(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) **1-0043918**

(51)[2020.01] **C03B 5/225**; C03C 1/00; C03C 3/076; C03B 5/235

(13) **B**

(21) 1-2022-02376
(22) 29/09/2020
(86) PCT/US2020/053202 29/09/2020
(87) WO 2021/067226 08/04/2021
(30) 16/590,076 01/10/2019 US
(45) 25/03/2025 444
(43) 25/07/2022 412A
(73) Owens-Brockway Glass Container Inc. (US)
One Michael Owens Way, Perrysburg, OH 43551, United States of America
(72) WANG, Zhongming (CN); IDDINGS, Ernest (US); SCHOENROCK, Nicholas, A. (US).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP TINH CHẾ THỦY TINH ĐỐT CHÌM CÓ TỶ TRỌNG THẤP

(21) 1-2022-02376

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tinh chế thủy tinh đốt chìm có tỷ trọng thấp. Phương pháp này bao gồm bước đưa thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế (18) được tạo ra trong lò nung chảy đốt chìm (10) vào trong buồng tinh chế (78) của bể tinh chế (12) ở phía sau. Ngoài ra, hạt phụ gia (26) cũng được đưa vào buồng tinh chế (78) để giải phóng một hoặc nhiều chất tinh chế (142) vào trong bể thủy tinh nóng chảy (22) có trong buồng tinh chế (78) để tăng tốc việc loại bỏ bọt ra khỏi bể thủy tinh nóng chảy (22). Bước tinh chế của bể thủy tinh nóng chảy (22) được hỗ trợ bởi một hoặc nhiều chất tinh chế (142) cho phép thủy tinh đã tinh chế (24) được xả khỏi bể tinh chế (12) mà có ít bọt và tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế (18) được đưa vào bể tinh chế (12). Sáng chế cũng đề cập đến hạt phụ gia (26) mà bao gồm hỗn hợp vật lý của nguyên liệu phản ứng thủy tinh (140) và (các) chất tinh chế (142).

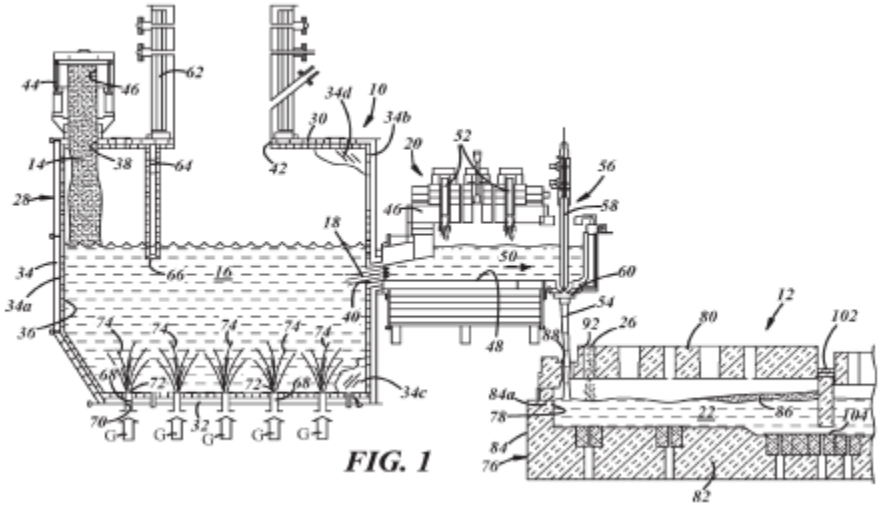

FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tinh chế thành phần hóa học thủy tinh nóng chảy được tạo ra bởi lò nung chảy đốt chìm và, cụ thể hơn là sử dụng hạt phụ gia để đưa lượng chính xác của một hoặc nhiều chất tinh chế vào trong bể tinh chế nằm ở phía sau của lò nung chảy đốt chìm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhiều loại thủy tinh, và cụ thể là thủy tinh soda-vôi-silic dioxit từ lâu đã được sản xuất trong lò nung chảy liên tục kiểu Siemens mà được nạp nguyên liệu cấp thủy tinh theo công thức để tạo ra đặc tính hóa học thủy tinh cụ thể và các đặc tính liên quan. Nguyên liệu cấp thủy tinh được nạp lên trên mẻ thủy tinh nóng chảy lớn thường ở mức không đổi có trong buồng nóng chảy của lò nung chảy liên tục. Mẻ thủy tinh nóng chảy này được duy trì ở nhiệt độ bằng khoảng 1450°C hoặc lớn hơn sao cho nguyên liệu cấp thủy tinh được bổ sung có thể nóng chảy, phản ứng, và tiến triển qua nhiều pha nóng chảy trung gian trước khi kết hợp về mặt hóa học thành mẻ thủy tinh nóng chảy khi mẻ vật liệu nóng chảy này đi qua buồng nóng chảy của lò hướng đến buồng tinh chế nằm trên mặt đối diện của họng chìm. Trong buồng tinh chế, bọt và tạp khí khác được loại khỏi thủy tinh để tạo ra thủy tinh nóng chảy đồng nhất về mặt hóa học có hóa học chính xác và số lượng và kích thước bọt được cuốn theo chấp nhận được về mặt thương mại (đôi khi được gọi là thủy tinh "không có bọt") khi cần để xử lý thêm. Nhiệt lượng cần thiết để duy trì mẻ thủy tinh nóng chảy trong buồng nóng chảy thường được cung cấp bởi các đầu đốt trên cao đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu và chất oxy hóa trong vùng đốt hở nằm phía trên mẻ thủy tinh nóng chảy. Các đầu đốt được đặt trong các cổng đốt trên các thành bên đối diện của cấu trúc thượng tầng chịu lửa xác định một phần vùng đốt (lò nung chữ thập) và/hoặc trong thành phía sau của cấu trúc thượng tầng chịu lửa (lò nung ở cổng cuối).

Nung chảy đốt chìm (SC) là công nghệ làm nóng chảy gần đây đã trở thành một giải pháp thay thế khả thi cho quá trình nung chảy thủy tinh được sử dụng trong lò nung chảy liên tục kiểu Siemens thông thường. Trái ngược với các phương pháp nung chảy thông thường, nung chảy SC bao gồm việc bắn hỗn hợp dễ cháy của nhiên liệu và chất oxy hóa trực tiếp vào mẻ nung chảy thủy tinh có trong lò nung chảy, mặc dù thông

thường các đầu đốt chìm được gắn trên sàn hoặc thành bên của lò nung chảy. Hỗn hợp khí dễ cháy tự bốc cháy và các sản phẩm cháy tạo thành gây ra sự khuấy trộn mạnh và hỗn loạn khi chúng bị ép qua mẻ nung chảy thủy tinh. Các lực cắt cường độ cao gây ra sự truyền nhiệt nhanh chóng và sự hòa tan các hạt trong toàn bộ thủy tinh nóng chảy so với động học chậm hơn của lò nung chảy thông thường, trong đó bể thủy tinh nóng chảy được làm nóng chủ yếu bằng nhiệt bức xạ. Và trong khi công nghệ SC có thể làm nóng chảy nguyên liệu cấp thủy tinh để tạo ra thủy tinh nóng chảy đồng nhất về mặt hóa học tương đối nhanh chóng, thì mẻ thủy tinh nóng chảy có trong SC thường là thể tích thủy tinh nóng chảy có tỷ trọng thấp và có bọt, có thể chứa từ 30 % thể tích đến 60 % thể tích bọt khí cuốn theo.

Bước tinh chế thủy tinh nóng chảy xả ra từ lò nung chảy SC khác nhiều so với các kỹ thuật thông thường để loại bỏ bọt khỏi mẻ thủy tinh nóng chảy được chứa trong lò nung chảy thông thường kiểu Siemens. Đầu tiên, bọt có trong mẻ thủy tinh nóng chảy của lò nung chảy SC được phân bố đồng nhất trong suốt mẻ nóng chảy và làm cho tỷ lệ thể tích của mẻ nóng chảy cao hơn đáng kể so với tỷ lệ được tìm thấy trong buồng nung chảy hoặc tinh chế của lò kiểu Siemens. Hơn nữa, khi thủy tinh nóng chảy xả ra từ lò nung chảy SC được đưa vào bể tinh chế phía sau, thì lượng lớn bọt bị cuốn vào trong thủy tinh nóng chảy có thể tạo thành lớp bọt cách nhiệt phía trên bể thủy tinh nóng chảy được đặt trong bể tinh chế khi bọt lớn hơn nhanh chóng bay lên bề mặt của bể thủy tinh và tích tụ. Lớp bọt cách nhiệt có thể ngăn chặn sự truyền nhiệt bức xạ vào bể thủy tinh nóng chảy bên dưới, điều này có thể làm chậm quá trình tinh chế tổng thể bằng cách gây ra sự giảm nhiệt độ trong các phần sâu hơn của bể thủy tinh nóng chảy ở đáy bể tinh chế. Việc kết hợp chất tinh chế hóa học vào nguyên liệu cấp thủy tinh được đưa vào lò nung chảy SC cũng là một nỗ lực khó khăn vì việc bắn trực tiếp khí cháy qua mẻ thủy tinh nóng chảy có thể dẫn đến sự bay hơi quá mức của chất tinh chế và/hoặc các phản ứng hóa học không mong muốn. Do đó, cần có các kỹ thuật tinh chế phù hợp hơn với việc nung chảy SC.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp tinh chế thủy tinh nóng chảy được xả ra từ lò nung chảy đốt chìm cùng với các hạt phụ gia có thể được sử dụng để hỗ trợ quá trình loại bỏ bọt. Phương pháp này bao gồm việc đưa các hạt phụ gia chứa nồng độ xác định của một hoặc nhiều chất tinh chế vào bể thủy tinh nóng chảy có trong bể tinh chế để nhận thủy

tinh nóng chảy chưa tinh chế xả ra từ lò nung chảy đốt chìm phía trước. Các hạt phụ gia bao gồm hỗn hợp vật lý của nguyên liệu phản ứng thủy tinh và một hoặc nhiều chất tinh chế. Điều này đảm bảo rằng việc phân phối các hạt phụ gia vào bể thủy tinh nóng chảy có thể cung cấp một lượng chính xác (các) chất tinh chế vào bể thủy tinh, mà không làm gián đoạn hóa học thủy tinh của bể, đặc biệt là vì thiết bị cấp nguyên liệu tiêu chuẩn thường không thể đo chính xác chỉ lượng nhỏ cần thiết của (các) chất tinh chế cần thiết để đạt được hiệu quả tinh chế thủy tinh. Do đó, các hạt phụ gia đóng vai trò là chất mang cho (các) chất tinh chế. Do đó, có thể kiểm soát chính xác lượng (các) chất tinh chế được thêm vào bể thủy tinh nóng chảy của bể tinh chế bằng cách kiểm soát lượng các hạt phụ gia được đưa vào bể tinh chế.

Sáng chế đề xuất một số khía cạnh có thể được thực hiện riêng biệt hoặc kết hợp với nhau để tinh chế thủy tinh nóng chảy có bọt nhận được từ lò nung chảy đốt chìm. Theo một phương án của sáng chế, phương pháp tinh chế thủy tinh đốt chìm có tỷ trọng thấp bao gồm một số bước. Một bước của phương pháp này bao gồm bước cung cấp bể tinh chế phía sau từ lò nung chảy đốt chìm. Bể tinh chế này có thành bao mà xác định buồng tinh chế và bao gồm bể thủy tinh nóng chảy trong buồng tinh chế. Thành bao còn xác định mỗi trong số cửa nạp thủy tinh, cửa xả thủy tinh, và lối đi phụ. Trong buồng tinh chế, bể thủy tinh nóng chảy chảy theo hướng dòng chảy từ cửa nạp thủy tinh đến cửa xả thủy tinh. Một bước khác của phương pháp này bao gồm bước đưa thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế được tạo ra trong lò nung chảy đốt chìm vào buồng tinh chế của bể tinh chế qua cửa nạp thủy tinh. Thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí và tỷ trọng và, khi được đưa vào buồng tinh chế, kết hợp với bể thủy tinh nóng chảy. Một bước khác của phương pháp này bao gồm bước đưa hạt phụ gia vào buồng tinh chế của bể tinh chế qua lối đi phụ. Hạt phụ gia bao gồm nguyên liệu phản ứng thủy tinh và một hoặc nhiều chất tinh chế. Một hoặc nhiều chất tinh chế được giải phóng vào bể thủy tinh nóng chảy khi tiêu thụ hạt phụ gia trong bể thủy tinh nóng chảy để nhờ đó tăng tốc việc loại bỏ bọt khí từ bể thủy tinh nóng chảy. Và một bước khác của phương pháp này bao gồm bước xả thủy tinh nóng chảy đã tinh chế từ cửa xả thủy tinh của bể tinh chế. Thủy tinh nóng chảy đã tinh chế có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí nhỏ hơn tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí trong thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế và còn có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, phương pháp tinh chế thủy tinh đốt chìm có tỷ trọng thấp cũng bao gồm một số bước. Một bước của phương pháp này bao gồm bước tạo ra thủy tinh soda-vôi-silic dioxit chưa được tinh chế trong lò nung chảy đốt chìm. Thủy tinh soda-vôi-silic dioxit có thành phần thủy tinh chứa từ 60 % khối lượng đến 80 % khối lượng SiO_2, từ 8 % khối lượng đến 18 % khối lượng Na_2O, và từ 5 % khối lượng đến 15 % khối lượng CaO. Một bước khác của phương pháp này bao gồm bước đưa thủy tinh soda-vôi-silic dioxit chưa được tinh chế vào bể tinh chế nằm ở phía sau của lò nung chảy đốt chìm. Bể tinh chế này có thành bao mà bao gồm bể thủy tinh nóng chảy cấu thành từ thủy tinh soda-vôi-silic dioxit mà thủy tinh soda-vôi-silic dioxit chưa được tinh chế được đưa vào bể tinh chế được kết hợp. Bể thủy tinh nóng chảy chảy theo hướng dòng chảy trong buồng tinh chế hướng đến cửa xả thủy tinh của bể tinh chế. Một bước khác của phương pháp này bao gồm bước đưa hạt phụ gia vào buồng tinh chế của bể tinh chế riêng rẽ từ thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế. Hạt phụ gia bao gồm nguyên liệu phản ứng thủy tinh và một hoặc nhiều chất tinh chế. Một hoặc nhiều chất tinh chế được giải phóng vào bể thủy tinh nóng chảy có trong buồng tinh chế khi tiêu thụ hạt phụ gia trong bể thủy tinh nóng chảy để nhờ đó tăng tốc loại bỏ bọt khí được cuốn theo ra khỏi bể thủy tinh nóng chảy. Một bước khác của phương pháp này bao gồm bước xả thủy tinh nóng chảy đã tinh chế từ cửa xả thủy tinh của bể tinh chế. Thủy tinh nóng chảy đã tinh chế có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí nhỏ hơn tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí trong thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế và còn có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, hạt phụ gia để đưa vào bể thủy tinh nóng chảy có trong buồng tinh chế của bể tinh chế nằm ở phía sau của lò nung chảy đốt chìm được xác định. Hạt phụ gia bao gồm hỗn hợp đồng nhất được nén vật lý chứa nguyên liệu phản ứng thủy tinh và một hoặc nhiều chất tinh chế. Một hoặc nhiều chất tinh chế có nồng độ trong hạt phụ gia nằm trong khoảng từ 1 % khối lượng đến 30 % khối lượng tính trên tổng khối lượng của hạt phụ gia. Ngoài ra, hạt phụ gia này có cỡ hạt được xác định bởi kích thước lớn nhất của nó nằm trong khoảng từ 2 mm đến 30 mm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Việc bộc lộ, cùng với các đối tượng, dấu hiệu, ưu điểm và khía cạnh bổ sung của chúng, sẽ được hiểu rõ từ phần mô tả, yêu cầu bảo hộ và các hình vẽ kèm theo dưới đây, trong đó:

Fig.1 là hình ảnh mô tả mặt cắt ngang trên cao của lò nung chảy đốt chìm và một phần của bể tinh chế nằm ở phía sau của lò nung chảy đốt chìm, và trong đó bể tinh chế được tạo kết cấu để nhận thủy tinh nóng chảy xả ra từ lò nung chảy đốt chìm theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 là hình ảnh mô tả mặt cắt ngang trên cao của bể tinh chế được minh họa trên Fig.1 cho thấy việc đưa các hạt phụ gia vào bể thủy tinh nóng chảy chứa trong buồng tinh chế của bể tinh chế; và

Fig.3 là hình chiếu bằng mặt cắt ngang của bể tinh chế được minh họa trên Fig.2 lấy dọc theo đường cắt 3–3;

Fig.4 là hình chiếu bằng của mái của bể tinh chế được minh họa trên Fig.2 mô tả lối đi phụ qua đó các hạt phụ gia có chứa một hoặc nhiều chất tinh chế được đưa vào bể tinh chế;

Fig.5 là minh họa tiêu biểu cho hạt phụ gia bao gồm một hoặc nhiều chất tinh chế được phân tán trong nguyên liệu phản ứng thủy tinh theo một phương án của sáng chế; và

Fig.6 là lưu đồ dạng sơ đồ quy trình tạo hình vật chứa bằng thủy tinh từ thủy tinh nóng chảy đã được tinh chế xả ra từ bể tinh chế theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Một phần hoạt động sản xuất thủy tinh tổng thể được thể hiện trên Fig.1 bao gồm lò nung chảy đốt chìm đại diện (SC) 10 và bể tinh chế 12 nằm ở phía sau từ lò nung chảy SC 10 cho các mục đích khác nhau của sáng chế. Nguyên liệu cấp thủy tinh 14 được bổ sung theo công thức để nung chảy và phản ứng để tạo ra chất hóa học thủy tinh cụ thể được đưa vào lò nung chảy SC 10. Nguyên liệu cấp thủy tinh 14 nóng chảy và phản ứng bên trong lò nung chảy SC 10 và kết hợp về mặt hóa học vào mẻ thủy tinh nóng chảy 16 có trong lò nung chảy SC 10. Một phần mẻ thủy tinh nóng chảy 16 được xả ra khỏi lò nung chảy SC 10 dưới dạng thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18. Sau đó, thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 được đưa đến bể tinh chế 12 hoặc trực tiếp hoặc thông qua bể chứa tĩnh can thiệp 20. Thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 chảy qua bể tinh chế 12 như một phần của bể thủy tinh nóng chảy 22 và bọt được loại bỏ từ đó để tạo ra thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 đáp ứng các thông số kỹ thuật

của thủy tinh không có bọt và phù hợp để xử lý tiếp thành sản phẩm thủy tinh thành phẩm. Để hỗ trợ quá trình tinh chế tổng thể của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18, một hoặc nhiều chất tinh chế hóa học được thêm vào bể tinh chế 12 bằng cách cho các hạt phụ gia 26 (Fig.2 và Fig.5). Các hạt phụ gia 26 cho phép đo một lượng đúng và chính xác (các) chất tinh chế vào bể tinh chế 12 để tránh các biến đổi không thể kiểm soát và không thể đoán trước về lượng (các) chất tinh chế được thêm vào bể tinh chế 12 và hậu quả tiềm ẩn của việc thêm quá nhiều hoặc quá ít (các) chất tinh chế.

Lò nung chảy SC 10 bao gồm thành bao 28 có mái 30, sàn 32 và thành chịu lực 34 nối giữa mái 30 và sàn 32. Thành chịu lực 34 còn bao gồm thành phía trước 34a, thành phía sau 34b đối diện và được đặt cách thành phía trước 34a và hai thành bên đối diện 34c, 34d mà nối thành phía trước 34a và thành phía sau 34b. Cùng với nhau, mái 30, sàn 32 và thành chịu lực 34 xác định buồng phản ứng bên trong 36 của lò nung chảy 10 chứa mẻ thủy tinh nóng chảy 16 khi lò nung chảy 10 hoạt động. Mỗi cấu trúc trong số mái 30, sàn 32 và thành chịu lực 34 có thể được xây dựng để chịu được nhiệt độ cao và bản chất ăn mòn của mẻ thủy tinh nóng chảy 16 hoặc các tác động có thể xảy ra khi tiếp xúc với môi trường bên trong của buồng phản ứng bên trong 36. Ví dụ, mỗi cấu trúc trong số các cấu trúc 30, 32, 34 này có thể được xây dựng từ vật liệu chống chịu hoặc một hoặc nhiều tấm làm mát bằng chất lưu hỗ trợ vật liệu chống chịu được bố trí bên trong có lớp thủy tinh đông lạnh được tạo thành tại chỗ tiếp xúc với mẻ thủy tinh nóng chảy 16.

Thành bao 28 của lò nung chảy SC 10 xác định cửa nạp liệu 38, cửa xả thủy tinh nóng chảy 40 và cửa thoát khí 42. Như thể hiện rõ nhất trên Fig.1, tốt hơn là, cửa nạp liệu 38 được bố trí trong mái 30 của thành bao 28 gần với thành phía trước 34a và cửa xả thủy tinh nóng chảy 40 được bố trí ở thành phía sau 34b của thành bao 28 trên sàn 32, mặc dù chắc chắn có thể có các vị trí khác đối với cửa nạp liệu 38 và cửa xả thủy tinh nóng chảy 40. Cửa nạp liệu 38 tạo ra lối vào buồng phản ứng bên trong 36 để cung cấp nguyên liệu cấp thủy tinh 14. Như vậy, bộ nạp theo mẻ 44 được tạo kết cấu để đưa lượng đã định lượng của nguyên liệu cấp thủy tinh 14 vào buồng phản ứng bên trong 36 có thể được ghép nối với thành bao 28. Và trong khi có thể có nhiều thiết kế, ví dụ, bộ nạp theo mẻ 44 có thể bao gồm trục vít quay (không được thể hiện) quay trong ống cấp 46 có đường kính lớn hơn một chút nối với cửa nạp liệu 38 để cung cấp nguyên liệu cấp

thủy tinh 14 từ phễu nạp liệu vào buồng phản ứng bên trong 36 với tốc độ dòng chảy được kiểm soát.

Cửa xả thủy tinh nóng chảy 40 cung cấp một lối ra từ buồng phản ứng bên trong 36 để xả thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 ra khỏi lò nung chảy SC 10. Nếu muốn, thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 có thể, như được thể hiện, được đưa trực tiếp vào bể chứa tĩnh 20. Bể chứa tĩnh 20 bao gồm thành bao 46 mà xác định ngăn chứa 48. Ngăn chứa 48 nhận thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 mà được xả khỏi buồng phản ứng bên trong 36 của lò nung chảy SC 10 qua cửa xả thủy tinh nóng chảy 40 và duy trì thể tích 50 của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18. Một hoặc nhiều đầu đốt va chạm hoặc không va chạm 52 có thể được lắp trong thành bao 46 của bể chứa tĩnh 20 để gia nhiệt thể tích 50 của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế và/hoặc ngăn chặn hoặc phá hủy bọt bất kỳ mà có thể tích tụ ở trên của thể tích 50 của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế. Dòng liên tục hoặc không liên tục 54 của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế có thể được phân phối từ thể tích 50 của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế được giữ trong ngăn chứa 48 và ra khỏi bể chứa tĩnh 20 bằng vòi 56 được nối với thành bao 46. Vòi 56 có thể có pit tông tương hỗ 58 có thể hoạt động được để phân phối một cách có kiểm soát dòng chảy 54 của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế thông qua tấm lỗ 60 sao cho bể tinh chế phía sau 12 nhận đầu vào có kiểm soát của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế. Tất nhiên, theo các phương án khác, bể chứa tĩnh 20 có thể được bỏ qua và thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 được xả khỏi buồng phản ứng bên trong 36 của lò nung chảy SC 10 có thể được rót hoặc nếu không thì được đưa trực tiếp vào bể tinh chế 12.

Cửa thoát khí 42 tốt hơn là được bố trí trong mái 30 của thành bao 28 giữa thành phía trước 34a và thành phía sau 34b ở vị trí phía sau từ cửa nạp liệu 38. Ống xả 62 thông với cửa thoát khí 42 và được tạo kết cấu để loại bỏ hợp chất khí khỏi buồng phản ứng bên trong 36. Hợp chất khí được loại bỏ qua ống xả 62 có thể được xử lý, tái chế, hoặc nếu không thì được đưa ra khỏi lò nung chảy SC 10 nếu muốn. Để giúp ngăn ngừa hoặc ít nhất là giảm thiểu sự thất thoát một số nguyên liệu cấp thủy tinh 14 qua cửa thoát khí 42 do vật liệu không chủ ý bị cuốn trôi, vách ngăn 64 nối liền với mái 30 của thành bao 28 có thể được bố trí giữa cửa nạp liệu 38 và cửa thoát khí 42. Vách ngăn 64 có thể bao gồm đầu tự do thấp hơn 66 được nhúng chìm trong mẻ thủy tinh nóng chảy 16, như được minh họa, hoặc nó có thể được đặt gần, nhưng ở trên, mẻ thủy tinh nóng chảy 16.

Vách ngăn 64 có thể được xây dựng tương tự như mái 30, sàn 32, và thành chịu lực 34 xung quanh, nhưng nó không nhất thiết phải được xây dựng như vậy.

Lò nung chảy SC 10 bao gồm một hoặc nhiều đầu đốt chìm 68. Mỗi đầu đốt trong số một hoặc nhiều đầu đốt chìm 68 được gắn vào cổng 70 được bố trí ở sàn 32 (như được thể hiện) và/hoặc thành chịu lực 34 xung quanh ở vị trí được nhúng chìm bởi mẻ thủy tinh nóng chảy 16. (Các) đầu đốt chìm 68 bơm cưỡng bức hỗn hợp dễ cháy G gồm nhiên liệu và chất oxy hóa vào mẻ thủy tinh nóng chảy 16 thông qua vòi phun đầu ra 72. Nhiên liệu có thể là metan hoặc propan, và chất oxy hóa có thể là oxy nguyên chất ($\geq$ 99 % thể tích O_2), không khí hoặc loại khí giàu oxy bất kỳ ($\geq$ 80 % thể tích O_2). Khi được bơm vào mẻ thủy tinh nóng chảy 16, hỗn hợp khí dễ cháy G ngay lập tức tự bốc cháy để tạo ra các sản phẩm cháy 74 - cụ thể là, CO_2, CO, H_2O, và nhiên liệu chưa cháy bất kỳ, oxy và/hoặc các hợp chất khí khác như nitơ - được xả vào và đi qua mẻ thủy tinh nóng chảy 16. Ở bất kỳ đâu từ năm đến ba mươi đầu đốt chìm 68 thường được lắp đặt trong lò nung chảy SC 10 mặc dù nhiều hơn hoặc ít hơn các đầu đốt 68 chắc chắn có thể được sử dụng tùy thuộc vào kích thước và công suất nung chảy của lò nung chảy 10. Về việc cung cấp (các) đầu đốt chìm 68 với hỗn hợp khí dễ cháy G, mỗi đầu đốt 68 có thể được kết hợp chất lưu với ống góp nhiên liệu và ống góp chất oxy hóa bằng ống dẫn dòng được trang bị các cảm biến và van để cho phép kiểm soát chính xác tốc độ dòng chảy của nhiên liệu và chất oxy hóa đến (các) đầu đốt 68 theo đúng tỷ lệ.

Trong quá trình vận hành lò nung chảy SC 10, mỗi đầu đốt trong số một hoặc nhiều đầu đốt chìm 68 xả riêng lẻ các sản phẩm cháy 74 trực tiếp vào và qua mẻ thủy tinh nóng chảy 16. Mẻ thủy tinh nóng chảy 16 là khối lượng thủy tinh nóng chảy thường nặng từ 1 tấn Mỹ (1 tấn Mỹ = 2.000 lb_m) đến 100 tấn Mỹ và thường được duy trì ở một khối lượng không đổi trong quá trình hoạt động ở trạng thái ổn định của lò nung chảy SC 10. Khi khí đốt 74 được đẩy vào và qua mẻ thủy tinh nóng chảy 16, tạo ra các mô hình dòng chảy phức tạp và hỗn loạn nghiêm trọng, mẻ thủy tinh nóng chảy 16 kích động mạnh và trải qua quá trình truyền nhiệt nhanh chóng và lực cắt mạnh. Sản phẩm cháy 74 cuối cùng thoát ra khỏi mẻ thủy tinh nóng chảy 16 và được loại khỏi buồng phản ứng bên trong 36 qua cửa thoát khí 42 cùng với hợp chất khí khác bất kỳ mà có thể bay hơi ra khỏi mẻ thủy tinh nóng chảy 16. Ngoài ra, trong một số trường hợp, một hoặc nhiều đầu đốt không chìm (không được thể hiện) có thể được gắn trên mái 30 và/hoặc thành chịu lực 34 xung quanh tại vị trí phía trên mẻ thủy tinh nóng chảy 16 để

cung cấp nhiệt cho mẻ thủy tinh nóng chảy 16, hoặc trực tiếp bằng sự tác động của ngọn lửa hoặc gián tiếp thông qua truyền nhiệt bức xạ, và cũng để tạo điều kiện ngăn chặn và/hoặc phá hủy bọt.

Trong khi một hoặc nhiều đầu đốt chìm 68 đang bắn vào mẻ thủy tinh nóng chảy 16, thì nguyên liệu cấp thủy tinh 14 được đưa một cách có kiểm soát vào buồng phản ứng bên trong 36 qua cửa nạp liệu 38. Không giống như hoạt động của lò nung chảy liên tục kiểu Siemens thông thường, nguyên liệu cấp thủy tinh 14 không tạo thành lớp phủ theo mẻ mà nằm trên đỉnh của mẻ thủy tinh nóng chảy 16; thay vào đó, nguyên liệu cấp thủy tinh 14 nhanh chóng bị tan rã và bị tiêu thụ bởi mẻ thủy tinh nóng chảy 16 hỗn loạn. Các lực cắt và kích động mạnh gây ra bởi (các) đầu đốt chìm 68 làm cho nguyên liệu cấp thủy tinh 14 truyền nhiệt mạnh và sự hòa tan nhanh chóng của các hạt trong toàn bộ mẻ thủy tinh nóng chảy 16. Điều này làm cho nguyên liệu cấp thủy tinh 14 trộn lẫn, phản ứng, và kết hợp hóa học vào mẻ thủy tinh nóng chảy 16 tương đối nhanh chóng. Tuy nhiên, sự khuấy động và khuấy của mẻ thủy tinh nóng chảy 16 do xả trực tiếp sản phẩm cháy 74 cũng thúc đẩy sự hình thành bọt trong mẻ thủy tinh nóng chảy 16. Do đó, mẻ thủy tinh nóng chảy 16 về bản chất là có bọt và bao gồm sự phân bố đồng nhất của từ khoảng 30 % thể tích đến 60 % thể tích bọt khí cuốn theo. Bọt khí cuốn theo làm cho tỷ trọng của mẻ thủy tinh nóng chảy 16 tương đối thấp, thường nằm trong khoảng từ 0,75 g/cm^3 đến 1,5 g/cm^3, hoặc hẹp hơn từ 0,99 g/cm^3 đến 1,3 g/cm^3, đối với thủy tinh soda-vôi-silic dioxit, so với lò nung chảy liên tục kiểu Siemens. Bọt khí bị cuốn theo trong mẻ thủy tinh nóng chảy 16 thay đổi kích thước và chứa một số khí bất kỳ bao gồm CO_2, H_2O (hơi), SO_2, N_2, CH_4, H_2S, CO, O_2, và hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC).

Nguyên liệu cấp thủy tinh 14 được đưa vào buồng phản ứng bên trong 36 được bào chế để tạo ra thủy tinh nóng chảy trong mẻ thủy tinh nóng chảy 16 có thành phần hóa học thủy tinh cuối cùng mong muốn. Thủy tinh soda-vôi-silic dioxit, ví dụ, được sử dụng rộng rãi để sản xuất các sản phẩm thủy tinh dạng phẳng, chẳng hạn như cửa sổ, các sản phẩm thủy tinh dạng rỗng bao gồm các vật chứa như chai và lọ, cũng như bộ đồ ăn và các sản phẩm thủy tinh đặc biệt khác. Thủy tinh soda-vôi-silic dioxit bao gồm mạng lưới oxit bậc ba liên kết chéo không gian và hỗn loạn của Na_2O–CaO–SiO_2. Thành phần silic dioxit (SiO_2) là oxit lớn nhất tính theo trọng lượng và là vật liệu tạo thành mạng lưới chính của soda-vôi-thủy tinh. Thành phần Na_2O hoạt động như chất trợ dung

làm giảm nhiệt độ nóng chảy, hóa mềm và chuyển thủy tinh của thủy tinh, so với thủy tinh silic dioxit nguyên chất, thành phần CaO có chức năng như là chất ổn định giúp cải thiện một số tính chất vật lý và hóa học của thủy tinh bao gồm cả độ cứng và khả năng chống hóa chất của nó. Việc bao gồm Na_2O và CaO trong thành phần hóa học của thủy tinh soda-vôi-silic dioxit làm cho việc sản xuất thương mại các sản phẩm thủy tinh trở nên thiết thực hơn và tiêu tốn ít năng lượng hơn so với thủy tinh silic dioxit nguyên chất trong khi vẫn mang lại các đặc tính thủy tinh có thể chấp nhận được. Nói chung, thủy tinh soda-vôi-silic dioxit và tính trên tổng khối lượng của thủy tinh, có thành phần hóa học của thủy tinh bao gồm từ 60 % khối lượng đến 80 % khối lượng SiO_2, từ 8 % khối lượng đến 18 % khối lượng Na_2O, và từ 5 % khối lượng đến 15 % khối lượng CaO.

Ngoài SiO_2, Na_2O, và CaO, nếu muốn thủy tinh soda-vôi-silic dioxit có thể, bao gồm các vật liệu oxit và phi oxit khác hoạt động như chất tạo thành mạng, chất cải biến mạng, chất tạo màu, chất khử màu, chất oxy hóa khử, hoặc các chất khác ảnh hưởng đến tính chất của thủy tinh cuối cùng. Một số ví dụ về các vật liệu bổ sung này bao gồm nhôm oxit (Al_2O_3), magie oxit (MgO), kali oxit (K_2O), cacbon, sulfat, nitrat, flo, clo và/hoặc dạng nguyên tố hoặc oxit của một hoặc nhiều trong số sắt, asen, antimon, selen, crom, bari, mangan, coban, niken, lưu huỳnh, vanadi, titan, chì, đồng, niobi, molypden, lithi, bạc, stronti, cadmi, indi, thiếc, vàng, xeri, praseodymi, neodymi, europi, gadolini, erbi và urani. Nhôm oxit là một trong những vật liệu phổ biến hơn - thường có mặt với lượng lên đến 2 % khối lượng tính trên tổng khối lượng của thủy tinh - do nó có khả năng cải thiện độ bền hóa học của thủy tinh và giảm khả năng mờ hóa. Bất kể vật liệu oxit và/hoặc phi oxit nào khác có trong soda-vôi-thủy tinh bên cạnh SiO_2, Na_2O, và CaO, tổng số các nguyên liệu bổ sung này tốt hơn là 10 % khối lượng hoặc nhỏ hơn, hoặc giới hạn ở 5 % khối lượng hoặc nhỏ hơn, tính trên tổng khối lượng của thủy tinh soda-vôi-silic dioxit.

Khi tạo ra thủy tinh soda-vôi-silic dioxit bằng cách sử dụng lò nung chảy SC 10, thì nguyên liệu cấp thủy tinh 14 có thể là hỗn hợp vật lý của nguyên liệu thô trực tiếp và có thể tùy chọn là vụn thủy tinh (nghĩa là thủy tinh tái chế) và/hoặc các tiền chất thủy tinh khác cung cấp nguồn SiO_2, Na_2O và CaO theo đúng tỷ lệ cùng với nguyên liệu bất kỳ khác được liệt kê ở trên và được tóm tắt dưới đây trong bảng 1. Nguyên liệu thô trực tiếp có thể bao gồm một lượng tương ứng cát thạch anh (SiO_2 kết tinh), soda khan (Na_2CO_3), và đá vôi ($CaCO_3$) là nguồn cung cấp SiO_2, Na_2O, và CaO trong mẻ thủy tinh

nóng chảy 16, tương ứng. Các nguyên liệu thô trực tiếp khác cũng có thể được bao gồm trong nguyên liệu cấp thủy tinh 14 để cung cấp nguồn của một hoặc nhiều SiO_2, Na_2O, CaO và có thể là các nguyên liệu oxit và/hoặc phi oxit khác tùy thuộc vào thành phần hóa học của thủy tinh soda-vôi-silic dioxit được tạo ra. Các nguyên liệu thô trực tiếp khác này có thể bao gồm xỉ felspat, dolomit, và calumit. Nguyên liệu cấp thủy tinh 14 thậm chí có thể bao gồm vụn thủy tinh lên đến 80 % khối lượng. Ngoài ra, nguyên liệu cấp thủy tinh có thể bao gồm các nguyên liệu thô thứ cấp hoặc phụ cung cấp thành phần hóa học thủy tinh soda-vôi-silic dioxit với chất tạo màu, chất khử màu, chất oxy hóa khử và cũng có thể cung cấp chất tinh chế nếu muốn đưa các chất này vào mẻ thủy tinh nóng chảy 16 để bổ sung chất tinh chế được đưa vào bể thủy tinh nóng chảy 22 như một phần của hạt phụ gia 26.

Bảng 1: Thành phần của thủy tinh soda-vôi-silic dioxit

Thành phần	% khối lượng	Nguồn nguyên liệu thô
SiO_2	60–80	Cát thạch anh
Na_2O	8–18	Soda khan
CaO	5–15	Đá vôi
Al_2O_3	0–2	Nephelin Syenit, Felspat
MgO	0–6	Magnesit
Li_2O	0–2	Lithi oxit
K_2O	0–1,5	Kali oxit
Fe_2O_3*	0–0,6	Chất gây ô nhiễm
Cr_2O_3	0–0,2	Crom oxit
MnO_2	0–0,2	Mangan dioxit
Co_3O_4	0–0,1	Coban oxit
TiO_2	0–0,8	Titan oxit/dioxit
SO_3	0–0,2	Sulfat, Xỉ
Se	0–0,1	Selen
F	0–0,5	Chất gây ô nhiễm

*Đề cập đến tổng lượng của Fe_2O_3 và FeO được biểu diễn dưới dạng Fe_2O_3

Thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 được xả khỏi lò nung chảy SC 10 qua cửa xả thủy tinh nóng chảy 40 được rút ra từ mẻ thủy tinh nóng chảy 16 và được đồng nhất về mặt hóa học thành phần hóa học của thủy tinh cuối cùng mong muốn. Thủy

tinh nóng chảy chưa được tinh chế 16 được dẫn vào bể tinh chế 12 – được hoặc không được thu gom trước trong ngăn chứa 48 của bể chứa tĩnh 20 - và cuối cùng đến thiết bị phía sau bổ sung để xử lý thêm thành sản phẩm thủy tinh. Tham chiếu đến Fig.1– Fig.4, bể tinh chế 12 bao gồm thành bao 76 mà xác định buồng tinh chế 78. Thành bao 76 bao gồm mái 80, sàn 82, và thành chịu lực 84 mà nối mái 80 và sàn 82. Thành chịu lực 84, cụ thể hơn, bao gồm thành đầu cửa nạp 84a, thành đầu cửa xả 84b cách thành đầu cửa nạp 84a theo hướng dòng chảy F của bể thủy tinh nóng chảy đang chảy 22, và hai thành bên đối diện 84c, 84d mà nối thành đầu cửa nạp 84a và thành đầu cửa xả 84b. Lớp bọt nổi 86 có thể phát triển trong bể thủy tinh nóng chảy 22. Các thuật ngữ "sự tinh chế" và "tinh chế" được sử dụng liên quan đến bể tinh chế 12 và hoạt động của nó nhằm mục đích được nêu rộng rãi để bao gồm tất cả các loại cơ chế loại bỏ bọt bao gồm bằng cách quản lý nhiệt của bể thủy tinh nóng chảy 22 và bằng các phản ứng hóa học của các chất tinh chế hóa học trong bể thủy tinh 22.

Thành bao 76 của bể tinh chế 12 xác định cửa nạp thủy tinh 88, cửa xả thủy tinh 90, và lối đi phụ 92 qua đó hạt phụ gia 26 được đưa vào buồng tinh chế 78 để tiêu thụ bằng bể thủy tinh nóng chảy 22. Cửa nạp thủy tinh 88 có thể được xác định ở mái 80 của thành bao 76 gần với thành đầu cửa nạp 84a, như được thể hiện ví dụ trong các Fig.1–Fig.2 và Fig.4, hoặc có thể được xác định ở thành đầu cửa nạp 84a ở trên hoặc dưới bề mặt của bể thủy tinh nóng chảy 22. Cửa nạp thủy tinh 88 cung cấp lối vào buồng tinh chế 78 để đưa thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18, 54 được xả khỏi lò nung chảy SC 10 trực tiếp hoặc qua bể chứa tĩnh 20. Thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 có thể được đưa vào ống hoặc rót vào buồng tinh chế 78 qua cửa nạp thủy tinh 88. Về vấn đề đó, cửa xả thủy tinh nóng chảy 40 của lò nung chảy SC 10 và cửa nạp thủy tinh 88 của bể tinh chế 12 có thể được kết nối cơ học bằng một ống dẫn dòng liên tục, hoặc như được minh họa ở đây, cửa xả thủy tinh nóng chảy 40 và cửa nạp thủy tinh 88 có thể không được kết nối cơ học trong giao tiếp dòng chảy với nhau vì một ống dẫn được bao bọc hoàn toàn có đường dẫn dòng chảy trong đó không kéo dài hoàn toàn từ vòi 56 của bể chứa tĩnh 20 đến thành bao 76 của bể tinh chế 12.

Cửa xả thủy tinh 90 có thể được xác định ở thành đầu cửa xả 84b của thành bao 76 tiếp giáp với sàn 82, như được thể hiện ví dụ trong Fig.2, hoặc có thể được bố trí ở sàn 82 gần với thành đầu cửa xả 84b. Cửa xả thủy tinh 90 cung cấp lối ra từ buồng tinh chế 78 để xả thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 (Fig.2) ra khỏi bể tinh chế 12 để xử lý

thêm. Ví dụ, như là một phần của quá trình sản xuất tổng thể các vật chứa bằng thủy tinh, thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 được xả khỏi bể tinh chế 12 có thể được chuyển vào vòi 94 được gắn vào bể tinh chế 12. Vòi 94 thu thập thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 trong bát vòi 96 và bao gồm ít nhất một pit tông tương hỗ 98 có tác dụng chuyển động qua lại để kiểm soát dòng chảy của thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 qua tấm lỗ 100 đến các dòng chảy theo xu hướng hoặc đường chảy (không được thể hiện) của thủy tinh nóng chảy đã tinh chế. Các dòng chảy hoặc đường chảy của thủy tinh nóng chảy đã tinh chế có thể được cắt thành các khối thủy tinh nóng chảy có khối lượng định trước mà sau đó có thể được tạo thành các vật chứa thủy tinh như sẽ được mô tả chi tiết hơn bên dưới.

Được bố trí giữa cửa nạp thủy tinh 88 và cửa xả thủy tinh 90 trong buồng tinh chế 78 có thể là một hoặc nhiều vách ngăn 102 kéo dài xuống từ mái 80 hướng đến sàn 82 để xác định, cùng với các phần tương ứng của sàn 82 và thành bên 84c, 84d của thành chịu lực 84, lối đi chìm 104. Nếu có nhiều hơn một vách ngăn 102 thì thành 102 được bố trí liên tiếp và cách nhau theo hướng dòng chảy F của bể thủy tinh nóng chảy 22. Ở đây, ba vách ngăn được mô tả giữa thành đầu cửa nạp 84a và thành đầu cửa xả 84b so với hướng dòng chảy F của bể thủy tinh nóng chảy 22: (1) vách ngăn thứ nhất 102a cung cấp lối đi chìm thứ nhất 104a; (2) vách ngăn thứ hai 102b cung cấp lối đi chìm thứ hai 104b; và (3) vách ngăn thứ ba 102c cung cấp lối đi chìm thứ ba 1704c; tuy nhiên, cần hiểu rằng số lượng vách ngăn 102 có thể thay đổi, sao cho nhiều hơn hoặc ít hơn ba vách ngăn 102 có thể được sử dụng. (Các) vách ngăn 102 tốt hơn là được xây dựng từ vật liệu chịu nhiệt và chống ăn mòn, nhiều vật liệu trong số đó có bán trên thị trường, bao gồm vật liệu chống chịu như AZS liên kết (với 20 % khối lượng ZrO).

Mỗi vách ngăn 102 bao gồm mặt trước 106, mặt sau 108, và cạnh tự do 110 xác định độ dày của thành 102 giữa mặt trước và mặt sau 106, 108. Các đặc điểm này của ba vách ngăn 102a, 102b, 102c được thể hiện trên các Fig.2–Fig.4 được xác định với các ký hiệu “a”, “b” và “c” tương ứng của chúng. Cạnh tự do 110 của mỗi vách ngăn 102 được nhúng chìm vào bể thủy tinh nóng chảy 22 và được ngăn cách với sàn 82 của thành bao 76 một khoảng nằm trong khoảng từ 2 insơ đến 10 insơ so với mặt phẳng trung tâm 112 của thành 102. Độ lớn khoảng cách giữa cạnh tự do 110 của thành 102 và sàn 82 ảnh hưởng đến diện tích mặt cắt ngang của lối đi chìm 104 và do đó, có thể ảnh hưởng đến đường dòng chảy và tốc độ dòng chảy của bể thủy tinh nóng chảy 22 qua lối

đi 104 và trong buồng tinh chế 78. Ngoài ra, đã xác định được rằng khoảng cách nhỏ hơn giữa cạnh tự do 110 của vách ngăn 102 và sàn 82 dẫn đến việc phân bố tốt hơn các chất tinh chế được mang bởi hạt phụ gia 26 xuyên suốt độ sâu của bể thủy tinh nóng chảy 22 ở phía sau của vách ngăn 102.

Như được thể hiện trong phương án này, ba vách ngăn 102a, 102b, 102c chia buồng tinh chế 78 thành bốn vùng liên tiếp. Nằm giữa thành đầu cửa nạp 84a và vách ngăn thứ nhất 102a là vùng tiếp nhận thủy tinh 78a. Nằm giữa vách ngăn thứ nhất 102a và vách ngăn thứ hai 102b là vùng tinh chế phía trước 78b và nằm giữa vách ngăn thứ hai 102b và vách ngăn thứ ba 102c là vùng tinh chế phía sau 78c. Cuối cùng, nằm giữa vách ngăn thứ ba 102c và thành đầu cửa xả 84b là vùng phân phối thủy tinh 78d. Và trong khi kích thước của một số vùng 78a, 78b, 78c, 78d có thể khác nhau, thì vách ngăn thứ nhất 102a tốt hơn nên được đặt cách một khoảng d1 (Fig.3) từ thành đầu cửa nạp 84a - khoảng cách d1 được đo từ bề mặt bên trong 114 của thành đầu cửa nạp 84a đến mặt phẳng trung tâm 112a của vách ngăn thứ nhất 102a - nằm trong khoảng từ 20% đến 45% chiều dài L của buồng tinh chế 78. Tương tự như vậy, vách ngăn thứ hai 102b và vách ngăn thứ ba 102c tốt hơn là được đặt cách một khoảng d2, d3 từ thành đầu cửa nạp 84a (được đo giống như vách ngăn thứ nhất 102a) nằm trong khoảng từ 35% đến 60% và từ 70% đến 90%, tương ứng, chiều dài L của buồng tinh chế 78. Chiều dài L của buồng tinh chế 78 như được sử dụng ở đây được xác định là khoảng cách từ bề mặt bên trong 114 của thành đầu cửa nạp 84a (bắt đầu tại giao điểm giữa thành đầu cửa nạp 84a và sàn 82) và kéo dài ở cùng độ cao tới đầu 116 của sàn 82 ở thành đầu cửa xả 84b.

Bể tinh chế 12 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ khuấy 118 tùy chọn được bố trí trong vùng tiếp nhận thủy tinh 78a của buồng tinh chế 78 để khuấy bể thủy tinh nóng chảy 22 và trộn hạt phụ gia 26 vào bể thủy tinh nóng chảy 22. Bất kỳ nơi nào có thể bố trí từ một đến năm và tốt hơn là từ một đến ba bộ khuấy 118 trong khu vực 78a này. (Các) bộ khuấy 118 có thể có cấu tạo phù hợp. Ví dụ, như được thể hiện ở đây trên Fig.2, mỗi bộ khuấy 118 có thể là bộ khuấy có lưỡi khoan bao gồm trục quay 120 và lưỡi cuộn 122 quấn xoắn ốc xung quanh bên ngoài trục quay 120. Trục quay 120 kéo dài xuống từ mái 80 của thành bao 76 sao cho lưỡi cuộn 122 được nhúng hoàn toàn hoặc một phần vào bể thủy tinh nóng chảy 22. Trục quay 120 có thể được điều khiển bởi động cơ thông thường bất kỳ (không được thể hiện) và khi quay, cánh cuộn 122 sẽ tạo ra dạng dòng chảy dọc trục trong bể thủy tinh nóng chảy 22 ở vùng lân cận xung quanh lưỡi 122. Tất

nhiên, các bộ khuấy khác cũng có thể được sử dụng bên cạnh bộ khuấy lưỡi khoan bao gồm, ví dụ, bộ khuấy bao gồm một lưỡi quay tương tự như loại được sử dụng trong bộ khuấy lưỡi khoan nhưng có cánh quạt, bánh công tác hoặc cánh tuabin thay vì lưỡi cuộn. Vùng tinh chế phía trước 78b, vùng tinh chế phía sau 78c, và vùng phân phối thủy tinh 78d tốt hơn là không có bộ khuấy cơ học. Thật vậy, và bất kể nếu có nhiều hơn hoặc ít hơn ba vách ngăn 120, thì bể tinh chế 12 có thể không có bộ khuấy ở phía sau vùng tiếp nhận thủy tinh 78a.

Bể tinh chế 12 cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị phát nhiệt 124 được gắn trong thành bao 76 trên bể thủy tinh nóng chảy 22 ở mỗi vùng trong số các vùng 78a, 78b, 78c, 78d của buồng tinh chế 78. (Các) thiết bị phát nhiệt 124 có thể là đầu đốt và/hoặc bộ tăng điện cực chìm. Tốt hơn, như được thể hiện ở đây trên Fig.2, mỗi vùng tiếp nhận thủy tinh 78a, vùng tinh chế phía trước 78b, vùng tinh chế phía sau 78c, và vùng phân phối thủy tinh 78d bao gồm một hoặc nhiều đầu đốt được gắn trên mái 80 hoặc các thành bên đối diện 84c, 84d (được mô tả ở đây) ở vị trí trên bề mặt của bể thủy tinh nóng chảy 22. Các đầu đốt này có thể là đầu đốt va chạm mà sản phẩm cháy hướng đến và tiếp xúc với bể thủy tinh nóng chảy 22, hoặc chúng có thể là đầu đốt không va chạm mà ngọn lửa không tiếp xúc trực tiếp với bể thủy tinh nóng chảy nhưng vẫn truyền nhiệt bức xạ đến bể thủy tinh 22 như trường hợp của đầu đốt ngọn lửa phẳng gắn trên mái và đầu đốt bút chì gắn trên thành. Thiết bị phát nhiệt 124 được vận hành để kiểm soát khoảng nhiệt độ Ta, Tb, Tc, Td của bể thủy tinh nóng chảy 22 trong các vùng tương ứng của chúng 78a, 78b, 78c, 78d khi cần thiết để hoàn thành quá trình tinh chế tổng thể. Các khoảng nhiệt độ khác nhau này có thể trùng nhau nhưng nhìn chung, thỏa mãn các mối quan hệ Ta<Tb, Tb>Tc>Td, và Ta>Td. Ví dụ, khi bể thủy tinh nóng chảy 22 chứa thủy tinh soda-vôi-silic dioxit, các khoảng nhiệt độ ưu tiên Ta, Tb, Tc, Td của bể thủy tinh nóng chảy 22 trong mỗi vùng 78a, 78b, 78c, 78d của buồng tinh chế 78 khi cần thiết để đạt được độ nhớt thủy tinh cần thiết trong vùng 78a, 78b, 78c, 78d được liệt kê dưới đây trong bảng 2.

Bảng 2: Khoảng nhiệt độ của bể thủy tinh nóng chảy

Vùng	Khoảng nhiệt độ (°C)
Nhận thủy tinh (78a)	1100–1400
Tinh chế phía trước (78b)	1200–1450
Tinh chế phía sau (78c)	1200–1400

Phân phối thủy tinh (78d)	1000–1250

Lối đi phụ 92 được bố trí ở thành bao 76 trong vùng tiếp nhận thủy tinh 78a của buồng tinh chế 78. Lối đi phụ 92 đóng vai trò là lối vào buồng tinh chế 78, ngăn cách với cửa nạp thủy tinh 88, để nạp các hạt phụ gia 26. Theo một phương án, lối đi phụ 92 có thể là khe kéo dài 126 được bố trí ở mái 80 của thành bao 76. Khe kéo dài 126 có thể được kéo dài theo phương thẳng đứng qua mái 80 hoặc theo một góc qua mái 80, và có thể còn được định hướng theo phương ngang với hướng dòng chảy F của bể thủy tinh nóng chảy 22, như thể hiện rõ nhất trên Fig.4, sao cho một màn các hạt phụ gia 26 có thể được phân bố đồng đều qua và vào bể thủy tinh 22. Theo cách khác, lối đi phụ 92 cũng có thể là nhiều khe hở được nhóm lại với nhau và kéo dài qua mái 80 theo phương ngang với hướng dòng chảy F của bể thủy tinh nóng chảy 22 để đạt được chức năng tương tự như khe kéo dài 126. Bộ nạp hạt 128 có thể được sử dụng để đo lượng cấp của các hạt phụ gia 26 vào buồng tinh chế 78 và đặc biệt hơn là vùng tiếp nhận thủy tinh 78a của buồng tinh chế 78 thông qua lối đi phụ 92. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.2, bộ nạp hạt 128 có thể bao gồm máng dẫn 130 có lối ra 132 trong kết nối nạp liệu với lối đi phụ 92 cũng như máy đùn 134 cung cấp một lượng hạt phụ gia 26 được kiểm soát đến máng dẫn 134 bằng cách xoay vít 136 trong ống cấp 138 có đường kính lớn hơn một chút để di chuyển các hạt phụ gia 26 theo trục qua ống cấp 138 và cuối cùng vào máng dẫn 130 với tốc độ dòng chảy đã chọn.

Hạt phụ gia 26 được đưa vào qua lối đi phụ 92 được thể hiện chung trên Fig.5 và bao gồm hỗn hợp vật lý của nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 và một hoặc nhiều chất tinh chế 142. Nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 đóng vai trò là chất mang cho (các) chất tinh chế 142 và bao gồm một hoặc nhiều vật liệu có thể kết hợp hóa học trong bể thủy tinh nóng chảy 22. Nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 có thể kết hợp hóa học với 95 % khối lượng, và tốt hơn là 100 % khối lượng, của nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 bao gồm một hoặc nhiều vật liệu mà khi đưa vào bể thủy tinh nóng chảy 22, tạo ra một hoặc nhiều thành phần hóa học thủy tinh đã có trong bể thủy tinh 22. Ví dụ, nếu bể thủy tinh nóng chảy 22 được cấu thành từ thủy tinh nóng chảy soda-vôi-silica, ít nhất 95 % khối lượng của nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 của hạt phụ gia 26 bao gồm một hoặc nhiều vật liệu mà nóng chảy và phản ứng trong bể thủy tinh nóng chảy 22 để tạo ra thành phần hóa học bất kỳ được nêu trong bảng 1 ở trên bao gồm SiO_2, Na_2O, CaO, và/hoặc Al_2O_3. Về vấn đề đó, nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 có thể có cùng thành

phần với nguyên liệu cấp thủy tinh 14 được đưa vào lò nung chảy SC 10. Theo cách khác, nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 có thể bao gồm natri silicat, hoặc có thể bao gồm từ 5 % khối lượng đến 90 % khối lượng natri silicat và từ 10 % khối lượng đến 95 % khối lượng nguyên liệu cấp thủy tinh.

Một hoặc nhiều chất tinh chế hóa học 142 là các hợp chất có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc loại bỏ bọt trong bể thủy tinh nóng chảy 22 bằng cách phân hủy thành các khí tinh chế chẳng hạn như oxy và lưu huỳnh oxit, hóa hơi, phản ứng với khí và/hoặc các hợp chất khác trong mẻ thủy tinh nóng chảy 22, hoặc theo một số cơ chế khác. Một số loại chất tinh chế thích hợp bao gồm sulfat chẳng hạn như natri sulfat (tức là, sulfat) và bari sulfat, cacbon, nitrat, cacbonat, oxit kim loại chẳng hạn như MnO_2, As_2O_5, Sb_2O_5, SnO_2, BaO, PbO, Cr_2O_3, WO_3, Li_2O, kim loại phản ứng chẳng hạn như nhôm, đồng, và thiếc, nitrua, cacbua, và hơi nước. Nồng độ của một hoặc nhiều chất tinh chế 142 trong hạt phụ gia 26 có thể nằm trong khoảng từ 1 % khối lượng đến 30 % khối lượng hoặc hẹp hơn từ 5 % khối lượng đến 10 % khối lượng tính trên tổng khối lượng của hạt phụ gia 26, với nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 tốt hơn là tạo thành phần còn lại. (Các) chất tinh chế 142 và nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 tốt hơn là được trộn một cách đồng nhất về mặt vật lý với nhau trong hạt phụ gia 26 mặc dù hỗn hợp vật lý không đồng nhất chắc chắn được chấp nhận.

Do động lực của quá trình làm nóng chảy đốt chìm và thành phần của khí bị cuốn vào bên trong thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 dưới dạng bọt có kích thước khác nhau, (các) chất tinh chế 142 tốt hơn là bao gồm kim loại phản ứng loại bỏ oxy. Cụ thể, theo một phương án cụ thể, một hoặc nhiều (các) chất tinh chế 142 có thể bao gồm hoặc bao gồm hoàn toàn nhôm. Nhôm là một chất tinh chế loại bỏ oxy về mặt chức năng và trong thực tế bởi vì nó phản ứng với hơi H_2O và CO_2 – cả hai chất này phổ biến ở dạng khí chưa hòa tan của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18 và do đó bể thủy tinh nóng chảy 22 - trong môi trường của bể thủy tinh nóng chảy 22 như được thể hiện trong các phản ứng hóa học (1) và (2) dưới:

$$2Al + 3H_2O_{(V)} \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2 \qquad (1)$$

$$4Al + 3CO_2 \rightarrow 2Al_2O_3 + 3C \qquad (2)$$

Như có thể thấy, nhôm phản ứng với hơi H_2O tạo ra Al_2O_3 và H_2 (phản ứng 1), và phản ứng với CO_2 tạo ra Al_2O_3 và cacbon (phản ứng 2). Các phản ứng này thúc đẩy

sự loại bỏ bọt trong bể thủy tinh nóng chảy 22 vì H_2 khuếch tán qua và ra khỏi bể thủy tinh nóng chảy 22 dễ dàng hơn so với hơi H_2O, và cacbon có thể được hấp thụ vào nền thủy tinh, tạo thành các sản phẩm thứ cấp như SiC, hoặc bị oxy hóa chậm thành CO.

Phản ứng của nhôm với hơi H_2O và CO_2 trong bể thủy tinh nóng chảy 22 cũng tạo ra Al_2O_3. Sự tổng hợp tại chỗ của Al_2O_3 không nhất thiết phải là mối quan tâm vì Al_2O_3 thường được đưa vào thành phần thủy tinh một cách có chủ đích, đặc biệt là đối với hóa chất thủy tinh soda-vôi-silic dioxit, để cải thiện độ bền của mạng thủy tinh. Thành phần và công thức của nguyên liệu cấp thủy tinh 14 có thể được điều chỉnh, nếu cần, để bù cho việc tạo ra Al_2O_3 bắt đầu bằng nhôm trong bể thủy tinh nóng chảy 22 của bể tinh chế 12. Ngoài Al_2O_3 (phản ứng 1 và 2) và cacbon (phản ứng 2), nhôm có thể phản ứng trong môi trường của bể thủy tinh nóng chảy 22 để tạo ra các hợp chất khác. Đáng chú ý, nhôm có thể phản ứng với Fe_2O_3 và SO_3 như được thể hiện trong các phản ứng hóa học (3) và (4) dưới đây để tạo ra FeO và SO_2:

$$2Al + 3Fe_2O_3 \rightarrow Al_2O_3 + 6FeO \quad (3)$$

$$2Al + 3SO_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3SO_2 \quad (4)$$

Một lần nữa, và tùy thuộc vào tính chất và hóa chất mong muốn (ví dụ, màu) của thủy tinh, thành phần và công thức của nguyên liệu cấp thủy tinh 14 có thể được điều chỉnh khi cần thiết để giải thích bất kỳ sự thay đổi nào về màu sắc, giá trị oxy hóa khử của thủy tinh ($Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$), hoặc các đặc tính khác của bể thủy tinh nóng chảy 22 khi thêm nhôm vào bể thủy tinh 22.

Hạt phụ gia 26 có thể được chuẩn bị bằng kỹ thuật nén thông thường. Kỹ thuật này trước tiên bao gồm việc cân nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 và một hoặc nhiều chất tinh chế 142 và trộn các vật liệu 140, 142 với nhau trong máy nghiền bi hoặc thiết bị khác để tạo ra hỗn hợp bột. Hỗn hợp bột thu được tốt hơn là bao gồm các hạt bột có kích thước hạt trung bình từ 30 μm đến 60 μm. Sau đó, nước được thêm vào hỗn hợp bột để tạo ra huyền phù đặc. Sau đó, huyền phù đặc được chuyển sang khuôn ép và được nén chặt ở áp suất, ví dụ, từ 5.000 lbs đến 80.000 lbs, trong vài giây để làm kiệt nước không liên kết hóa học và tạo ra phôi màu xanh lá cây được nén chặt có hình dạng mong muốn. Tiếp theo, phôi xanh đã nén chặt được làm nóng trong lò ủ hoặc thiết bị gia nhiệt khác, tốt nhất là ở nhiệt độ từ 35°C đến 315°C, cho đến khi phôi khô. Sau đó, phôi được tách ra và sàng để thu hạt phụ gia 26 có kích thước chọn lọc chẳng hạn như, ví dụ, hạt

có kích thước hạt lớn nhất nằm trong khoảng từ 5 mm đến 30 mm. Hạt phụ gia 26 có nồng độ nhất quán và đã biết của một hoặc nhiều chất tinh chế 142 sau đó có thể được đóng gói hoặc lưu trữ cho đến khi cần để nạp vào bộ nạp 128 tại bể tinh chế 12.

Hoạt động của bể tinh chế 12 nhằm mục đích loại bỏ bọt (ví dụ, phồng và hạt) khỏi bể thủy tinh nóng chảy 22 sao cho thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 được xả khỏi bể tinh chế 12 có thể sử dụng để tạo thành các sản phẩm thủy tinh không chứa nhiều hơn lượng khuyết tật thủy tinh thị giác có thể chấp nhận được về mặt thương mại. Trong quá trình vận hành bể tinh chế 12, thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18, 54 được đưa vào vùng tiếp nhận thủy tinh 78a của buồng tinh chế 78 qua cửa nạp thủy tinh 88. Thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18, 54 trộn với bể thủy tinh nóng chảy 22 trong vùng tiếp nhận thủy tinh 78a. Bể thủy tinh nóng chảy 22 là khối thủy tinh nóng chảy chảy và, do đó, theo thời gian, thủy tinh nóng chảy chảy từ vùng tiếp nhận thủy tinh 78a đến vùng tinh chế phía trước 78b qua lối đi chìm thứ nhất 104a, sau đó từ vùng tinh chế phía trước 78b đến vùng tinh chế phía sau 78c qua lối đi chìm thứ hai 104b, và cuối cùng từ vùng tinh chế phía sau 78c đến vùng phân phối thủy tinh 78d qua lối đi chìm thứ ba 104c. Mỗi vùng trong số các vùng 78a, 78b, 78c, 78d của buồng tinh chế 78 góp phần tinh chế và/hoặc điều hòa nhiệt của bể thủy tinh nóng chảy 22 để đạt được thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 được kéo từ bể thủy tinh nóng chảy 22 trong vùng phân phối thủy tinh 78d của buồng tinh chế 78 và được xả khỏi bể tinh chế 12.

Bể thủy tinh nóng chảy 22 được tinh chế về mặt hóa học bằng cách sử dụng (các) chất tinh chế 142 do các hạt phụ gia 26 mang theo. Như đã thảo luận ở trên, các hạt phụ gia 26 được đưa vào vùng tiếp nhận thủy tinh 78a phía trước của vách ngăn thứ nhất 102a qua lối đi phụ 92. Các hạt phụ gia 26 được bể thủy tinh nóng chảy 22 nhận chìm và tiêu thụ, do đó giải phóng (các) chất tinh chế 142 vào bể thủy tinh 22 khi nguyên liệu phản ứng thủy tinh 140 được đồng hóa vào nền thủy tinh. (Các) chất tinh chế 142 phân tán trong bể thủy tinh nóng chảy 22 - quá trình được hỗ trợ bởi các dạng dòng hướng trục do (các) bộ khuấy 118 gây ra nếu (các) bộ khuấy 118 được sử dụng - và tăng tốc việc loại bỏ bọt khí cuốn theo khi có mặt trong bể thủy tinh 22 ở nồng độ xác định trước. Nồng độ trung bình được xác định trước của (các) chất tinh chế 142 trong bể thủy tinh nóng chảy 22 có thể đạt được bằng cách tính toán và thêm lượng hạt phụ gia 26 vào bể thủy tinh 22 cần thiết để đạt được nồng độ trung bình xác định trước tạo ra nồng độ đã biết của (các) chất tinh chế 142 trong các hạt phụ gia và khối lượng của bể thủy tinh 22.

Trong nhiều trường hợp, và tùy thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau, nồng độ trung bình được xác định trước của (các) chất tinh chế 142 trong bể thủy tinh nóng chảy 22 được chọn nằm trong khoảng từ 5 % khối lượng đến 10 % khối lượng tính trên tổng khối lượng của bể thủy tinh 22.

Ngoài hoạt động tinh chế hóa học, chủ yếu xảy ra ở vùng tiếp nhận thủy tinh 78a và vùng tinh chế phía trước 78b khi số lượng của (các) chất tinh chế 142 có xu hướng giảm ở mỗi vùng trong số ba vùng đầu tiên 78a, 78b, 78c của buồng tinh chế 78 trong khi đang cạn kiệt ở vùng cuối cùng 78d, bể thủy tinh nóng chảy 22 cũng được xử lý nhiệt bên trong buồng tinh chế 78 để tăng tốc độ bay lên của các bọt khí bị cuốn theo. Quá trình xử lý nhiệt như vậy liên quan đến việc gia nhiệt bể thủy tinh nóng chảy 22 trong vùng tiếp nhận thủy tinh 78a và vùng tinh chế phía trước 78b để giảm độ nhớt của mẻ thủy tinh nóng chảy 22 trong các vùng 78a, 78b, do đó làm tăng tốc độ bọt bay ra khỏi bể thủy tinh 22 theo định luật Stokes. Như đã giải thích ở trên, vùng tiếp nhận thủy tinh 78a và vùng tinh chế phía trước 78b của buồng tinh chế 78 có thể được duy trì ở nhiệt độ từ 1100°C đến 1400°C và từ 1200°C đến 1450°C, tương ứng, đối với thủy tinh soda-vôi-silic dioxit. Sau đó, nhiệt độ của bể thủy tinh nóng chảy 22 có thể được giảm trong vùng tinh chế phía sau 78c và vùng phân phối thủy tinh 78d để đồng nhất nhiệt thủy tinh nóng chảy và đạt được độ nhớt thủy tinh phù hợp hơn cho các hoạt động tạo hình ở phía sau. Vùng tinh chế phía sau 78c và vùng tiếp nhận thủy tinh 78d như đã giải thích ở trên, có thể được duy trì ở nhiệt độ tương ứng là từ 1200°C đến 1400°C và từ 1000°C đến 1250°C, tương ứng, đối với thủy tinh soda-vôi-silic dioxit.

Kết quả của quá trình tinh chế xảy ra trong bể tinh chế 12 là thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 được xả khỏi bể tinh chế 12 tính theo phần trăm thể tích có ít bọt hơn so với thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18, 54 được cấp vào bể tinh chế 12 và, kết quả là, tỷ trọng của thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 lớn hơn tỷ trọng của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18, 54. Cụ thể, và như áp dụng cho thủy tinh soda-vôi-silic dioxit, thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế 18, 54 thường bao gồm tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí nằm trong khoảng từ 30 % thể tích đến 60 % thể tích và tỷ trọng nằm trong khoảng từ 0,75 g/cm^3 đến 1,5 g/cm^3, hoặc hẹp hơn từ 0,99 g/cm^3 đến 1,3 g/cm^3, trong khi thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 được xả khỏi bể tinh chế 12 thường có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí dưới 0,1 % thể tích, hoặc hẹp hơn dưới 0,05 % thể tích, và tỷ trọng nằm trong khoảng từ 2,3 g/cm^3 đến 2,5 g/cm^3. Thủy tinh

nóng chảy đã tinh chế 24 ra khỏi bể tinh chế 12 sau đó có thể được tiếp tục xử lý ở phía sau của bể 12. Ví dụ, và như sẽ được giải thích thêm bên dưới, thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 có thể có hóa chất soda-vôi-silic dioxit và được tạo thành vật chứa thủy tinh chẳng hạn như, ví dụ, chai và lọ đựng thực phẩm và đồ uống, hoặc có thể được tạo thành các sản phẩm thủy tinh phẳng như cửa sổ, hoặc hơn nữa có thể được tạo thành bộ đồ ăn hoặc các sản phẩm thủy tinh khác.

Các vật chứa bằng thủy tinh có thể được tạo thành từ thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 thoát ra khỏi buồng tinh chế 78 trong quy trình tạo hình 150 như được tóm tắt trong Fig.6. Trong quy trình được mô tả 150, thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 được đưa qua vòi 94 và theo xu hướng tạo thành dòng chảy hoặc đường chảy (không được thể hiện) của thủy tinh nóng chảy đã tinh chế ở bước 152. Các dòng chảy hoặc đường chảy của thủy tinh nóng chảy đã tinh chế được cắt ở đầu ra của vòi 94 thành các khối thủy tinh nóng chảy có khối lượng định trước ở bước 154. Mỗi khối thủy tinh nóng chảy được đưa qua hệ thống phân phối khối vào khuôn trống của một máy tạo hình vật chứa từng phần riêng lẻ ở bước 156. Tuy nhiên, trong các quy trình thay thế khác, thủy tinh nóng chảy đã tinh chế 24 có thể được chảy trực tiếp từ cửa xả thủy tinh 90 của bể tinh chế 14 vào khuôn trống để lấp đầy khuôn bằng thủy tinh. Khi ở trong khuôn trống và ở nhiệt độ của vẫn từ 1000°C đến 1250°C, khối thủy tinh nóng chảy được ép hoặc thổi ở bước 158 vào ống đúc thổi hoặc phôi bao gồm thành hình ống. Sau đó, ống đúc thổi này được chuyển từ khuôn trống sang khuôn thổi của máy tạo hình từng phần riêng lẻ ở bước 160 để tạo hình lần cuối thành vật chứa. Sau đó, ở bước 162, và khi nhận được ống đúc thổi này trong khuôn thổi, khuôn thổi được đóng lại và ống đúc thổi được thổi nhanh chóng ra bên ngoài thành hình dạng vật chứa cuối cùng khớp với đường viền của khoang khuôn bằng cách sử dụng khí nén như khí được nén. Tất nhiên, các phương pháp khác có thể được thực hiện để tạo hình các vật chứa thủy tinh bên cạnh các kỹ thuật tạo hình ép và thổi và thổi và thổi bao gồm, ví dụ, nén hoặc các kỹ thuật đúc khác.

Vật chứa thủy tinh được tạo ra bên trong khuôn thổi có đáy kín theo trục và thành có chu vi hình tròn. Thành có chu vi hình tròn kéo dài từ đáy kín theo trục đến miệng mà xác định lỗ mở đến không gian chứa được xác định bởi đáy kín theo trục và thành có chu vi hình tròn. Vật chứa thủy tinh được để nguội khi tiếp xúc với thành khuôn của khuôn thổi và sau đó được lấy ra khỏi khuôn thổi và được đặt trên băng tải hoặc thiết bị vận chuyển khác. Tại thời điểm đó, và trong quá trình ủ 170 tiếp theo quá trình tạo hình

150, vật chứa thủy tinh được ủ. Điều này có thể bao gồm việc gia nhiệt vật chứa thủy tinh trước và sau đó làm nguội vật chứa với tốc độ được kiểm soát trong thời gian ủ nhiệt để thoát ra khỏi các ràng buộc do nhiệt gây ra và loại bỏ các điểm ứng suất bên trong vật chứa. Ví dụ, trong quá trình ủ, vật chứa thủy tinh có thể được gia nhiệt đến nhiệt độ trên điểm ủ của thủy tinh soda-vôi-silic dioxit, thường nằm trong khoảng từ 500°C đến 700°C, sau đó làm lạnh vật chứa từ từ ở tốc độ từ 2°C/ phút đến 5°C/ phút đến nhiệt độ thấp hơn điểm biến dạng của thủy tinh soda-vôi-silic dioxit, thường nằm trong khoảng từ 400°C đến 600°C. Vật chứa thủy tinh có thể được làm nguội nhanh chóng sau khi đã được làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn điểm biến dạng. Hơn nữa, bất kỳ lớp phủ nào trong số nhiều lớp phủ có thể được phủ lên bề mặt của vật chứa thủy tinh trước (lớp phủ cuối nóng) hoặc sau khi ủ (lớp phủ cuối lạnh) vì nhiều lý do.

Do đó, sáng chế đề xuất phương pháp tinh chế thủy tinh nóng chảy có tỷ trọng thấp, có bọt, chưa được tinh chế được xả ra từ lò nung chảy đốt chìm đáp ứng một hoặc nhiều mục đích và mục tiêu đã nêu ra trước đó. Thủy tinh nóng chảy đã tinh chế tạo thành có thể được xử lý thêm thành các sản phẩm thủy tinh, bao gồm, ví dụ, vật chứa thủy tinh chẳng hạn như chai và lọ. Sáng chế đã được trình bày cùng với một số phương án minh họa và các cải biến và sửa đổi bổ sung đã được thảo luận. Các cải biến và sửa đổi khác sẽ dễ dàng được gợi ý đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật khi xét đến các thảo luận ở trên. Ví dụ, đối tượng của mỗi phương án trong số các phương án này được đưa vào đây bằng cách tham khảo từng phương án trong số các phương án còn lại, để giải thích. Sáng chế được dự định bao gồm tất cả các cải biến và sửa đổi như vậy nằm trong nguyên lý và phạm vi rộng của các điểm yêu cầu bảo hộ đi kèm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tinh chế thủy tinh đốt chìm có tỷ trọng thấp, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

cung cấp bể tinh chế phía sau lò nung chảy đốt chìm, bể tinh chế này có thành bao mà xác định buồng tinh chế và bao gồm bể thủy tinh nóng chảy trong buồng tinh chế, thành bao này còn xác định mỗi trong số cửa nạp thủy tinh, cửa xả thủy tinh, và lối đi phụ, và trong đó bể thủy tinh nóng chảy chảy theo hướng dòng chảy từ cửa nạp thủy tinh đến cửa xả thủy tinh;

đưa thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế được tạo ra trong lò nung chảy đốt chìm vào buồng tinh chế của bể tinh chế qua cửa nạp thủy tinh, thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế này có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí và tỷ trọng và, khi được đưa vào buồng tinh chế, kết hợp với bể thủy tinh nóng chảy;

đưa hạt phụ gia trực tiếp vào buồng tinh chế của bể tinh chế qua lối đi phụ, hạt phụ gia này bao gồm hỗn hợp được nén vật lý của cả nguyên liệu phản ứng thủy tinh và một hoặc nhiều chất tinh chế, một hoặc nhiều chất tinh chế được giải phóng vào bể thủy tinh nóng chảy khi tiêu thụ hạt phụ gia trong bể thủy tinh nóng chảy để nhờ đó tăng tốc việc loại bỏ bọt khỏi bể thủy tinh nóng chảy; và

xả thủy tinh nóng chảy đã tinh chế ra khỏi buồng tinh chế của bể tinh chế qua cửa xả thủy tinh, thủy tinh nóng chảy đã tinh chế có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí nhỏ hơn tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí trong thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế và còn có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hạt phụ gia có nồng độ của một hoặc nhiều chất tinh chế nằm trong khoảng từ 1 % khối lượng đến 30 % khối lượng.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó một hoặc nhiều chất tinh chế có trong hạt phụ gia bao gồm ít nhất một trong số sulfat, cacbon, nitrat, cacbonat, oxit kim loại, kim loại phản ứng, nitrua, cacbua, hoặc hơi nước.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó một hoặc nhiều chất tinh chế có trong hạt phụ gia bao gồm ít nhất một trong số natri sulfat, bari sulfat, cacbon, MnO_2, As_2O_5, Sb_2O_5, SnO_2, BaO, PbO, Cr_2O_3, WO_3, Li_2O, nhôm, đồng, thiếc, hoặc hơi nước.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó một hoặc nhiều chất tinh chế có trong hạt phụ gia bao gồm hoặc toàn bộ bao gồm nhôm nguyên tố.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bể tinh chế còn bao gồm vách ngăn mà kéo dài xuống từ mái của thành bao hướng đến sàn của thành bao để xác định, cùng với các phần tương ứng của sàn và các thành bên đối diện của thành bao, lối đi chìm, vách ngăn và thành đầu cửa nạp của thành bao nằm gần cửa nạp thủy tinh xác định vùng tiếp nhận thủy tinh của buồng tinh chế, và trong đó mỗi trong số cửa nạp thủy tinh và lối đi phụ được xác định trong thành bao trong vùng tiếp nhận thủy tinh của buồng tinh chế.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bể tinh chế còn bao gồm một hoặc nhiều thiết bị phát nhiệt mà gia nhiệt bể thủy tinh nóng chảy trong vùng tiếp nhận thủy tinh của buồng tinh chế.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó vách ngăn mà xác định vùng tiếp nhận thủy tinh với thành đầu cửa nạp của thành bao là vách ngăn thứ nhất, và trong đó bể tinh chế còn bao gồm vách ngăn thứ hai và vách ngăn thứ ba, vách ngăn thứ hai được bố trí ở phía sau của vách ngăn thứ nhất theo hướng dòng chảy của bể thủy tinh nóng chảy để xác định vùng tinh chế phía trước của buồng tinh chế nối với vách ngăn thứ nhất, và vách ngăn thứ ba được bố trí ở phía sau của vách ngăn thứ hai theo hướng dòng chảy của bể thủy tinh nóng chảy để xác định vùng tinh chế phía sau của buồng tinh chế nối với vách ngăn thứ hai và vùng phân phối thủy tinh của buồng tinh chế với thành đầu cửa xả của thành bao nằm gần cửa xả thủy tinh.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó vách ngăn thứ hai kéo dài xuống từ mái của thành bao hướng đến sàn của thành bao để xác định, cùng với các phần tương ứng của sàn và các thành bên đối diện, lối đi chìm thứ hai, và trong đó vách ngăn thứ ba kéo dài xuống từ mái của thành bao hướng đến sàn của thành bao để xác định, cùng với các phần tương ứng của sàn và thành bên đối diện, lối đi chìm thứ ba.

10. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bể tinh chế bao gồm một hoặc nhiều bộ khuấy kéo dài vào bể thủy tinh nóng chảy trong vùng tiếp nhận thủy tinh của buồng tinh chế để khuấy trong bể thủy tinh nóng chảy.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế được tạo ra bởi lò nung chảy đốt chìm và được đưa vào bể tinh chế được cấu thành từ thủy tinh soda-vôi-silic dioxit có thành phần hóa học thủy tinh bao gồm từ 60 % khối lượng

đến 80 % khối lượng SiO_2, từ 8 % khối lượng đến 18 % khối lượng Na_2O, và từ 5 % khối lượng đến 15 % khối lượng CaO.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước đưa hạt phụ gia vào buồng tinh chế của bể tinh chế bao gồm bước đo hạt phụ gia trực tiếp vào buồng tinh chế sao cho nồng độ trung bình của một hoặc nhiều chất tinh chế trong bể thủy tinh nóng chảy nằm trong khoảng từ 5 % khối lượng đến 10 % khối lượng tính trên tổng khối lượng của bể thủy tinh nóng chảy.

13. Phương pháp tinh chế thủy tinh đốt chìm có tỷ trọng thấp, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra thủy tinh soda-vôi-silic dioxit chưa được tinh chế trong lò nung chảy đốt chìm, thủy tinh soda-vôi-silic dioxit này có thành phần hóa học thủy tinh mà bao gồm từ 60 % khối lượng đến 80 % khối lượng SiO_2, từ 8 % khối lượng đến 18 % khối lượng Na_2O, và từ 5 % khối lượng đến 15 % khối lượng CaO;

đưa thủy tinh soda-vôi-silic dioxit chưa được tinh chế vào bể tinh chế được bố trí ở phía sau của lò nung chảy đốt chìm, bể tinh chế này có thành bao mà xác định buồng tinh chế và có bể thủy tinh nóng chảy bao gồm thủy tinh soda-vôi-silic dioxit mà kết hợp với thủy tinh soda-vôi-silic dioxit chưa được tinh chế được đưa vào bể tinh chế, bể thủy tinh nóng chảy chảy theo hướng dòng chảy bên trong buồng tinh chế hướng đến cửa xả thủy tinh của bể tinh chế;

đưa hạt phụ gia trực tiếp vào buồng tinh chế của bể tinh chế riêng rẽ với thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế, hạt phụ gia này bao gồm hỗn hợp được nén vật lý của cả nguyên liệu phản ứng thủy tinh và một hoặc nhiều chất tinh chế, một hoặc nhiều chất tinh chế được giải phóng vào bể thủy tinh nóng chảy có trong buồng tinh chế khi tiêu thụ hạt phụ gia trong bể thủy tinh nóng chảy để nhờ đó tăng tốc việc loại bỏ bọt khí được cuốn ra khỏi bể thủy tinh nóng chảy; và

xả thủy tinh nóng chảy đã tinh chế khỏi buồng tinh chế của bể tinh chế qua cửa xả thủy tinh, thủy tinh nóng chảy đã tinh chế có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí nhỏ hơn tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí trong thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế và còn có tỷ trọng lớn hơn tỷ trọng của thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó thành phần hóa học thủy tinh của thủy tinh soda-vôi-silic dioxit còn bao gồm lên đến 2 % khối lượng Al_2O_3.

15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó một hoặc nhiều chất tinh chế có trong hạt phụ gia bao gồm ít nhất một trong số natri sulfat, bari sulfat, cacbon, MnO_2, As_2O_5, Sb_2O_5, SnO_2, BaO, PbO, Cr_2O_3, WO_3, Li_2O, nhôm, đồng, thiếc, hoặc hơi nước.

16. Phương pháp theo điểm 13, trong đó một hoặc nhiều chất tinh chế có trong hạt phụ gia bao gồm hoặc toàn bộ bao gồm nhôm nguyên tố.

17. Phương pháp theo điểm 13, trong đó thành bao của bể tinh chế bao gồm thành đầu cửa nạp và thành đầu cửa xả cách thành đầu cửa nạp theo hướng dòng chảy của bể thủy tinh nóng chảy, thành bao của bể tinh chế còn bao gồm vách ngăn mà kéo dài xuống từ mái của thành bao hướng đến sàn của thành bao để xác định, cùng với các phần tương ứng của sàn và các thành bên đối diện của thành bao, lối đi chìm, vách ngăn và thành đầu cửa nạp của thành bao xác định vùng tiếp nhận thủy tinh của buồng tinh chế, và trong đó mỗi trong số thủy tinh soda-vôi-silic dioxit chưa được tinh chế và hạt phụ gia được đưa vào buồng tinh chế của bể tinh chế trong vùng tiếp nhận thủy tinh.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó bể tinh chế còn bao gồm một hoặc nhiều thiết bị phát nhiệt mà gia nhiệt bể thủy tinh nóng chảy trong vùng tiếp nhận thủy tinh của buồng tinh chế.

19. Phương pháp theo điểm 13, trong đó thủy tinh nóng chảy chưa được tinh chế có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí nằm trong khoảng từ 30 % thể tích đến 60 % thể tích và tỷ trọng nằm trong khoảng từ 0,75 g/cm^3 đến 1,5 g/cm^3, và trong đó thủy tinh nóng chảy đã tinh chế được xả khỏi bể tinh chế có tỷ lệ phần trăm thể tích của bọt khí dưới 0,05 % thể tích và tỷ trọng nằm trong khoảng từ 2,3 g/cm^3 đến 2,5 g/cm^3.

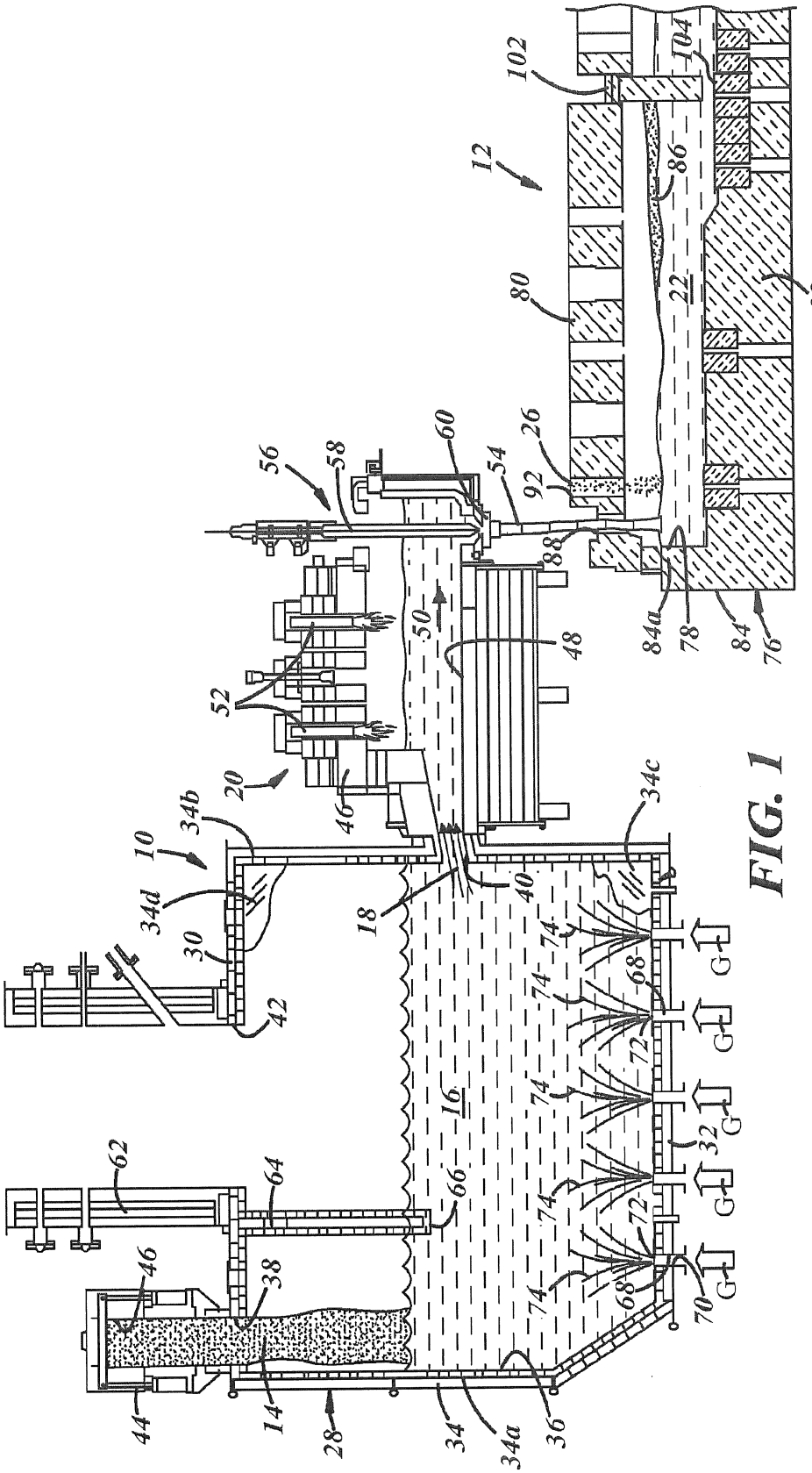
102
104
12
86
80
22
82
56
58
60
54
26
92
88
84a
78
84
76
50
48
52
20
46
34c
34b
10
34d
30
42
18
40
74
68
72
16
32
62
64
66
38
44
14
28
34
34a
36
70
G

FIG. 1

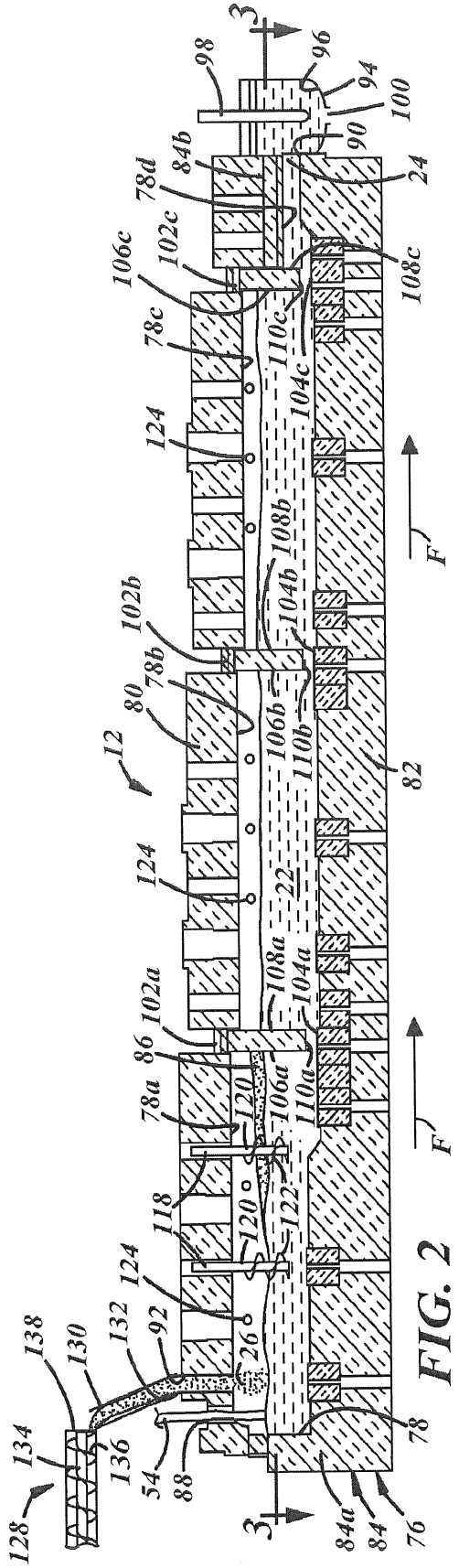
3
98
96
94
100
90
24
84b
78d
102c
106c
108c
78c
110c
104c
124
108b
104b
102b
78b
80
106b
110b
12
82
124
22
108a
104a
102a
86
106a
110a
78a
120
118
122
124
26
92
132
130
138
134
136
128
54
88
78
84a
84
76
F

FIG. 2

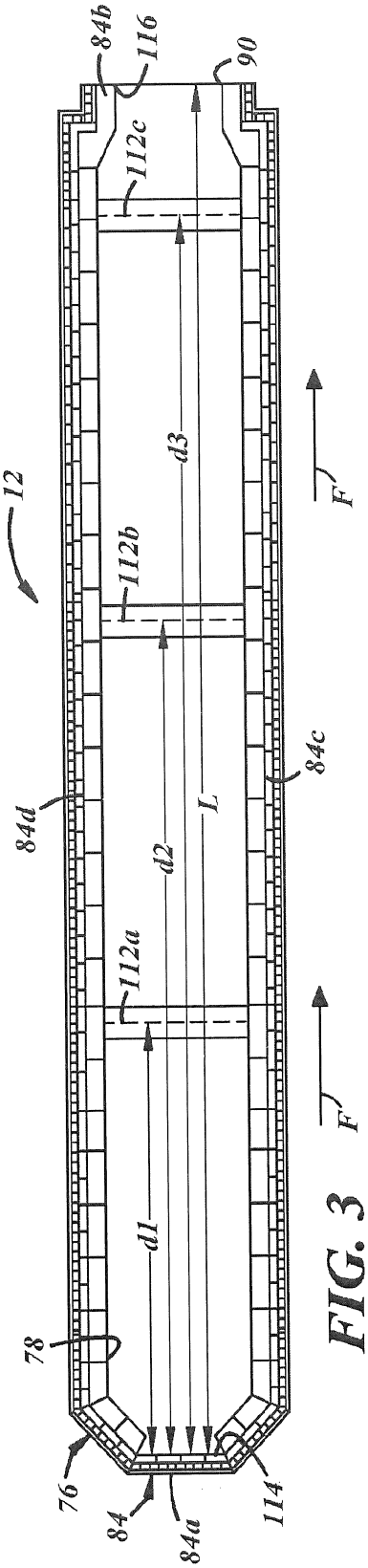
84b
116
90
112c
d3
12
112b
84d
84c
L
d2
112a
d1
78
76
84
84a
114
F

FIG. 3

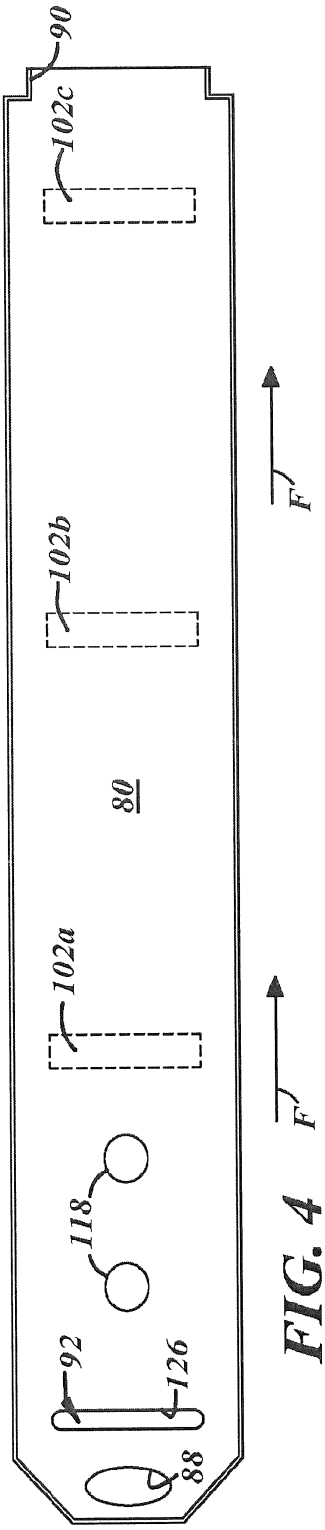

FIG. 4

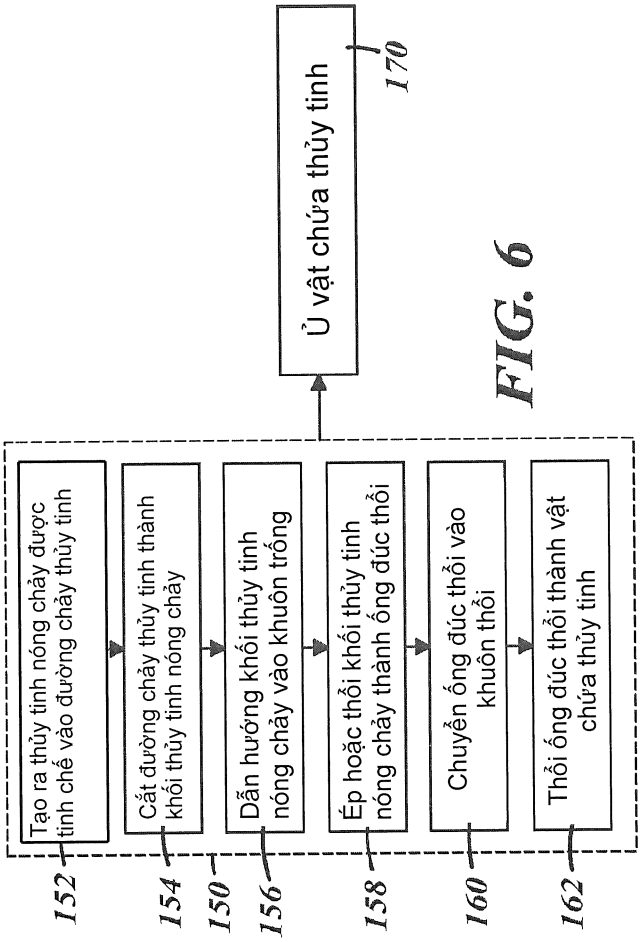

FIG. 6

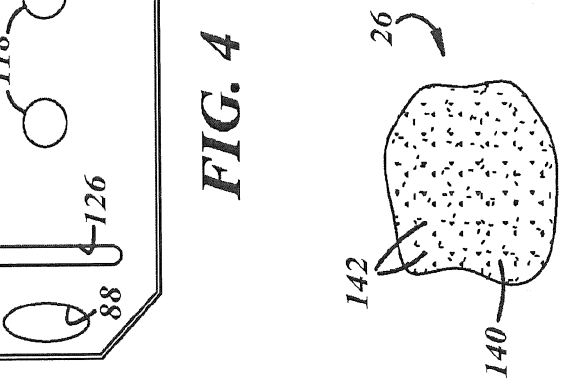

FIG. 5