xuất thiết bị 30 có thể bao gồm lò nóng chảy thủy tinh 32 mà có thể bao gồm bể nấu chảy 34. Ngoài bể nấu chảy 34, theo cách tùy chọn lò nóng chảy thủy tinh 32 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ phận khác như các bộ phận gia nhiệt (ví dụ, các bộ đốt và/hoặc các điện cực) được tạo cấu hình để gia nhiệt vật liệu thô và chuyển đổi vật liệu thô thành thủy tinh nóng chảy. Ví dụ, bể nấu chảy 34 có thể là bể nấu chảy đốt bằng điện, trong đó năng lượng được cấp cho vật liệu thô thông qua cả các bộ đốt và bởi sự gia nhiệt trực tiếp, trong đó dòng điện được đi qua vật liệu thô, và bổ sung năng lượng thông qua gia nhiệt Joule vật liệu thô.

Theo các phương án khác, lò nóng chảy thủy tinh 32 có thể bao gồm các thiết bị quản lý nhiệt (ví dụ, chất cách điện các bộ phận) làm giảm sự thất thoát nhiệt từ bể nấu chảy. Theo các phương án thực hiện khác nữa, lò nóng chảy thủy tinh 32 có thể

bao gồm các thiết bị điện tử và/hoặc điện cơ, các thiết bị mà tạo điều kiện thuận lợi cho việc nung chảy vật liệu thô vào trong thủy tinh nóng chảy. Ngoài ra, lò nóng chảy thủy tinh 32 có thể bao gồm các kết cấu đỡ (ví dụ, trụ đỡ, bộ phận đỡ, v.v.) hoặc các bộ phận khác.

Bể nấu chảy thủy tinh 34 thường được tạo ra từ vật liệu chịu lửa, như vật liệu gốm chịu lửa, ví dụ vật liệu gốm chịu lửa theo % khối lượng về oxit dựa trên oxit nhôm hoặc ziriconi, mặc dù vật liệu gốm chịu lửa có thể bao gồm các vật liệu chịu lửa khác, như yttri (ví dụ, yttri, ziriconi được điều chỉnh yttri, yttri phosphat), ziricon ($ZrSiO_4$) hoặc oxit nhôm-ziriconi-silicon hoặc thậm chí crom oxit, được sử dụng theo cách thay thế hoặc theo cách kết hợp bất kỳ. Theo một số ví dụ, bể nấu chảy thủy tinh 34 có thể được làm từ gạch gốm chịu lửa.

Theo một số phương án, lò nấu chảy 32 có thể được kết hợp làm thành phần của thiết bị sản xuất thủy tinh được tạo cấu hình để chế tạo vật phẩm thủy tinh, ví dụ dải thủy tinh có chiều dài bất định, mặc dù theo các phương án khác, thủy tinh quá trình sản xuất thiết bị có thể được tạo kết cấu để tạo ra các vật phẩm thủy tinh khác song không giới hạn, như các thanh thủy tinh, các ống thủy tinh, các vỏ ngoài thủy tinh (ví dụ, các vỏ ngoài thủy tinh dùng cho các thiết bị chiếu sáng, ví dụ, các bóng đèn) và các thấu kính thủy tinh, mặc dù nhiều vật phẩm thủy tinh khác được dự tính. Theo một số ví dụ, lò nấu chảy có thể được kết hợp làm thành phần của thiết bị sản xuất thủy tinh bao gồm thiết bị kéo qua khe, thiết bị bể nổi, thiết bị kéo xuống (ví dụ, thiết bị kéo xuống dung hợp), thiết bị kéo lên, thiết bị ép, thiết bị cán, thiết bị kéo ống hoặc thiết bị sản xuất thủy tinh khác bất kỳ mà sẽ thu được từ sáng chế. Dưới dạng ví dụ, FIG.1 minh họa dưới dạng sơ đồ lò nấu chảy thủy tinh 32 làm thành phần của thiết bị sản xuất thủy tinh kéo xuống dung hợp 30 để kéo dung hợp dải thủy tinh để xử lý tiếp thành các tấm thủy tinh riêng biệt hoặc cán dải thủy tinh trên bề.

Theo cách tùy chọn thiết bị sản xuất thủy tinh 30 (ví dụ, thiết bị kéo xuống dung hợp 30) có thể bao gồm: thiết bị sản xuất thủy tinh phía trên 36 được bố trí ở phía trên tương đối với bể nấu chảy thủy tinh 34. Theo một số ví dụ, một phần của, hoặc toàn bộ thiết bị sản xuất thủy tinh phía trên 36, có thể được kết hợp làm một phần của lò nấu chảy thủy tinh 32.

Như được thể hiện trên phương án thực hiện sáng chế mà được thể hiện trên FIG.1, thiết bị sản xuất thủy tinh phía trên 36 có thể bao gồm thùng chứa vật liệu thô 38, thiết bị chuyển vật liệu thô 40 và động cơ điện 42 được nối với thiết bị chuyển vật liệu thô. Thùng chứa 38 có thể được cấu hình để lưu trữ số lượng của vật liệu thô 44 mà có thể được cấp vào trong bể nấu chảy 34 của lò nấu chảy thủy tinh 32 thông qua một hoặc nhiều cửa cấp, như được biểu thị bởi mũi tên 46. Vật liệu thô 44 thường bao gồm một hoặc nhiều oxit kim loại chế tạo thủy tinh và một hoặc nhiều chất điều chỉnh. Theo một số ví dụ, thiết bị chuyển vật liệu thô 40 có thể được cấp động lực bởi động cơ điện 42 sao cho thiết bị chuyển vật liệu thô 40 chuyển lượng vật liệu thô định trước 44 từ thùng chứa 38 đến bể nấu chảy 34. Theo các ví dụ khác, động cơ điện 42 có thể cấp động lực cho thiết bị chuyển vật liệu thô 40 để cấp vật liệu thô 44 ở tốc độ được kiểm soát dựa trên mức của thủy tinh nóng chảy được đo ở phía dưới từ bể nấu chảy 34 tương đối với hướng chảy của thủy tinh nóng chảy. Vật liệu thô 44 bên trong bể nấu chảy 34 có thể sau đó được gia nhiệt để tạo ra thủy tinh nóng chảy 48. Thông thường, ở bước nấu chảy ban đầu, vật liệu thô được bổ sung vào bể nấu chảy dưới dạng hạt, ví dụ bao gồm “các dạng cát” khác nhau. Vật liệu thô cũng có thể bao gồm thủy tinh vụn (tức là mảnh vụn) từ các lần nấu chảy và/hoặc chế tạo trước đó. Các bộ đốt thường được sử dụng để bắt đầu quá trình nấu chảy. Trong quá trình nấu chảy đốt điện, khi điện trở của vật liệu thô được giảm đáng kể (ví dụ, khi vật liệu thô bắt đầu trở thành dạng lỏng), việc đốt điện được bắt đầu bằng cách tạo ra điện thế giữa các điện cực được bố trí ở tiếp xúc với vật liệu thô, nhờ đó tạo ra dòng điện thông qua vật liệu thô, vật liệu thô thường đi vào, hoặc ở trong trạng thái nóng chảy ở thời điểm này.

Thiết bị sản xuất thủy tinh 30 cũng có thể theo cách tùy chọn bao gồm thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50 được bố trí ở phía dưới của lò nấu chảy thủy tinh 32 tương đối với hướng chảy của thủy tinh nóng chảy 48. Theo một số ví dụ, một phần của thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50 có thể được kết hợp thành một phần của lò nấu chảy thủy tinh 32. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, ống dẫn nổi thứ nhất 52 được mô tả dưới đây, hoặc các phần khác của thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50, có thể được kết hợp thành một phần của lò nấu chảy thủy tinh 32. Các bộ phận của thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới, bao gồm ống dẫn nổi thứ nhất 52, có thể được tạo từ kim loại quý. Các kim loại quý thích hợp bao gồm các kim loại nhóm

platin được chọn từ nhóm của các kim loại bao gồm platin, iriđi, rodi, osmi, ruteni và paladi, hoặc các hợp kim của chúng. Ví dụ, ở phía dưới các bộ phận của thủy tinh quá trình sản xuất thiết bị có thể được tạo từ platin-rodi alloy bao gồm từ khoảng 70% đến khoảng 90% khối lượng platin và khoảng 10% đến khoảng 30% khối lượng rodi. Tuy nhiên, các kim loại thích hợp khác có thể bao gồm molybden, reni, tantan, titan, vonfram và các hợp kim của chúng.

Thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50 có thể bao gồm bể điều hòa không khí thứ nhất (tức là bể xử lý), như bể tinh luyện 54, nằm ở phía dưới so với bể nấu chảy 34 và ghép nối với bể nấu chảy 34 nhờ ống dẫn nối thứ nhất 52 nêu trên. Theo một số ví dụ, thủy tinh nóng chảy 48 có thể được cấp nhờ trọng lực từ bể nấu chảy 34 đến bể tinh luyện 54 nhờ ống dẫn nối thứ nhất 52. Ví dụ, trọng lực có thể dẫn thủy tinh nóng chảy 48 thông qua đường dẫn bên trong của ống dẫn nối thứ nhất 52 từ bể nấu chảy 34 đến bể tinh luyện 54. Tuy nhiên, nên hiểu rằng các bể điều hòa khác có thể được bố trí ở phía dưới bể nấu chảy 34, ví dụ giữa bể nấu chảy 34 và bể tinh luyện 54. Theo một số phương án, bình điều hòa có thể được sử dụng giữa bể nấu chảy và bể tinh luyện trong đó thủy tinh nóng chảy từ bể nấu chảy thứ cấp được gia nhiệt tiếp trong bình thứ cấp để tiếp tục quá trình nấu chảy, hoặc làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của thủy tinh nóng chảy trong bể nấu chảy thứ cấp trước khi đi vào bể tinh luyện.

Bên trong bể tinh luyện 54, các bong bóng có thể được loại bỏ ra khỏi thủy tinh nóng chảy 48 bằng các công nghệ khác nhau. Ví dụ, vật liệu thô 44 có thể bao gồm các hợp chất đa hóa trị (tức là chất tinh luyện) như tin oxit mà, khi được gia nhiệt, trải qua phản ứng khử hóa học và giải phóng oxy. Chất tinh luyện thích hợp khác bao gồm song không giới hạn ở arsen, antimon, sắt và xeri, mặc dù được lưu ý trước đó, việc sử dụng arsen và antimon có thể là không được khuyến khích vì các lý do môi trường trong một số ứng dụng. Bể tinh luyện 54 được gia nhiệt đến nhiệt độ lớn hơn so với bể nấu chảy nhiệt độ, nhờ đó gia nhiệt chất tinh luyện. Các bong bóng oxy được tạo ra bởi khử hóa học gây ra bởi nhiệt độ của một hoặc nhiều chất tinh luyện chứa trong phần nóng chảy dâng cao qua thủy tinh nóng chảy bên trong bể tinh luyện, trong đó các khí trong thủy tinh nóng chảy được tạo ra trong bể nấu chảy có thể hợp nhất hoặc khuếch tán vào trong các bong bóng oxy được tạo ra bởi chất tinh luyện. Sau đó các bong bóng khí nở lớn với độ nổi tăng có thể nổi lên bề mặt tự do của thủy tinh nóng

chảy bên trong bể tinh luyện và sau đó được thoát ra ngoài của bể tinh luyện. Các bong bóng oxy có thể còn gây ra việc trộn cơ học của thủy tinh nóng chảy trong bể tinh luyện khi chúng nổi lên qua thủy tinh nóng chảy.

Thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50 có thể còn bao gồm bình điều hòa khác, như thiết bị trộn 56 để trộn thủy tinh nóng chảy mà chảy xuống phía dưới từ bể tinh luyện 54. Thiết bị trộn 56 có thể được sử dụng để tạo ra hợp phần thủy tinh nóng chảy đồng nhất, nhờ đó làm giảm sự không đồng nhất về nhiệt hoặc hóa học mà có thể tồn tại theo cách khác bên trong thủy tinh nóng chảy tinh luyện từ bể tinh luyện. Như được thể hiện trên hình vẽ, bể tinh luyện 54 có thể được ghép nối với thiết bị trộn 56 nhờ ống dẫn nối thứ hai 58. Theo một số phương án, thủy tinh nóng chảy 48 có thể được cấp nhờ trọng lực từ bể tinh luyện 54 đến thiết bị trộn 56 nhờ ống dẫn nối thứ hai 58. Ví dụ, trọng lực có thể dẫn thủy tinh nóng chảy 48 thông qua đường dẫn bên trong của ống dẫn nối thứ hai 58 từ bể tinh luyện 54 đến thiết bị trộn 56. Cần lưu ý rằng trong khi thiết bị trộn 56 được thể hiện ở phía dưới của bể tinh luyện 54 tương đối với hướng chảy của thủy tinh nóng chảy, thiết bị trộn 56 có thể được bố trí ở phía trên so với bể tinh luyện 54 theo các phương án thực hiện khác. Theo một số phương án, thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50 có thể bao gồm nhiều thiết bị trộn, ví dụ thiết bị trộn ở phía trên so với bể tinh luyện 54 và thiết bị trộn ở phía dưới so với bể tinh luyện 54. Các thiết bị trộn này có thể có thiết kế giống nhau, hoặc chúng có thể có thiết kế khác nhau so với thiết bị khác. Theo một số phương án thực hiện, một hoặc nhiều trong số các bể và/hoặc các ống dẫn có thể bao gồm van trộn tĩnh được bố trí ở đó để thúc đẩy quá trình trộn và do vậy đồng nhất hóa vật liệu nóng chảy.

Thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50 có thể còn bao gồm bể điều hòa khác như bể chuyển 60 mà có thể được bố trí ở phía dưới so với thiết bị trộn 56. Bể chuyển 60 có thể điều hòa thủy tinh nóng chảy 48 cần được cấp vào trong thiết bị chế tạo phía dưới. Ví dụ, bể chuyển 60 có thể có tác dụng như bể tích lũy và/hoặc bộ điều khiển dòng để điều chỉnh và cấp dòng thủy tinh nóng chảy đồng nhất 48 đến thân chế tạo 62 nhờ ống dẫn thoát 64. Như được thể hiện trên hình vẽ, thiết bị trộn 56 có thể được ghép nối với bể chuyển 60 nhờ ống dẫn nối thứ ba 66. Theo một số ví dụ, thủy tinh nóng chảy 48 có thể được cấp nhờ trọng lực từ thiết bị trộn 56 đến bể chuyển 60 nhờ ống dẫn nối thứ ba 66. Ví dụ, trọng lực có thể dẫn dòng thủy tinh nóng chảy 48 thông

qua đường dẫn bên trong của ống dẫn nối thứ ba 66 từ thiết bị trộn 56 đến bể chuyển 60.

Thiết bị sản xuất thủy tinh phía dưới 50 có thể còn bao gồm thiết bị chế tạo 68 bao gồm thân chế tạo nêu trên 62, nhưng không chỉ giới hạn ở đường ống nạp 70. Ống dẫn thoát 64 có thể được bố trí để chuyển thủy tinh nóng chảy 48 từ bể chuyển 60 đến đường ống nạp 70 của thiết bị chế tạo 68. Thân chế tạo 62 trong thiết bị chế tạo thủy tinh kéo xuống dung hợp có thể bao gồm máng 72 được bố trí ở bề mặt trên của thân chế tạo và các bề mặt chế tạo hội tụ 74 (chỉ một bề mặt được thể hiện) để hội tụ theo hướng kéo dọc theo mép dưới (đáy) 76 của thân chế tạo. Thủy tinh nóng chảy được chuyển đến thân chế tạo máng thông qua bể chuyển 60, ống dẫn thoát 64 và đường ống nạp 70 chảy tràn qua các thành của máng và chảy xuống dọc theo các bề mặt chế tạo hội tụ 74 thành các dòng tách biệt của thủy tinh nóng chảy. Các dòng tách biệt của thủy tinh nóng chảy liên kết bên dưới và dọc theo để để sản xuất dải thủy tinh đơn 78 của thủy tinh nóng chảy mà được kéo theo hướng kéo 80 từ đáy 76 dọc theo mặt phẳng kéo 82 (xem FIG.6) bằng cách tác động ứng suất kéo vào dải thủy tinh, như bởi trọng lực và các trục cán khác nhau, ví dụ, các trục cán kéo 84 (xem FIG.6), để kiểm soát các kích thước của dải thủy tinh khi thủy tinh nóng chảy nguội và độ nhót của vật liệu tăng. Theo đó, dải thủy tinh 78 đi qua chuyển tiếp độ nhót-đàn hồi và thu được các đặc tính cơ học mà tạo ra cho dải thủy tinh 78 ổn định các đặc tính kích thước. Theo một số phương án thực hiện, dải thủy tinh 78 có thể được tách biệt thành các tấm thủy tinh riêng biệt 10 bởi thiết bị tách thủy tinh (không được thể hiện trên hình vẽ) ở vùng đàn hồi của dải thủy tinh, mặc dù theo các phương án thực hiện khác, dải thủy tinh có thể được cuộn lên trên các bề và được lưu trữ để xử lý tiếp. Ngoài ra, các phần mép được tạo dày, các mép được tôi, có thể được loại bỏ, hoặc nối trực tiếp, từ dải thủy tinh 78, hoặc từ các tấm thủy tinh riêng biệt 10 sau khi tách khỏi dải thủy tinh 78.

Do dải thủy tinh 78, và sau đó là các tấm thủy tinh 10, được tạo ra bởi quá trình dung hợp của hai dòng thủy tinh nóng chảy tách biệt, tấm thủy tinh 10 bao gồm mặt phân cách giữa các lớp tách biệt có thể nhìn thấy từ mép của tấm thủy tinh. Mặt phân cách có thể nhìn thấy làm đường (đường dung hợp) 18 dọc theo mép của tấm thủy tinh. Ngoài ra, hai lớp của tấm thủy tinh, do một nguồn thủy tinh nóng chảy của chúng, có thành phần hóa học giống nhau. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác,

(không được thể hiện trên hình vẽ, nhiều thân chế tạo có thể được sử dụng, trong đó thủy tinh nóng chảy chảy từ thân chế tạo thứ nhất chảy lên trên thủy tinh nóng chảy trong máng của thân chế tạo thứ hai được bố trí bên dưới thân chế tạo thứ nhất sao cho dải được kéo từ thân chế tạo thứ hai bao gồm nhiều hơn hai lớp. Tức là, thủy tinh nóng chảy tạo ra cho thân chế tạo thứ nhất không cần là thành phần hóa học giống nhau khi thủy tinh nóng chảy chảy đến thân chế tạo thứ hai. Theo đó, tấm thủy tinh bao gồm nhiều hơn hai lớp thủy tinh, và nhiều hơn một đường dung hợp (nhiều hơn một mặt phân cách), có thể được tạo.

Dưới đây theo FIG.6 đến FIG.8, thân chế tạo 62 được bố trí bên trong tạo ra buồng 90 để duy trì môi trường được kiểm soát quanh thân chế tạo 62 và dải thủy tinh được kéo từ chúng. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.7 và 8, buồng chế tạo 90 có thể có thể bao gồm buồng chế tạo bên trong thứ nhất 92. Buồng chế tạo bên trong 92 còn được chứa bên trong và nằm cách nhau với buồng chế tạo bên ngoài 94. Các phần tử gia nhiệt 96 có thể được bố trí ở khoảng trống giữa các buồng chế tạo bên trong và bên ngoài và được sử dụng để kiểm soát nhiệt độ, và do đó độ nhớt, của thủy tinh nóng chảy 48, sao cho thủy tinh nóng chảy ở độ nhớt thích hợp để chế tạo. Buồng làm nguội bên dưới 98 tạo thành rãnh dẫn quanh dải thủy tinh 78 do dải thủy tinh được kéo từ đáy 76 và hỗ trợ tạo ra môi trường được kiểm soát cho dải thủy tinh khi nó chuyển tiếp từ chất lỏng nhớt thành chất rắn đàn hồi với các kích thước được thiết lập. Theo đó thiết bị chế tạo 68 có thể còn bao gồm các thiết bị làm nguội 100, ví dụ được tạo kết cấu như hai cửa làm nguội 100 kéo dài theo hướng chiều rộng của dải, song song với mặt phẳng kéo 82. Các cửa làm nguội 100 bao gồm tám panen quay về dải 102, cũng kéo dài theo hướng chiều rộng của dải, song song với mặt phẳng kéo 82. Tám panen quay về dải 102 có thể được tạo từ vật liệu có tính dẫn nhiệt cao có khả năng chịu được các nhiệt độ cao bên trong buồng trong 92, như lớn hơn hoặc bằng 1100°C. Vật liệu làm ví dụ thích hợp là silic cacbua (SiC). Các cửa làm nguội 100 bao gồm hốc 104 vào trong mà các ống làm nguội 106 được bố trí, các ống làm nguội 106 nối thông chất lưu với nguồn (không được thể hiện trên hình vẽ) của khí làm nguội. Các ống làm nguội 106 bao gồm: đầu hở được bố trí liền kề với và nằm cách nhau từ bề mặt trong của tám panen quay về dải 102. Khí làm nguội 108 được dẫn trực tiếp đến các ống làm nguội và được thổi từ các ống làm nguội đập vào bề mặt bên trong của các tám panen

quay về dải, nhờ đó các tấm panen quay về dải được làm nguội. Các tấm panen quay về dải được làm nguội 102 tạo ra dải thủy tinh liền kề tản nhiệt 78 và giúp làm mát dải. Dòng khí làm nguội 105 đến mỗi ống làm nguội 106 có thể được kiểm soát một cách riêng biệt, sao cho sự kiểm soát của dải nhiệt độ có thể được thực hiện một cách cục bộ. Như được thể hiện trên FIG.6 và FIG.7, các tấm panen quay về dải 102 thường có góc sao cho các mặt đầu hầu như song song với các bề mặt chế tạo hội tụ 74, nhờ đó tối đa hóa hiệu quả của cửa làm nguội trên thủy tinh chảy qua các bề mặt chế tạo hội tụ. Như được biểu thị bởi các mũi tên 110, các cửa làm nguội 100 có thể dịch chuyển được theo phương vuông góc với mặt phẳng kéo 82. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng khả năng của các cửa làm nguội dịch chuyển vào lân cận gần của các dòng thủy tinh nóng chảy bị giới hạn, do hướng có góc của các mặt đầu làm tăng khả năng của thủy tinh nóng chảy mà có thể nhỏ giọt từ thân chế tạo để tiếp xúc và phủ bên ngoài các bề mặt của các tấm panen quay về dải 102, theo độ dẫn nhiệt của các tấm panen quay về dải và theo đó cản trở tới nhiệt độ và sự kiểm soát độ nhót của dải thủy tinh 78. Do vậy, các cửa làm nguội 100 thường được bố trí bên ngoài theo phương thẳng đứng của các bề mặt chế tạo.

Thiết bị chế tạo 68 còn bao gồm các cổng trượt 112, được bố trí ở các phía đối diện của dải thủy tinh 78. Theo một số phương án thực hiện, ví dụ phương án thực hiện FIG.6 và FIG.7, các cổng trượt 112 được đặt thấp hơn các cửa làm nguội 100. Tuy nhiên, theo các phương án thực hiện khác, như được thể hiện trên FIG.8, các cổng trượt 112 có thể được bố trí bên trên các cửa làm nguội 100. Cũng theo các phương án thực hiện khác, các cổng trượt có thể được bố trí cả bên trên và bên dưới các cửa làm nguội. Như được biểu thị bởi các mũi tên 114, các cổng trượt 112 có thể dịch chuyển được theo phương vuông góc với mặt phẳng kéo 82.

FIG.9A và FIG.9B minh họa hình chiếu cắt từ phía trên và hình chiếu cạnh, một cách tương ứng, của cổng trượt làm ví dụ 112. Cổng trượt 112 bao gồm thành trên 120, thành đáy 122 và tấm panen quay về dải (tấm nhiệt) 124. Cổng trượt 112 được bố trí sao cho tấm nhiệt 124 liền kề với dải thủy tinh 78. Khoảng cách giữa tấm nhiệt 124 và bề mặt chính liền kề của dải thủy tinh 78 được xác định là “d”. Tấm nhiệt 124 được tạo từ vật liệu có tính dẫn nhiệt cao, như SiC. Tấm nhiệt 124 có thể được tạo góc, ví dụ ở góc xấp xỉ góc của các bề mặt chế tạo hội tụ 74, hoặc tấm nhiệt 124 có thể là

thẳng đứng và hầu như song song với mặt phẳng kéo 82. Cổng trượt 112 có thể còn bao gồm thành sau 126 nối thành trên 120 và thành đáy 122, và các thành đầu 128, 130.

Cổng trượt 112 còn bao gồm các ống làm nguội 132 được bố trí bên trong cổng trượt. Mỗi ống làm nguội 132 của các ống làm nguội bao gồm ống ngoài 134 và ống trong 136. Ống ngoài 134 và ống trong 136 có thể, theo một số phương án thực hiện, bao gồm dạng hình tròn trên hình vẽ cắt vuông góc với đường trục dọc của ống làm nguội, mặc dù theo các phương án khác, một trong số hai hoặc cả hai ống ngoài và ống trong có thể có các hình có tiết diện khác, như các hình chữ nhật, các hình ô van, hoặc dạng hình học thích hợp khác bất kỳ. Theo một số phương án, ống trong 136 có thể đồng tâm với ống ngoài 134 quanh đường trục dọc chính giữa của ống làm nguội. Mỗi ống ngoài 134 trong số các ống ngoài bao gồm đầu xa kín 138 được bố trí gần bề mặt trong của tấm nhiệt 124. Theo một số phương án, đầu xa 138 tiếp xúc với tấm nhiệt 124. Mỗi ống trong 136 của các ống trong bao gồm đầu xa hở 140 gần với đầu xa kín 138 của ống ngoài 134. Chất lưu làm nguội 142 được cấp vào bên trong ống 136 được xả thông qua đầu xa hở 140 và tới đầu xa kín 138 của ống ngoài 134. Chất lưu làm nguội được đẩy ra khỏi đầu xa hở 140, sau đó chảy ngược lại thông qua khoảng trống giữa ống ngoài 134 và ống trong 136, mà trên đó chất lưu làm nguội có thể được thông hơi từ ống làm nguội, hoặc được làm lạnh, như trong bộ trao đổi nhiệt (không được thể hiện trên hình vẽ) và được quay vòng trở lại đến ống làm nguội. Chất lưu làm nguội 142 có thể khí, như khí trơ, hoặc thậm chí không khí, hoặc chất lỏng, ví dụ nước.

Không giống các thiết bị làm nguội mà xả khí làm nguội một cách trực tiếp lên trên dải, các dòng bên trong của chất lưu làm nguội được tuần hoàn thông qua các ống làm nguội 132 không tương tác với chất lưu làm nguội của ống làm nguội liền kề, do vậy, các ống làm nguội 132 có thể được cách nhau càng gần nhau với kích cỡ của các ống làm nguội cho phép. Ngoài ra, tốc độ dòng của chất lưu làm nguội thông qua các ống làm nguội có thể được tăng đến càng cao như yêu cầu và càng tốt. Ngoài ra, nhờ có bước làm nguội chất lưu hoàn toàn bên trong các ống làm nguội đồng thời bên trong cổng trượt, dòng chất lưu làm nguội được ngăn không cho đi vào buồng làm nguội 98 chứa dải. Bằng cách so sánh, khí làm nguội đi vào các cửa làm nguội 100 từ các ống

làm nguội 106 có thể rò rỉ vào trong buồng làm nguội và phá vỡ môi trường nhiệt bên trong buồng làm nguội, từ đó gây ra các biến thiên nhiệt độ không kiểm soát theo chiều rộng hoặc làm giảm chiều dài của dải 78 mà có thể dẫn đến sự hình thành của ứng suất dư trong dải do dải nguội. Theo một số phương án, chất lưu làm nguội 142 được sử dụng bên trong các ống làm nguội 132 có thể là chất lỏng, ví dụ nước, mà không gây hại cho việc phun nước vào trong buồng làm nguội. Việc sử dụng chất lỏng, với năng suất nhiệt cao hơn khí, có thể làm tăng khả năng làm nguội của các ống làm nguội.

Theo một số phương án thực hiện, cổng trượt 112 có thể bao gồm tám cứng được tạo bởi kim loại chịu nhiệt độ cao, trong đó các rãnh dẫn được tạo ra, như bằng cách khoan, trên tám kim loại. Mỗi đường ống dẫn có vai trò là ống ngoài 134, các thành của mỗi đường ống dẫn tạo thành đường kính trong của “ống”. Ống trong 136 có thể được bố trí vào mỗi đường ống dẫn, trong đó chất lưu làm nguội được phun vào trong đường ống dẫn theo cách đã được mô tả trên đây. Theo một số phương án thực hiện, đường trục dọc tâm của mỗi đường ống dẫn (ví dụ, ống ngoài) có thể được cách nhau với đường trục dọc của đường ống dẫn liền kề theo khoảng cách nằm trong khoảng từ khoảng 1 cm đến khoảng 1,5 cm.

Các cổng trượt 112 có thể có các hình dạng khác nhau. Ví dụ, cổng trượt làm ví dụ khác 112 được minh họa trên FIG.10. Theo phương án thực hiện sáng chế trên FIG.10, các phần đầu 150 của cổng trượt được tạo lõm tương đối với mặt phẳng kéo 82. Theo phương án thực hiện sáng chế trên FIG.11, các phần đầu 150 của cổng trượt 112 có góc tương đối với mặt phẳng kéo 82 sao cho các mép về phía trước của cổng trượt ở các đầu của cổng trượt nghiêng về phía sau theo hướng cách xa khỏi mặt phẳng kéo 82. Theo các phương án thực hiện khác nữa, cổng trượt có thể bao gồm các bộ phận riêng biệt. Theo phương án thực hiện sáng chế trên FIG.12, cổng trượt làm ví dụ 212 bao gồm phần giữa 214 bao gồm các ống làm nguội 132, và các phần đầu 216a, 216b được bố trí liền kề các đầu của phần giữa 214. Các phần đầu 216a, 216b có thể có các mép về phía trước song song với mặt phẳng kéo 82, hoặc, như được thể hiện trên FIG.13, các phần đầu 216a, 216b có thể có các mép có góc về phía trước mà nghiêng về phía sau theo hướng cách xa khỏi mặt phẳng kéo 82. Các phần đầu 216a, 216b có thể dịch chuyển độc lập và riêng biệt, sao cho các phần đầu và phần giữa có thể được bố trí ở các khoảng cách khác nhau từ dải thủy tinh 78.

FIG.14 là các đồ thị của dữ liệu đã được đo thể hiện tác dụng của một ống làm nguội nằm ở vị trí 105 mm từ mép ngang của dải thủy tinh 78 theo chiều dày của dải dày 3,3 mm của thủy tinh nóng chảy. Dải này xấp xỉ 22 cm theo chiều rộng. Đường kính của ống ngoài xấp xỉ 1,3 cm. Phía trong ống xấp xỉ 1 cm theo đường kính. Dòng khí bên trong của ống làm nguội bằng 40 feet (fít) khối tiêu chuẩn trên giờ. Ống được bố trí xấp xỉ 1,3 cm từ bề mặt của dải. Đường đặc tuyến 300 thể hiện chiều dày khi không có ống làm nguội, trong khi đó đường đặc tuyến 302 thể hiện chiều dày khi có mặt của ống làm nguội. Các đường đặc tuyến thể hiện thay đổi đáng kể về chiều dày ở lân cận ống làm nguội. FIG.15 là đồ thị thể hiện sự chênh lệch giữa các đường đặc tuyến trên FIG.14, trong đó đường đặc tuyến 304 thể hiện độ chênh lệch, và đường đặc tuyến 306 thể hiện độ khớp Gaussian với đường đặc tuyến 304. Sự thay đổi chiều dày tạo thành được thể hiện là xấp xỉ 150 micromét, hoặc khoảng 3,3% của chiều dày 3,3 mm danh nghĩa. Ngoài ra, trị số độ rộng toàn bộ nửa tối đa (FWHM) của đường đặc tuyến Gaussian 306 xấp xỉ 65 mm.

FIG.16 là đồ thị thể hiện cách độ đồng đều chiều dày có thể được cải thiện cho dải thủy tinh được kéo dung hợp. Đường đặc tuyến 308 là thể hiện dữ liệu chiều dày thực đối với quá trình dung hợp thông thường. Ngày được vẽ đồ thị tương đối với khoảng cách từ mép ngang của dải. Đường đặc tuyến 310 thể hiện dữ liệu mẫu sau khi thực hiện hai cổng trượt 112 được bố trí bên trên các cửa làm nguội là hàm số của vị trí theo chiều rộng của dải thủy tinh 78. Các đường 312 và 314 thể hiện các mép của các gờ, trong đó phần của dải giữa các phần gờ là "vùng chất lượng" có giá trị thương mại của dải. Dữ liệu thể hiện mà sau khi thực hiện các cổng trượt được làm nguội chủ động, chiều dày độ biến thiên bên trong vùng chất lượng lệch ra khỏi TTV khoảng 0,0018 mm không có các cổng trượt được làm nguội chủ động đến khoảng 0,0007 mm với các cổng trượt. Ngoài ra, đường đặc tuyến 316 thể hiện ΔT_{max} đối với khoảng trượt của 25 mm dịch chuyển theo các bước tăng 5 mm theo chiều rộng của dải, và đường đặc tuyến 318 thể hiện ΔT_{max} đối với khoảng trượt của 25 mm dịch chuyển theo các bước tăng 5 mm theo chiều rộng của dải mẫu khi có mặt của sự công trượt làm nguội chủ động. Khi được biểu thị, MSIR trong vùng chất lượng đối với dải thực mà không có các cổng trượt có hiệu suất MSIR khoảng 0,0015 mm, trong khi đó MSIR

đối với dải mẫu khi có mặt của các cổng trượt được làm nguội chủ động cao hơn các cửa làm nguội khoảng 0,0005 mm.

FIG.17 là đồ thị thể hiện $\Delta T_{\max}$ nhờ sử dụng khoảng trượt 100 mm được dịch chuyển theo chiều rộng của dải thủy tinh theo các bước tăng 5 mm và được vẽ đồ thị là hàm số của vị trí từ mép ngang của dải. Các đường 320 và 322 biểu thị các đường bao của vùng chất lượng. Đường đặc tuyến 324 thể hiện $\Delta T_{\max}$ for dữ liệu được đo thực trên dải, không có các cổng trượt, và đường đặc tuyến 326 thể hiện dữ liệu mẫu, với các cổng trượt được làm nguội chủ động. Dữ liệu thể hiện MSIR bằng khoảng 0,00285 mm không có các cổng trượt, và MSIR bằng khoảng 0,00025 mm với các cổng trượt được làm nguội chủ động.

FIG.18 thể hiện các kết quả nghiên cứu nhờ sử dụng “vết lạnh” hình vuông mẫu 1,3 cm được bố trí song song với dải thủy tinh đang chảy ở các khoảng cách khác nhau từ và vuông góc với mặt phẳng kéo và ở các khoảng cách thay đổi bên dưới đáy 76 (được vẽ đồ thị ngang qua đường trục ngang). Vết lạnh có thể là, ví dụ đầu của ống làm nguội kín 132, trong trường hợp này ống làm nguội với tiết diện hình vuông. Đường trục thẳng đứng các màn hiển thị biên độ của sự thay đổi chiều dày. FIG.18, đường đặc tuyến 328 thể hiện khoảng cách giữa vết lạnh (ví dụ, đầu của ống làm nguội) và dải của 1,3 cm, đường đặc tuyến 330 thể hiện khoảng cách d giữa vết lạnh và dải của 3,8 cm, đường đặc tuyến 332 thể hiện khoảng cách giữa vết lạnh và dải của 6,4 cm, và đường đặc tuyến 334 thể hiện khoảng cách giữa vết lạnh và dải của 8,9 cm. Dữ liệu thể hiện rằng việc bố trí gần hơn với đường đáy với khoảng cách tối thiểu giữa bề mặt lạnh và các bề mặt tạo dòng của dải tạo ra sự va đập chiều dày tối đa.

FIG.19 minh họa sự thay đổi chiều dày là hàm số của vị trí tương đối với đường tâm của dải, theo đơn vị mét, cho bốn rối loạn nhiệt độ (độ nhót) khác nhau ở vị trí 3,6 cm bên dưới góc của thân chế tạo và nhờ sử dụng “vết lạnh” hình vuông 1,3 cm làm mẫu được bố trí song song với dải thủy tinh đang chảy vuông góc với mặt phẳng kéo và ở các khoảng cách thay đổi từ bề mặt của dải. Khi vết lạnh bằng 1,3 cm cách xa khỏi bề mặt thủy tinh (Đường đặc tuyến 336), FWHM của sự nhiễu loạn chiều dày chính xấp xỉ 40 mm. Đường đặc tuyến 338 thể hiện vết lạnh ở vị trí 3,8 cm từ dải bề mặt, đường đặc tuyến 340 thể hiện vết lạnh ở vị trí 6,4 cm từ dải bề mặt và đường đặc tuyến 342 thể hiện vết lạnh ở vị trí 8,9 cm từ dải bề mặt. Khi vết lạnh được định vị ở

8,9 cm từ bề mặt thủy tinh, FWHM xấp xỉ 160 mm. Như được thể hiện trên hình vẽ, về cơ bản, FWHM có liên quan tuyến tính với khoảng cách của vết lạnh đến bề mặt thủy tinh.

FIG.20 và FIG.21 minh họa cách biên dạng dày thay đổi được thể hiện trên FIG.19 (các trường hợp 1,3 cm và 8,9 cm) gây ra bởi sự thay đổi về trường nhiệt độ ở cùng vị trí. FIG.20 thể hiện trường hợp 1,3 cm từ FIG.19 và FIG.21 thể hiện trường hợp 8,9 cm từ FIG.19. Trên cả hai hình vẽ, các đường đặc tuyến $\Delta Thick$ biểu thị đường đặc tuyến cho sự thay đổi chiều dày, và đường đặc tuyến $\Delta Temp$ biểu thị đường đặc tuyến cho sự thay đổi nhiệt độ. Đường trục ngang biểu thị khoảng cách từ đường tâm của dải. Dữ liệu thể hiện rằng biên độ của biên dạng dày thay đổi có liên quan tuyến tính với biên độ của sự thay đổi nhiệt độ ở bề mặt của thủy tinh, và FWHM của cả hai biên độ gần như bằng nhau. Do sự bảo toàn khối lượng, vùng tích hợp quanh đường không nên có tổng bằng không trong trường hợp có biên dạng dày. Ngoài ra, dữ liệu thể hiện tương quan giữa sự thay đổi nhiệt độ ở bề mặt của thủy tinh có liên quan đến dải chiều dày.

FIG.22 thể hiện các kết quả của việc lấy mẫu khác trong đó chiều rộng đặc trưng (FWHM) của sự nhiễu loạn chiều dày gây ra một điểm điều khiển được thay đổi trên phạm vi từ 65 mm đến 220 mm. Dữ liệu thể hiện rằng khả năng làm giảm MSIR, trong trường hợp này trong khoảng trượt 100 mm được dịch chuyển theo chiều rộng của dải theo các bước tăng 5 mm, là chức năng mạnh số của FWHM của các điểm điều khiển riêng rẽ được phân tán dọc theo mép ngang của dải thủy tinh. Ví dụ, đồ thị thể hiện rằng để đạt được MSIR bằng 0,00025, một cần gây ra sự nhiễu loạn chiều dày với FWHM xấp xỉ 65 mm. Khi FWHM tăng, thì MSIR cũng tăng. Về cơ bản, sau đó, để thu được MSIR trong khoảng trượt 100 mm nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0024, khoảng dịch chuyển theo các bước tăng bằng 5 mm ví dụ, một khoảng phải gây ra sự nhiễu loạn chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 215 mm. Để thu được MSIR trong khoảng trượt 100 mm nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0020, khoảng dịch chuyển theo các bước tăng bằng 5 mm ví dụ, một khoảng gây ra sự nhiễu loạn chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 165 mm. Để thu được MSIR trong khoảng trượt 100 mm nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,0014, khoảng dịch chuyển theo các bước tăng bằng 5 mm ví dụ, một khoảng gây ra sự nhiễu loạn chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 120 mm. Để

thu được MSIR trong khoảng trượt 100 mm nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 0,00055, khoảng dịch chuyển theo các bước tăng bằng 5 mm ví dụ, một khoảng gây ra sự nhiễu loạn chiều dày nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 60 mm. Cần lưu ý rằng cách gây ra sự nhiễu loạn chiều dày là độc lập với các kết quả trên FIG.22.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ rằng các biến thể và các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra cho các phương án thực hiện sáng chế mà không nằm ngoài ý đồ và phạm vi của sáng chế. Do vậy, sáng chế được dự tính rằng sẽ bao hàm các biến thể và các thay đổi này miễn là chúng nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật phẩm thủy tinh, bao gồm:

chiều dài lớn hơn hoặc bằng 880 mm;

chiều rộng vuông góc với chiều dài và lớn hơn hoặc bằng 680 mm;

bề mặt chính thứ nhất, bề mặt chính thứ hai đối diện với bề mặt chính thứ nhất, và chiều dày T được xác định giữa chúng; và

trong đó sự biến thiên tổng chiều dày TTV đi qua toàn bộ chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng 2 μm .

2. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 1, trong đó các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai không được đánh bóng.

3. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 2, trong đó độ nhám bề mặt trung bình Ra của các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng 0,25 nm.

4. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 1, trong đó phạm vi khoảng trượt tối đa (MSIR: maximum sliding interval range) thu được từ khoảng trượt định trước di chuyển theo các bước tăng 5 mm đi qua chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng 2 μm .

5. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 4, trong đó khoảng trượt định trước nằm trong khoảng từ 25 mm đến 750 mm.

6. Vật phẩm thủy tinh, bao gồm:

chiều dài lớn hơn hoặc bằng 880 mm;

chiều rộng vuông góc với chiều dài và lớn hơn hoặc bằng 680 mm;

bề mặt chính thứ nhất, bề mặt chính thứ hai đối diện với bề mặt chính thứ nhất, và chiều dày T được xác định giữa chúng; và

trong đó phạm vi khoảng trượt tối đa MSIR thu được từ khoảng trượt 25 mm di chuyển theo các bước tăng 5 mm đi qua chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn

hoặc bằng 2 μm .

7. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 6, trong đó các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai không được đánh bóng.

8. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 7, trong đó độ nhám bề mặt trung bình R_a của các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng 0,25 nm.

9. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 6, trong đó chiều rộng lớn hơn hoặc bằng 3100 mm.

10. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 9, trong đó chiều dài lớn hơn hoặc bằng 3600 mm.

11. Vật phẩm thủy tinh, bao gồm:

chiều dài lớn hơn hoặc bằng 880 mm;

chiều rộng vuông góc với chiều dài và lớn hơn hoặc bằng 680 mm;

bề mặt chính thứ nhất, bề mặt chính thứ hai đối diện với bề mặt chính thứ nhất, và chiều dày T được xác định giữa chúng;

trong đó sự biến thiên tổng chiều dày TTV đi qua toàn bộ chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng 2 μm và phạm vi khoảng trượt tối đa MSIR thu được từ khoảng trượt định trước di chuyển theo các bước tăng 5 mm đi qua chiều rộng của vật phẩm thủy tinh nhỏ hơn hoặc bằng 4 μm ; và

trong đó các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai không được đánh bóng.

12. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 11, trong đó độ nhám bề mặt trung bình R_a của các bề mặt chính thứ nhất và thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng 0,25 nm.

13. Vật phẩm thủy tinh theo điểm 11, trong đó khoảng trượt định trước nằm trong khoảng từ 25 mm đến 750 mm.

1/15

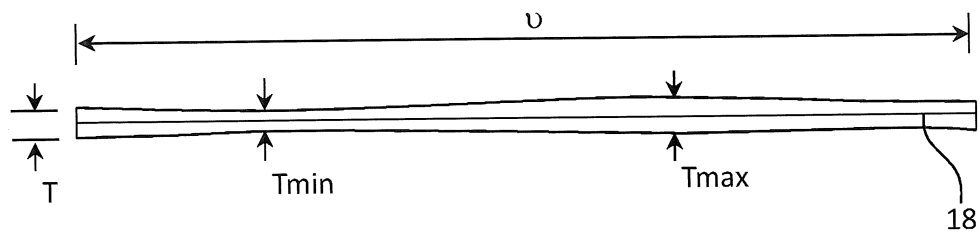
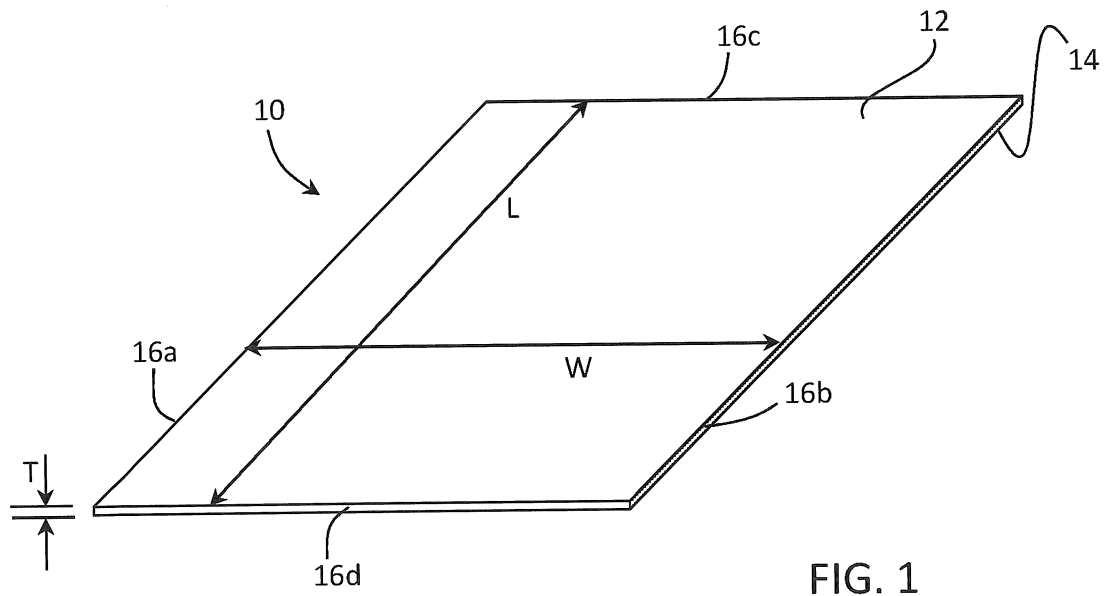


FIG. 2

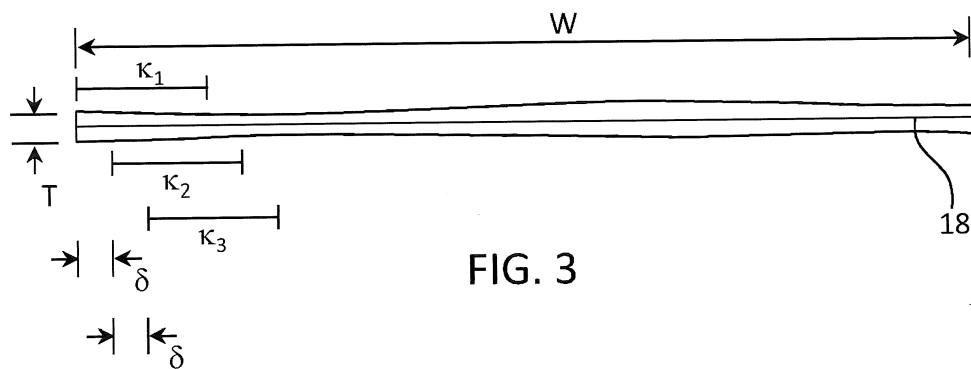


FIG. 3

2/15

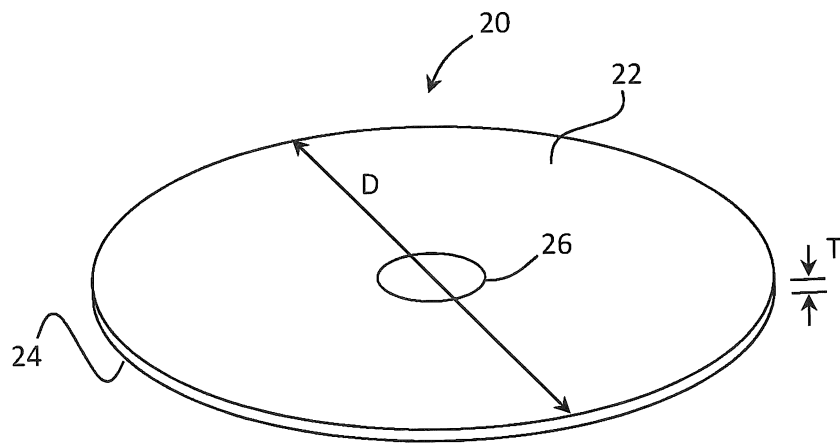


FIG. 4

3/15

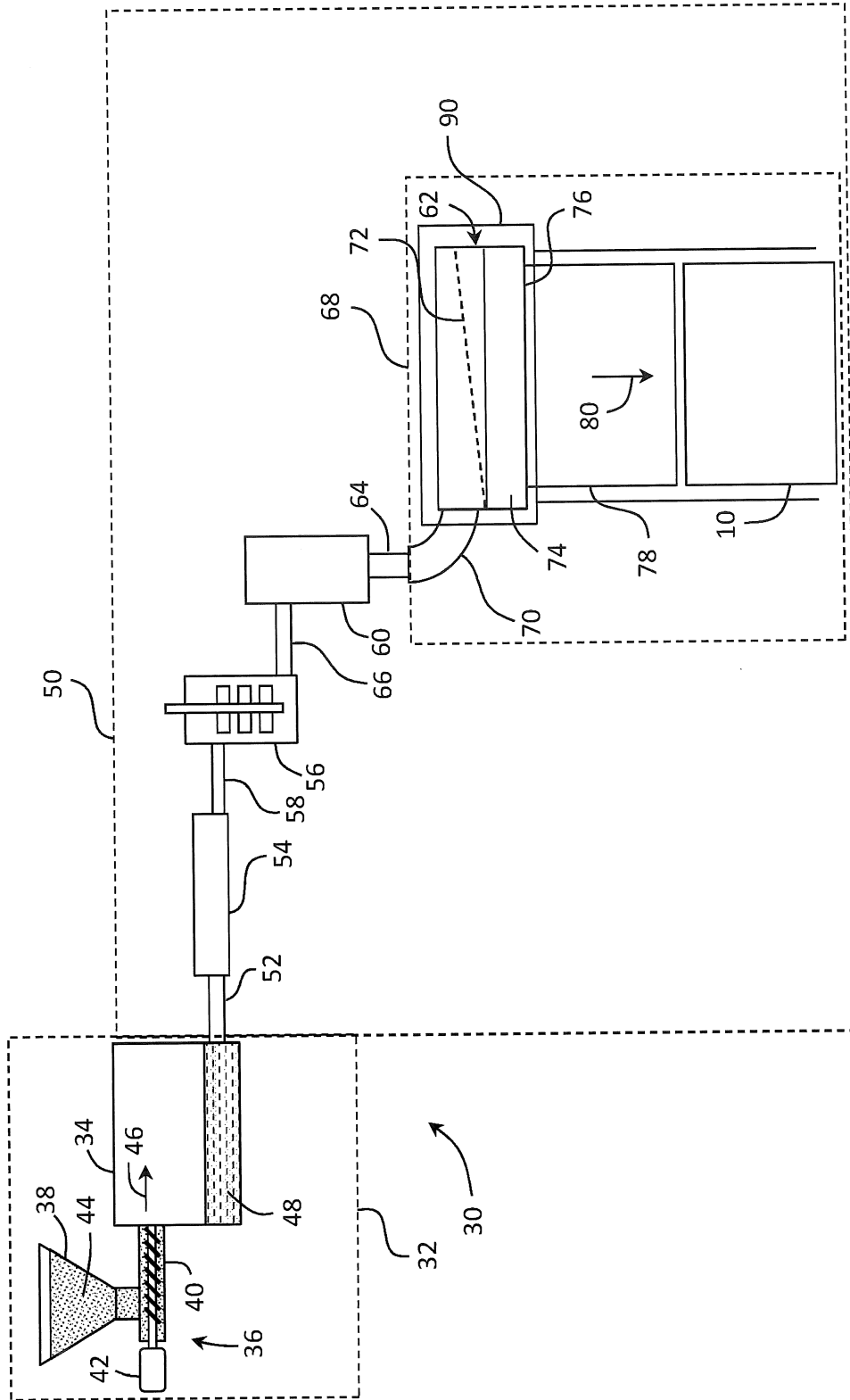
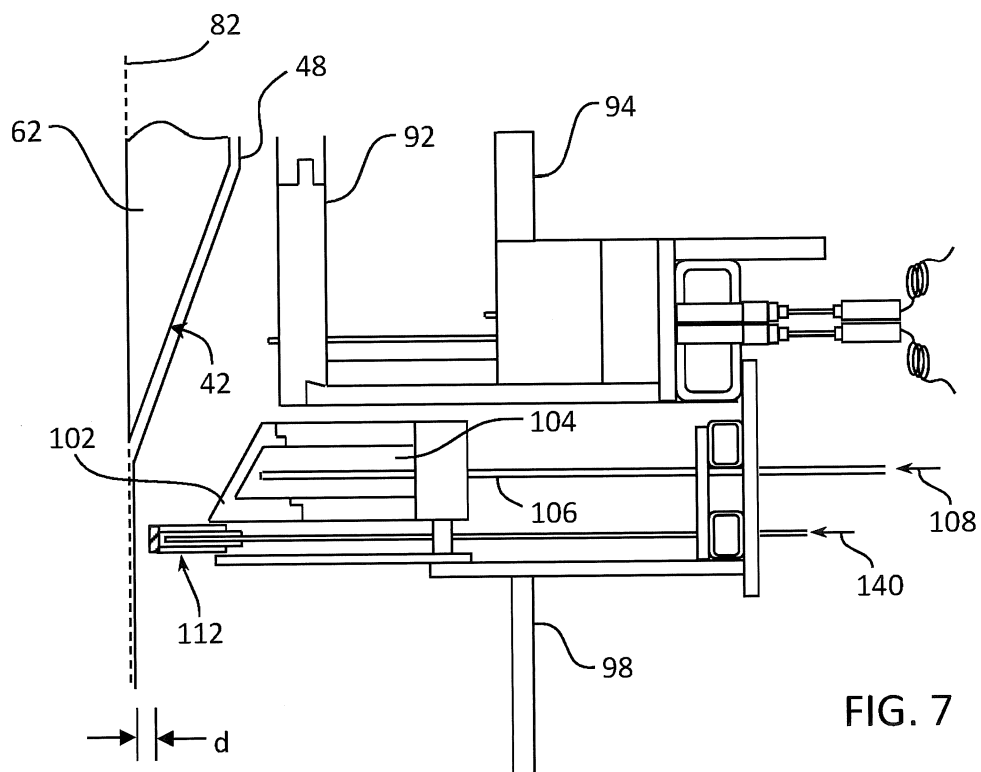
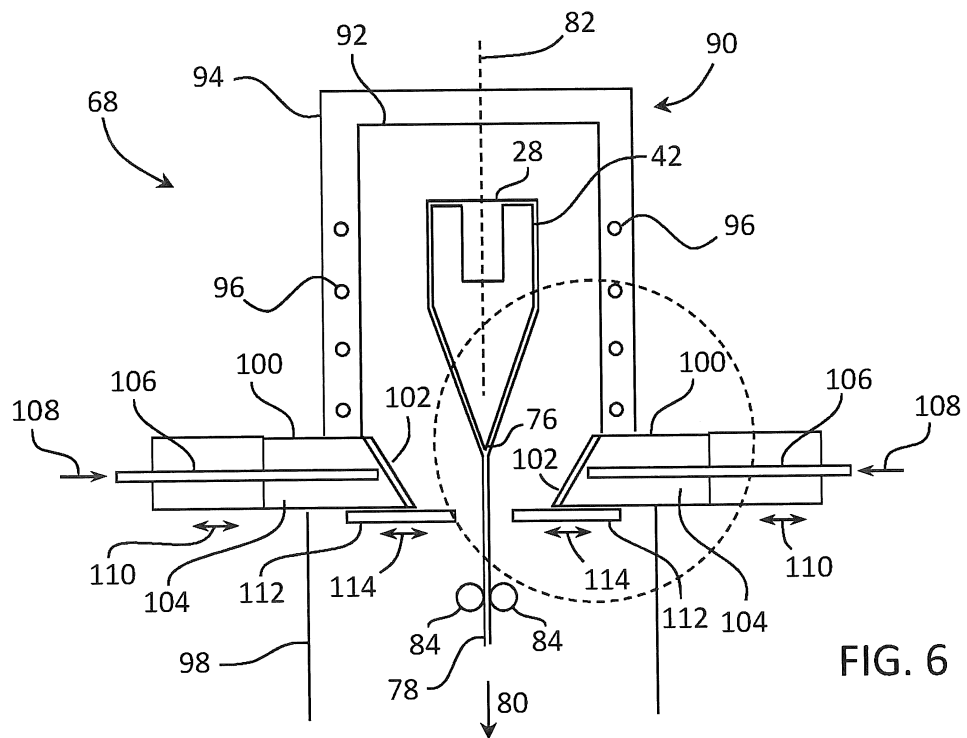
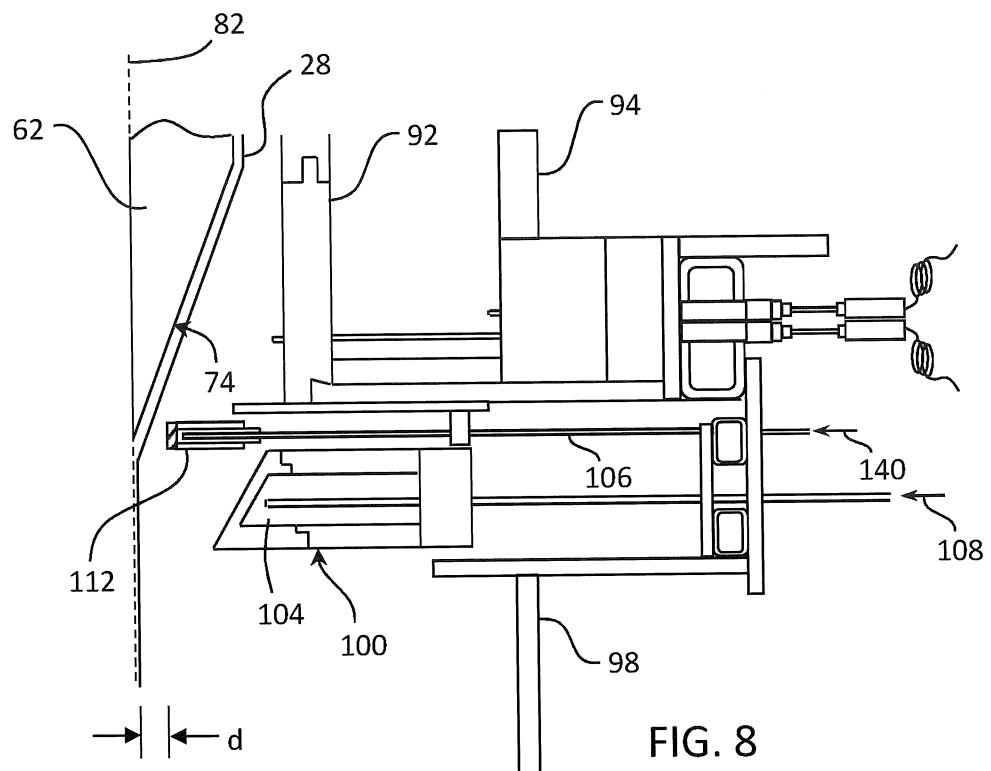


FIG. 5

4/15



5/15



6/15

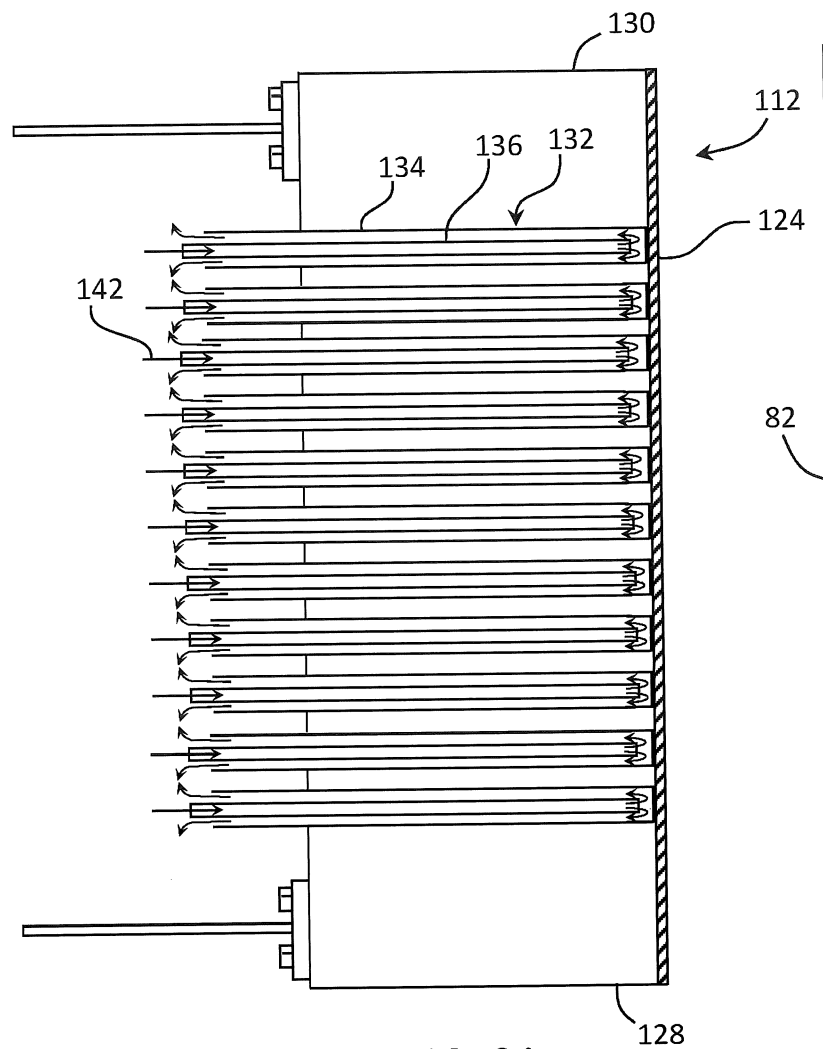


FIG. 9A

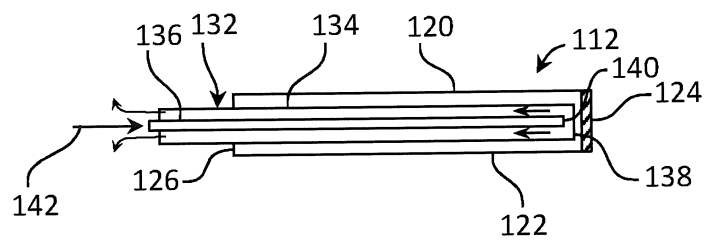


FIG. 9B

7/15

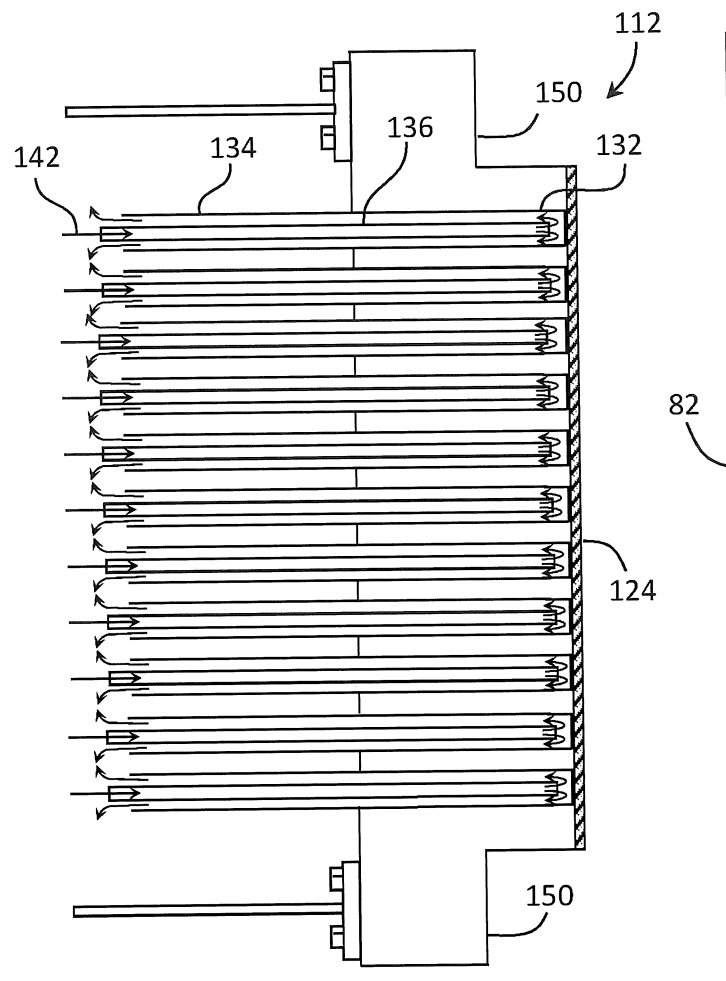


FIG. 10

8/15

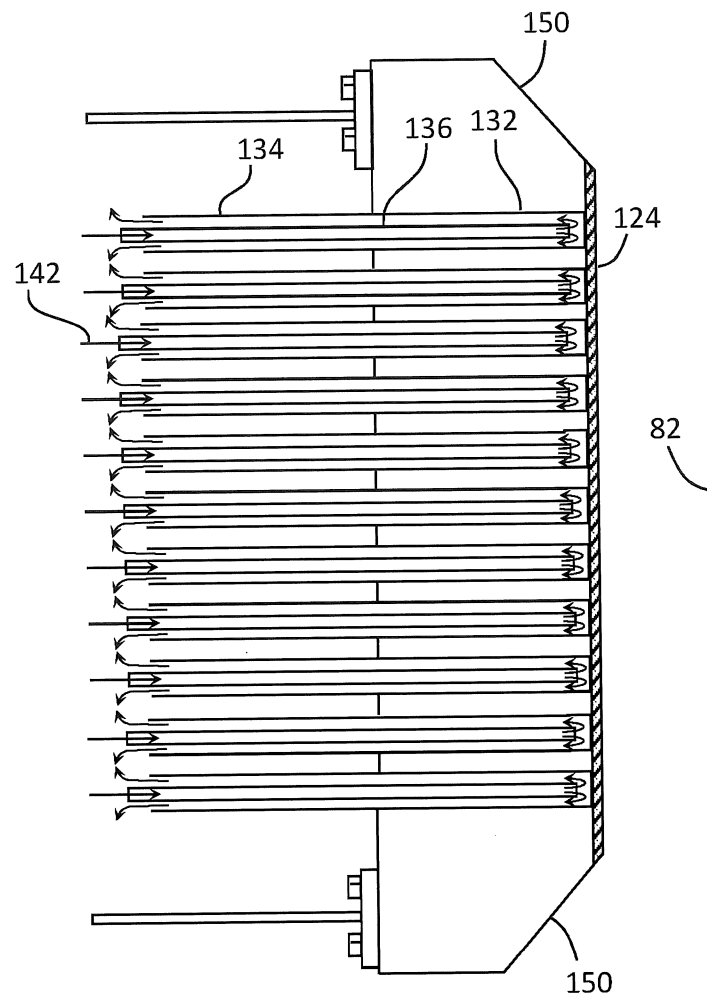


FIG. 11

9/15

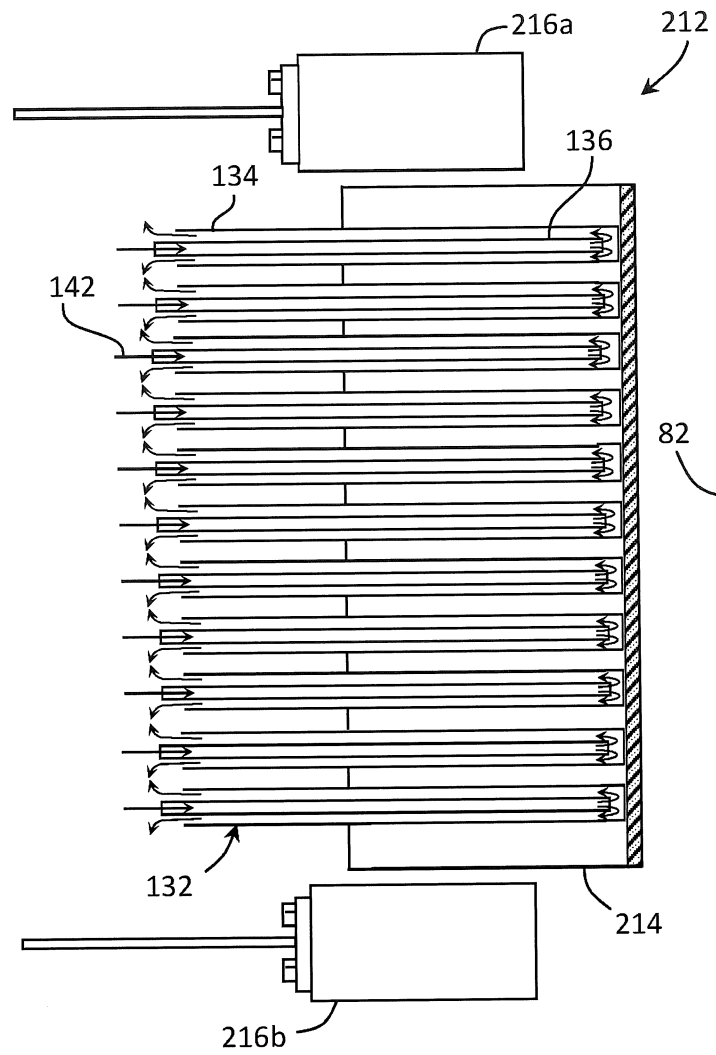


FIG. 12

10/15

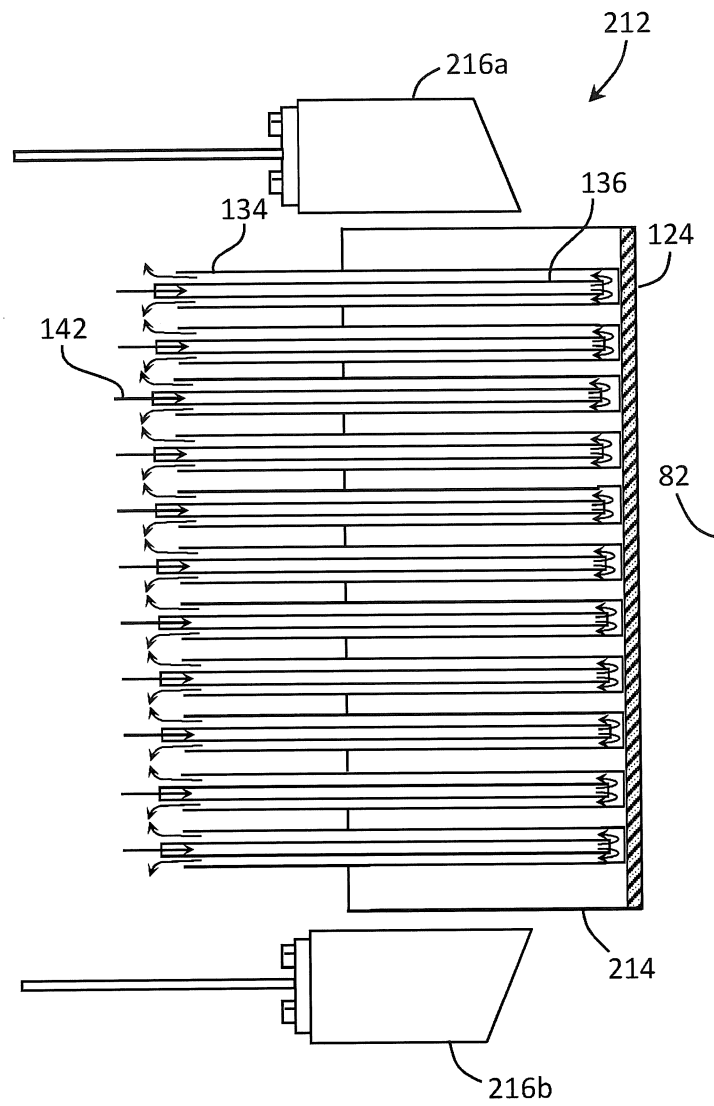


FIG. 13

11/15

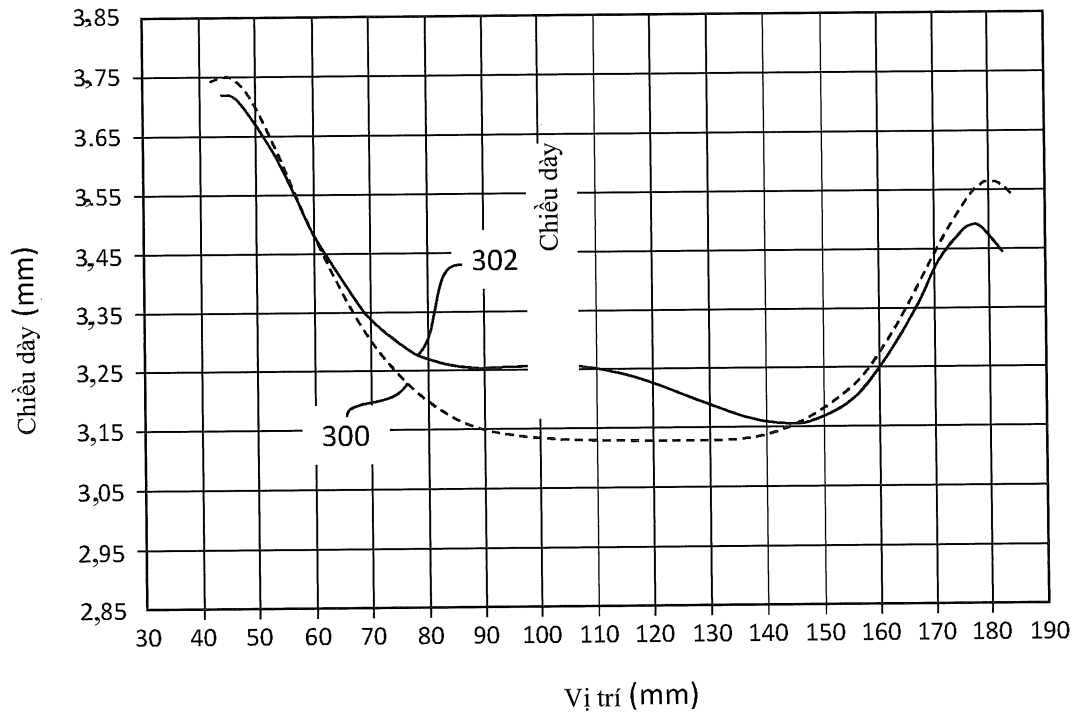


FIG. 14

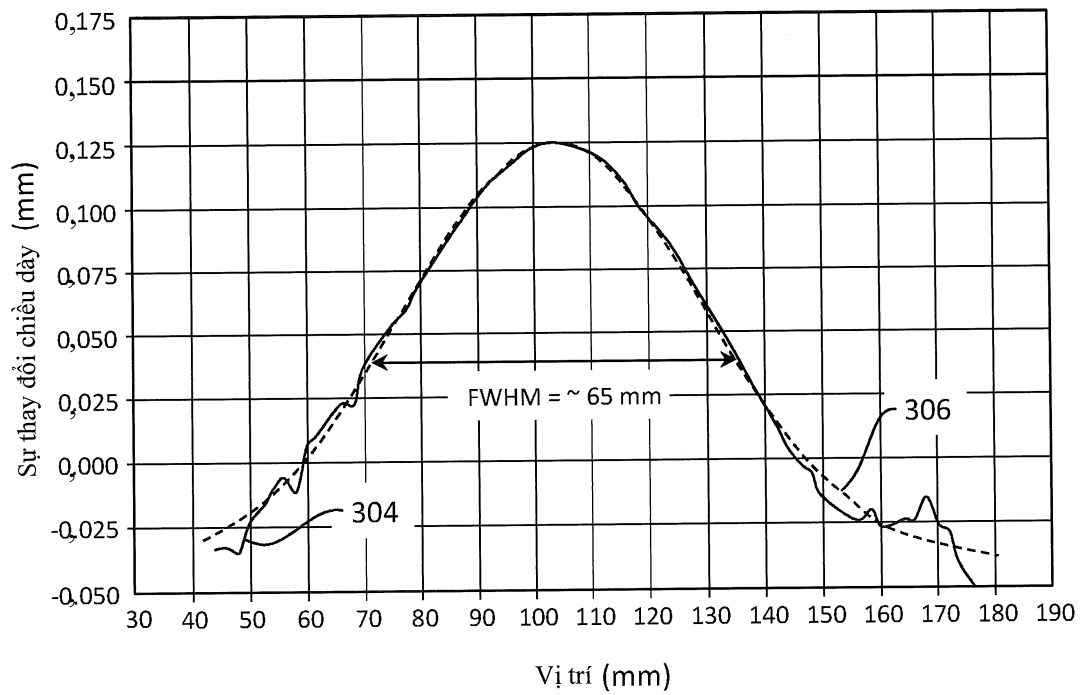


FIG. 15

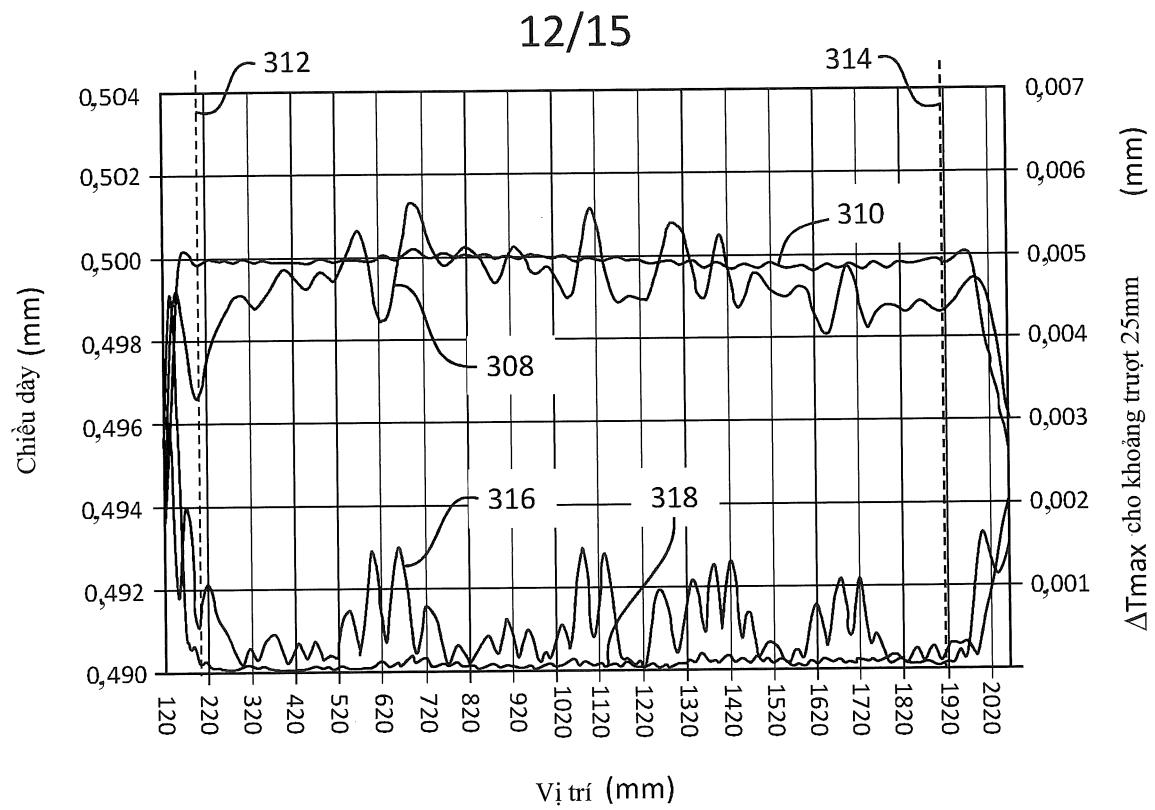


FIG. 16

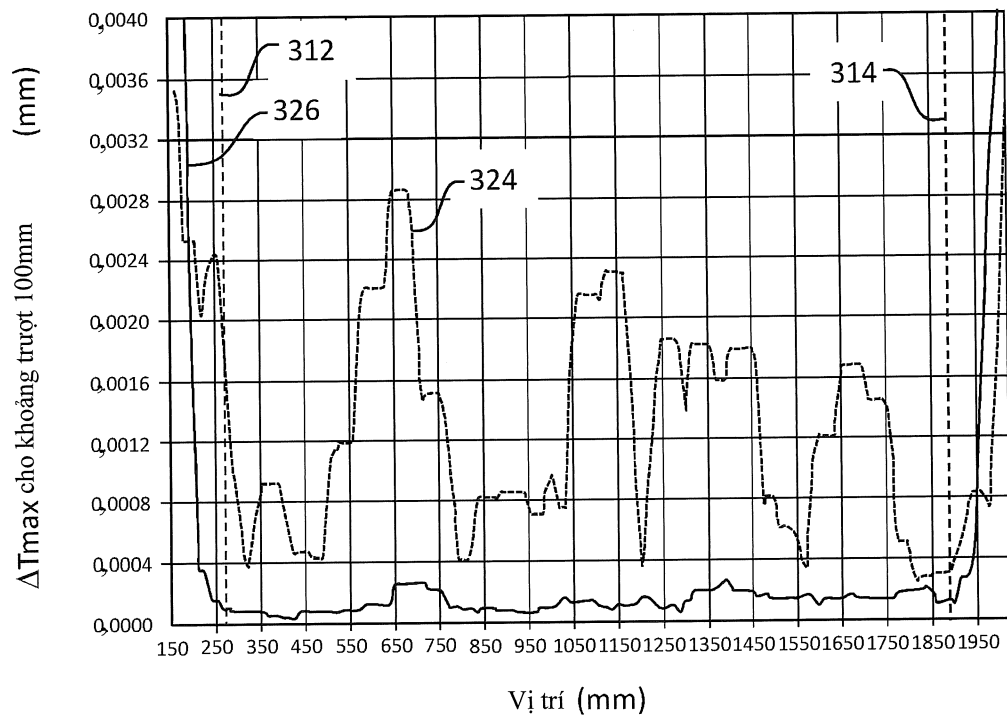


FIG. 17

13/15

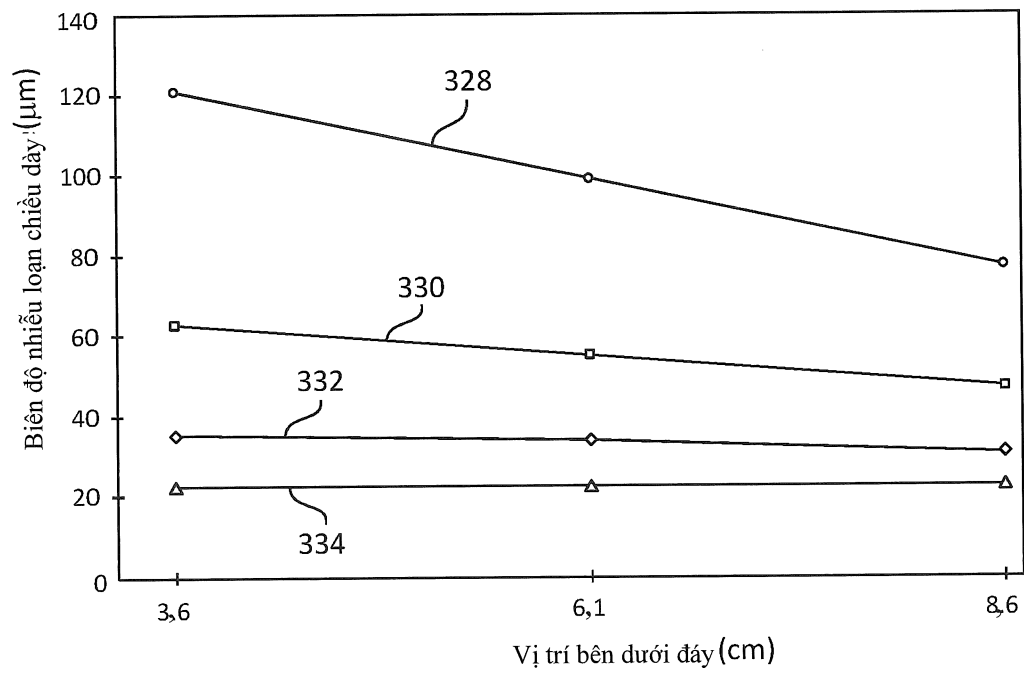


FIG. 18

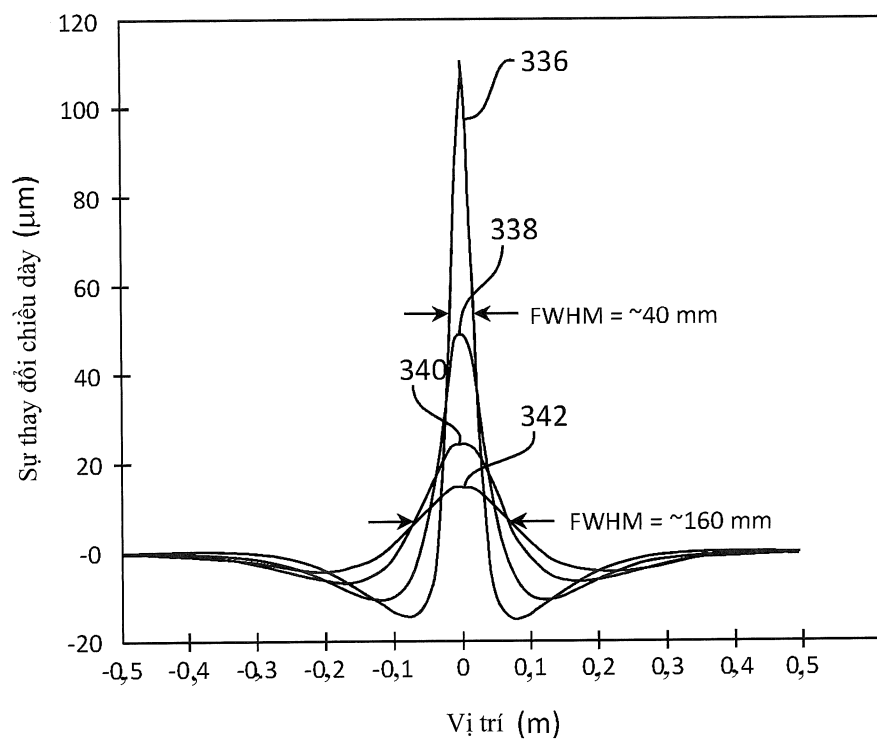


FIG. 19

14/15

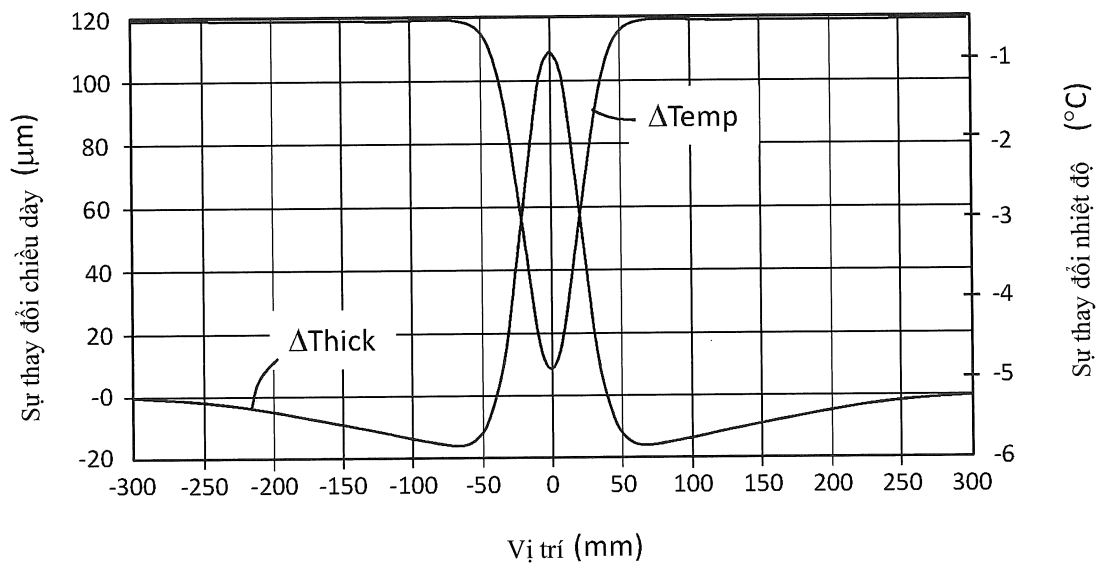


FIG. 20

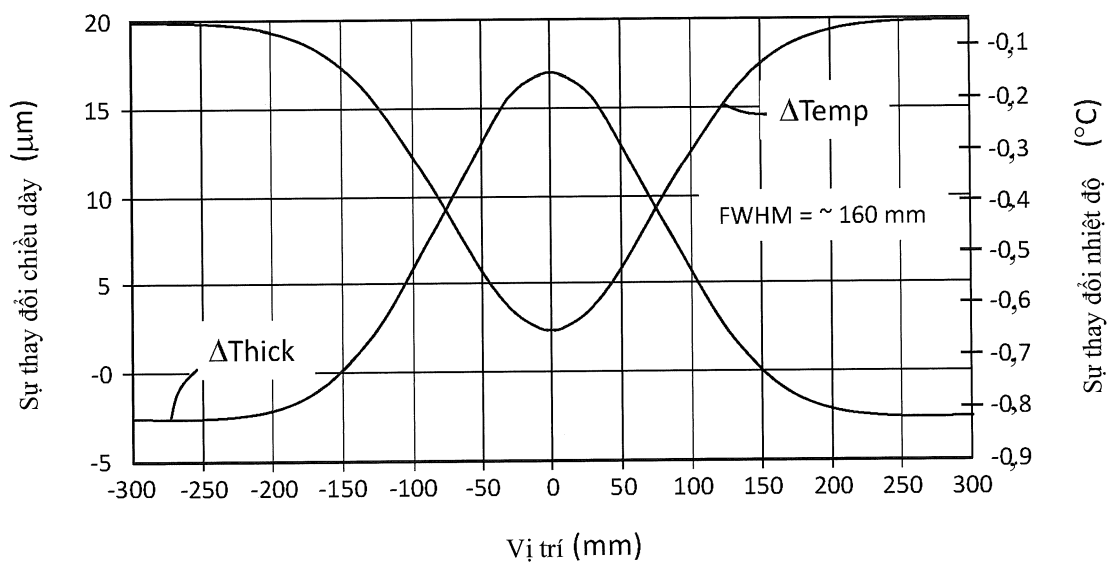


FIG. 21

15/15

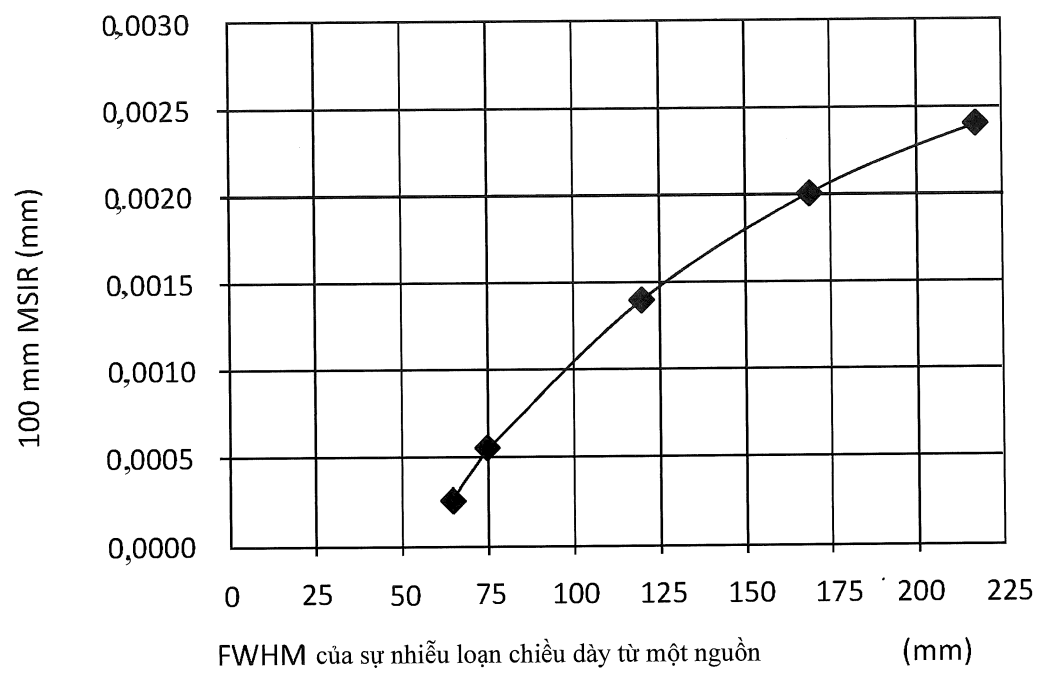


FIG. 22