



(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)



1-0048342

(51)<sup>2022.01</sup> F28F 9/18; F28D 7/06

(13) B

(21) 1-2023-00913

(22) 07/07/2021

(86) PCT/US2021/040597 07/07/2021

(87) WO2022/035525 17/02/2022

(30) 16/994,271 14/08/2020 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/05/2023 422A

(73) 1. VIKING VESSEL HOLDINGS, LLC (US)

105 East 10th Street Cisco, TX 76437, United States of America

2. HICKS, Marshall, R. (US)

1022 Highland Rd. Cleburne, TX 76033, United States of America

3. NULL, John (US)

10 Country Club Ridge Cisco, TX 76437, United States of America

(72) HICKS, Marshall, R. (US); NULL, John (US).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) ỐNG NỐI CHUYÊN TIẾP ỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NỐI, SỬA CHỮA, THAY  
THỂ ỐNG NỐI HƠI CỦA NỐI HƠI BẰNG ỐNG NÀY

(21) 1-2023-00913

(57) Sáng chế đề xuất ống nối chuyển tiếp ống và phương pháp nối, sửa chữa, thay thế ống nồi hơi của nồi hơi bằng ống này, trong đó ống nối chuyển tiếp ống bao gồm phần thân. Ống nối được tạo thành có độ dày thành thứ nhất và độ dày thành thứ hai. Bộ lắp ống được tạo trên một bề mặt kết nối với phần thân, bề mặt tiếp giáp với ống chuyển tiếp từ độ dày thành thứ nhất đến độ dày thành thứ hai.

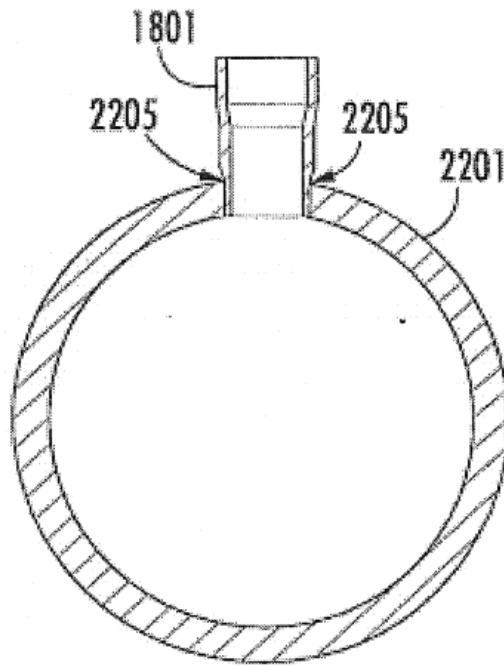


FIG.22B

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến ống nối chuyển tiếp ống, và cụ thể là đề cập đến ống chuyển tiếp truyền nhiệt và phương pháp nối, sửa chữa, thay thế ống nối hơi của nồi hơi bằng ống này.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Hiện tại, các bộ truyền nhiệt kết hợp nhiều loại vật liệu và độ dày vật liệu để tạo điều kiện cho việc sử dụng đa dạng của bộ truyền nhiệt. Ví dụ, vật liệu dày được sử dụng trong các ống chính để vận chuyển một lượng lớn chất lỏng, bao gồm hơi nước, nước và không khí, và thường được làm bằng kim loại bền, chắc chắn. Các vật liệu được sử dụng cho ống truyền nhiệt đến/từ chất lỏng truyền nhiệt thường có hệ số truyền nhiệt cao hơn, do đó có độ dày thành ống nhỏ hơn và thành phần vật liệu khác nhau. Ví dụ, trong máy tạo hơi nước tái tạo nhiệt (Heat Recovery Steam Generator, HRSG), các ống chính có thể có độ dày thành lớn hơn độ dày thành của ống truyền nhiệt.

Trong chu trình hỗn hợp tuabin khí (Gas Turbine Combined Cycle, GTCC), chu trình kết hợp khí hóa tích hợp (Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC) và các chu trình hỗn hợp (Combined Cycle, CC) khác, HRSG có thể được sử dụng để tối ưu hiệu suất nhiệt và hiệu suất tổng thể của nhà máy. Do các nhà máy điện được quản lý chặt chẽ để đảm bảo an toàn, độ tin cậy và khả năng tương thích với môi trường, sửa chữa, thay thế và thử nghiệm các bộ phận trong HRSG tốn nhiều thời gian, tốn kém, đòi hỏi nguồn nhân lực đáng kể, thời gian và tài nguyên đáng kể. Ngoài điều chỉnh, chứng thử và thử nghiệm sửa chữa, không gian cần thiết để sửa chữa và thay thế các bộ phận cũng bị hạn chế, khiến cho việc sửa chữa thậm chí còn tốn thời gian và tốn kém hơn.

Các quy trình hiện tại được sử dụng để sửa chữa nhà máy điện HRSG do xuống cấp cơ học bao gồm hàn, tẩy mối hàn và kiểm tra chụp ảnh phóng xạ. Mặc dù hàn thường được công nhận là một hình thức sửa chữa chắc chắn, đáng tin cậy, nhưng có nhiều loại mối hàn khác nhau, bao gồm mối hàn nối chồng, mối hàn nối chữ T, mối hàn cạnh và mối hàn giáp mép, và các cách khác nhau để tạo ra những mối hàn đó, chẳng hạn như hàn bằng cách sử

dụng hàn hồ quang trong môi trường khí bảo vệ (Gas Metal Arc Welding, GMAW) hoặc MIG, hoặc hàn hồ quang điện cực không nóng chảy trong môi trường khí trơ (Gas Metal Arc Welding, GTAW) hoặc TIG, hàn hồ quang tay (Shielded Metal Arc Welding, SMAW) hoặc que, hàn chùm tia điện tử (Energy Beam Welding, EBW) và các phương pháp tạo mối hàn đã biết khác. Một số loại mối hàn khác nhau đòi hỏi độ chính xác, chứng nhận, thời gian, đào tạo và thử nghiệm cao hơn để thực hiện và sử dụng đúng cách. Ví dụ, theo tiêu chuẩn của Hiệp hội Kỹ sư Cơ khí Mỹ (American Society of Mechanical Engineer, ASME), chứng nhận R-Stamp cho phép sản xuất và sửa chữa bình chịu áp lực, chứng nhận S-Stamp cho phép chế tạo và sửa chữa nồi hơi điện, đường ống dẫn nhiệt và các bộ phận duy trì áp suất ASME và chứng nhận U-Stamp cho phép sản xuất và sửa chữa các bình chịu áp lực hợp nhất như bể xả đáy, bể chứa nước nóng và bình tích áp.

Mối hàn rãnh, chẳng hạn như mối hàn giáp mép, được sử dụng để tạo mối nối theo chu vi giữa các ống có đường kính ngoài tương tự nhau và yêu cầu vát các bề mặt được nối. Mối hàn giáp mép nói chung là mối hàn chất lượng cao, nhưng là một trong những mối hàn khó thực hiện nhất do có nhiều vấn đề có thể phát sinh khi thực hiện mối hàn. Ví dụ, một số vấn đề có thể phát sinh bao gồm, nhưng không giới hạn ở, mối hàn sâu không hoàn toàn, mối nối chưa tới, gia cố quá mức, hình thành xỉ quá mức dọc theo bề mặt bên trong của ống, khoét lỗ sau hàn, lỗ rỗng quá mức, hình thành xỉ quá mức trong mối hàn, và kích thước rãnh không chính xác. Mối hàn giáp mép trong HRSG là một trong những mối hàn tốn nhiều thời gian nhất do hạn chế tiếp cận để tạo mối hàn và do thời gian cần thiết để thực hiện kiểm tra tia X. Ví dụ, một mối hàn bị nứt cần sửa chữa có thể cách mặt đất 60-90 feet, yêu cầu phải dựng giàn giáo trước khi tiếp cận ống/mối hàn bị hỏng. Do sự sắp xếp nhỏ gọn của các ống, đôi khi các phần của ống vận chuyển ống chính phải được loại bỏ để tiếp cận vật lý với ống/mối hàn bị hỏng. Việc cố định các mối hàn ống có thể yêu cầu lần thứ nhất là hàn giáp mép, sau đó thay thế (các) phần ống chính bị cắt ra có thể yêu cầu các pha hàn giáp mép bổ sung.

Mặc dù các phương pháp chế tạo, sửa chữa và thử nghiệm các ống chính truyền nhiệt nêu trên thể hiện những bước tiến lớn trong lĩnh vực truyền nhiệt và ống chuyển tiếp, nhưng vẫn còn nhiều thiếu sót.

Do đó, cần ống chuyển tiếp trong các bộ truyền nhiệt để có thể đơn giản hóa quy trình sửa chữa, thay thế và thử nghiệm, đồng thời tối ưu chi phí và phân bổ tài nguyên.

## Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bộ truyền nhiệt là thành phần chính trong các hệ thống và quy trình mà chúng được sử dụng. Ví dụ, máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt (HRSG) là một trong số ít thành phần trong nhà máy điện CC được điều chỉnh có chọn lọc cho mục đích sử dụng của nó. Bởi vì đặc biệt về thiết kế và vì đóng vai trò là cầu nối giữa hai chu trình chính của nhà máy năng lượng CC, chu trình nhiệt Brayton (chu trình trên) và chu trình Hirn-Rankine (chu trình dưới), bất kỳ thay đổi nào trong thiết kế của HRSG cũng ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả và khả năng vận hành của toàn bộ nhà máy.

Cụm chuyển tiếp ống, phương pháp và thiết bị được bộc lộ ở đây tạo ra các hoạt động của nhà máy hiệu quả hơn bằng cách thiết kế lại các ống chuyển tiếp từ ống sang ống chính. Việc thiết kế lại có một số ưu điểm, bao gồm nhưng không giới hạn ở những điều sau: 1) lắp các kết nối và quy trình đơn giản hóa để thực hiện các kết nối chuyển tiếp ống, 2) lắp cụm được thiết kế để giảm thiểu các tác động giãn nở bất lợi do nhiệt, 3) giảm hoặc loại bỏ đe dọa nhiệt sau hàn (Post-Weld Heat Threat, PWHT), 4) sử dụng các phương pháp làm giảm hoặc loại bỏ tẩy mối hàn, chẳng hạn như tẩy bằng khí argon, 5) sử dụng các phương pháp làm giảm hoặc loại bỏ việc kiểm tra chụp ảnh phóng xạ, chẳng hạn như kiểm tra tia X, 6) giảm hoặc loại bỏ việc dựng giàn giáo để tiếp cận các mối hàn bị nứt hoặc gãy nằm ở các điểm chuyển tiếp ống, chẳng hạn như chuyển tiếp từ ống sang ống chính, 7) giảm hoặc loại bỏ việc sử dụng thợ hàn được có chứng nhận đắt tiền, bằng cách cho phép các phương pháp nối đơn giản, dễ dàng và đáng tin cậy hơn và các mối hàn được sử dụng thay cho các mối hàn đắt tiền, khó 8) tối ưu kích thước hoặc diện tích bề mặt của vùng ảnh hưởng nhiệt (Heat Affected Zone, HAZ) và 9) tối ưu khuếch tán nhiệt trong vật liệu chính được sử dụng trong việc tạo mối hàn.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, phương pháp nối để kết nối các bộ phận của cụm ống chuyển tiếp bao gồm các mối hàn được tạo ra bằng kỹ thuật hàn được chứng nhận. Trong số các loại mối hàn khác nhau có thể được sử dụng, điều quan trọng cần lưu ý là mối hàn góc là mối hàn nhanh hơn nhiều so với mối hàn giáp mép vì chúng thường không yêu cầu xử lý trước cạnh, chẳng hạn như vát mép. Mối hàn lỗ/khe cũng là mối hàn nhanh và đáng tin cậy. Do đó, phần lớn các phương pháp nối được sử dụng ở đây là mối hàn góc và/hoặc mối hàn lỗ/khe, giúp giảm đáng kể thời gian cần thiết để tạo và sử dụng các kết nối cần thiết của cụm lắp ráp. Cần lưu ý thêm rằng mặc dù tất cả các mối hàn được thực

hiện bởi thợ hàn được chứng nhận, nhưng mức độ chứng nhận được yêu cầu không cao bằng các phương pháp và quy trình sản xuất, sửa chữa và thay thế khác (nghĩa là không sử dụng các phương pháp và thiết bị chuyển tiếp ống được tiết lộ ở đây), cho phép phân bổ tài nguyên hiệu quả hơn.

Do kích thước của HAZ liên quan đến hàn nhiên liệu oxy và các tài nguyên cần thiết cho hàn bằng tia laze và tia điện tử, các kỹ thuật hàn được ưu tiên ở đây bao gồm các kỹ thuật hàn hồ quang. Nhiệt đầu vào từ hàn hồ quang có thể được biểu diễn bằng  $Q = (V \times I \times 60 / S \times 1000) \times \text{Hiệu suất (1)}$ , trong đó  $Q$  là nhiệt đầu vào (kJ/mm),  $V$  là hiệu điện thế,  $I$  là cường độ dòng điện (A), và  $S$  là tốc độ hàn (mm/phút). Hiệu quả của phương trình (1) phụ thuộc vào loại mối hàn. Ví dụ, hàn hồ quang kim loại tay và hàn hồ quang kim loại trong môi trường khí bảo vệ có giá trị hiệu suất là 0,8, trong khi hàn hồ quang điện cực không nóng chảy trong môi trường khí trơ có giá trị 0,6.

### Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các tính năng mới và đặc trưng của sáng chế được nêu trong các điểm của phần yêu cầu bảo hộ. Sau đây, ưu điểm và hiệu quả của sáng chế sẽ được mô tả thông qua các phương án thực hiện ưu tiên cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó, các hình vẽ kèm theo bao gồm:

Fig. 1A là hình chiếu minh họa phần mặt trên của ống chính và ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig. 1B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig. 1A;

Fig. 1C là hình chiếu bên phải minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig. 1A;

Fig. 1D là hình chiếu từ dưới lên minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig. 1A;

Fig. 2A là giản đồ minh họa phần mặt trên của ống chính và ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig. 2B là giản đồ minh họa phối cảnh của ống chính và ống chuyển tiếp của Fig. 2A;

Fig. 2C là giản đồ minh họa mặt phải của ống chính và ống chuyển tiếp của Fig. 2A;

Fig.2D là giản đồ minh họa mặt dưới của ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.2A;

Fig.3A là hình chiếu từ trên xuống minh họa ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.3B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp của Fig.3A;

Fig.3C là hình chiếu bên phải minh họa ống chuyển tiếp của Fig.3A;

Fig.3D là hình chiếu bên trái minh họa ống chuyển tiếp 1.3A;

Fig.4A là giản đồ minh họa mặt trên của ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.4B là giản đồ minh họa phối cảnh của ống chuyển tiếp của Fig.4A;

Fig.4C là giản đồ minh họa mặt phải của ống chuyển tiếp của Fig.4A;

Fig.4d là giản đồ minh họa mặt trái của ống chuyển tiếp của Fig.4A;

Fig.5A là hình chiếu phần mặt trên minh họa một phương án thực hiện thay thế của ống chính và ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.5B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.5A;

Fig.5C là hình chiếu bên phải minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.5A;

Fig.5D là hình chiếu từ dưới lên minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.5A;

Fig.6A là hình chiếu từ trên xuống minh họa một phương án thực hiện thay thế của ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.6B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp của Fig.6A;

Fig.6C là hình chiếu bên phải minh họa ống chuyển tiếp của Fig.6A;

Fig.6D là hình chiếu bên trái minh họa ống chuyển tiếp của Fig.6A;

Fig.7A là hình chiếu phối cảnh minh họa một phương án thực hiện thay thế khác của ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.7B là hình chiếu phối cảnh và hình chiếu lắp ráp từng phần minh họa ống chuyển tiếp của Fig.7A;

Fig.8A là giản đồ minh họa mặt trên của ống chuyển tiếp của Fig.7A;

Fig.8B là giản đồ minh họa mặt phải của ống chuyển tiếp của Fig.7A.

Fig.8C là giản đồ minh họa mặt phải của ống chuyển tiếp của Fig.7B;

Fig.8D là giản đồ minh họa mặt trái của ống chuyển tiếp của Fig.7B;

Fig.9A là hình chiếu phần mặt trên minh họa một phương án thực hiện thay thế của ống chính và ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.9B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.9A;

Fig.9C là hình chiếu bên phải minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.9A;

Fig.9d là hình chiếu từ dưới lên minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.9A;

Fig.10A là hình chiếu từ trên xuống minh họa một phương án thực hiện khác của ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.10B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp của Fig.10A;

Fig.10C là hình chiếu bên phải minh họa ống chuyển tiếp của Fig.10A;

Fig.11A là hình chiếu phần mặt trên minh họa một phương án thực hiện thay thế của ống chính và ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.11B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.11A;

Fig.11C là hình chiếu bên phải minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.11A;

Fig.11D là hình chiếu từ dưới lên minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.11A;

Fig.12A là hình chiếu từ trên xuống minh họa một phương án thực hiện khác của ống chuyển tiếp, theo sáng chế;

Fig.12B là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp của Fig.12A;

Fig.12C là hình chiếu bên phải minh họa ống chuyển tiếp của Fig.12A;

Fig.13 là lưu đồ minh họa quy trình của phương pháp nối, sửa chữa hoặc thay thế một phần của bộ truyền nhiệt, theo sáng chế;

Fig.14 là lưu đồ minh họa quy trình của phương pháp của Fig.13;

Fig.15A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chính và ống chuyển tiếp, theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.15B là hình chiếu mặt trước minh họa ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.15A;

Fig.15C là hình chiếu bên phải minh họa ống chuyển tiếp và ống chính của Fig.15A;

Fig.15D là hình chiếu bên minh họa ống chuyển tiếp loại thứ nhất của Fig.15A;

Fig.15E là hình chiếu bên minh họa ống chuyển tiếp loại thứ hai của Fig.15A;

Fig.16A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp và ống chính, theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.16B là hình chiếu từ trên xuống minh họa ống chuyển tiếp và ống chính của Fig.16A;

Fig.16C là hình chiếu mặt cắt minh họa ống chuyển tiếp và ống chính của Fig.16A được lấy theo đường C-C của Fig.16B;

Fig.16D là hình chiếu mặt trước minh họa ống chuyển tiếp của Fig.16A;

Fig.17A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.17B là hình chiếu mặt cắt minh họa ống chuyển tiếp của Fig.17A được lấy theo đường B-B của Fig.17C;

Fig.17C là hình chiếu mặt trước minh họa ống chuyển tiếp của Fig.17A;

Fig.17D là hình chiếu từ trên xuống minh họa ống chuyển tiếp của Fig.17A;

Fig.18A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.18B là hình chiếu mặt cắt minh họa ống chuyển tiếp của Fig.18A được lấy theo đường B-B của Fig.18C;

Fig.18C là hình chiếu mặt trước minh họa ống chuyển tiếp của Fig.18A;

Fig.18D là hình chiếu từ trên xuống minh họa ống chuyển tiếp của Fig.18A;

Fig.19A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chuyển tiếp có độ nghiêng, theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.19B là hình chiếu mặt trước minh họa ống chuyển tiếp có độ nghiêng của Fig.19A;

Fig.19C là hình chiếu bên trái minh họa ống chuyển tiếp có độ nghiêng của Fig.19A;

Fig.20A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống bọc, theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.20B là hình chiếu mặt trước minh họa ống bọc của Fig.20A;

Fig.20C là hình chiếu từ trên xuống minh họa ống bọc của Fig.20A;

Fig.21A là hình chiếu mặt trước minh họa ống chính, ống chuyển tiếp có độ nghiêng, và ống bọc theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.21B là hình chiếu mặt cắt minh họa ống chính, ống chuyển tiếp có độ nghiêng và ống bọc của Fig.21A được lấy theo đường B-B của Fig.21A;

Fig.22A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chính và ống chuyển tiếp ngắn, theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.22B là hình chiếu mặt cắt minh họa ống chính và ống chuyển tiếp ngắn của Fig.22A được lấy theo đường B-B của Fig.22A;

Fig.23A là hình chiếu phối cảnh minh họa ống chính và ống chuyển tiếp dài, theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.23B là hình chiếu mặt cắt minh họa ống chính và ống chuyển tiếp dài của Fig.23A được lấy theo đường B-B của Fig.23A;

Fig.24A là hình chiếu mặt trước minh họa ống có nút, theo một phương án thực hiện thay thế của sáng chế;

Fig.24B là hình chiếu mặt cắt minh họa ống có nút của Fig.24A được lấy theo đường A-A của Fig.24A; và

Fig.24C là hình chiếu mặt trước minh họa nút của Fig.24A.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sáng chế có thể có nhiều biến thể khác nhau và sau đây, sáng chế sẽ được mô tả rõ ràng thông qua các phương án thực hiện cụ thể và hình vẽ kèm theo. Rõ ràng, các phương án thực hiện cụ thể được mô tả không nhằm giới hạn sáng chế, mà nhằm mục đích bao hàm tất cả các biến thể của sáng chế và những biến thể này đều thuộc phạm vi và tinh thần của sáng chế được nêu trong phần yêu cầu bảo hộ.

Tham khảo các Fig.1A-1D, là các hình minh họa cụm chuyển tiếp ống 100. Cụm chuyển tiếp ống 100 có phần ống chính 102, ống nối chuyển tiếp ống 104 và ống truyền nhiệt 106.

Phần ống chính 102 tốt hơn là ống có đường kính lớn, không bị ăn mòn. Ngoài ra, phần ống chính 102 bao gồm ống hình vuông, ống hình chữ nhật, vật liệu bọc có hình dạng không đều, và các hình dạng và thiết kế ống chính khác đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, phần ống chính 102 được làm bằng (các) vật liệu phụ thuộc vào ứng dụng của nó, bao gồm, nhưng không giới hạn ở, ống gang dẻo (ví dụ, ANSI/AWWA C151/A21.51-09), thép carbon, ống thép không gỉ (ví dụ, ANSI biểu 40, ASTM A53 hoặc ASME SA53, v.v.), thép mạ điện, boron hóa, tái lưu huỳnh, tái phospho hóa hoặc thép bao gồm crom, vanadi, niken, mangan hoặc molypden và thép khác hoặc các loại ống kim loại bao gồm các thành phần và/hoặc hợp kim tương tự.

Độ dày của phần ống chính 102 có thể thay đổi tùy theo mục đích sử dụng. Ví dụ, theo ít nhất một phương án thực hiện, độ dày của phần ống chính 102 là khoảng 0,2 đến

0,5 inch (0,51 đến 1,27 mm) tính theo độ dày thành. Theo các phương án thực hiện khác, chẳng hạn như với HRSG, độ dày thành của phần ống chính 102 nằm trong khoảng từ 0,1 inch (2 mm) đến khoảng 3 inch (80 mm) hoặc hơn. Tốt hơn là, độ dày thành của phần ống chính 102 là khoảng 1,1 inch (2,8 cm). Ngoài ra, độ dày thành được xác định dựa trên tỷ lệ giữa đường kính trong của phần ống chính 102 với đường kính trong của ống truyền nhiệt 106. Ví dụ, đường kính trong của phần ống chính 102 là khoảng 5,50 inch (14,0 cm), và đường kính trong của ống truyền nhiệt 106 là 1,224 inch (3,1 cm), nghĩa là tỷ lệ cho kết quả là 4,5. Theo một phương án thực hiện ưu tiên, độ dày thành của phần ống chính 102 xấp xỉ  $\frac{1}{4}$  tỷ lệ giữa đường kính trong của ống chính với đường kính trong của ống truyền nhiệt. Do đó,  $\frac{1}{4}$  của tỷ lệ 4,5 xấp xỉ độ dày thành 1,1 inch (2,8 cm) được ưu tiên của ống phần ống chính 102. Tỷ lệ này có thể được sử dụng với các đường kính ống chính và/hoặc ống truyền nhiệt khác nhau để xác định độ dày thành phù hợp của ống chính. Ngoài ra, độ dày thành của phần ống chính 102 có thể khác nhau phụ thuộc vào các thông số và hệ số truyền nhiệt mong muốn, bao gồm nhưng không giới hạn ở, hiệu suất của nhà máy ( $\eta$ ), diện tích bề mặt HRSG, nhiệt được thu hồi ( $Q$ ), lưu lượng khối ( $\dot{m}$ ), và hệ số truyền nhiệt tổng thể ( $U$ ). Tỷ lệ này cũng có thể được sử dụng để xác định đường kính trong của ống truyền nhiệt.

Nói chung, ống nối chuyển tiếp ống 104 có một hoặc nhiều độ dày thành sao cho chuyển tiếp từ độ dày thứ nhất lớn hơn hoặc bằng độ dày thành của ống truyền nhiệt 106, sang độ dày thứ hai nhỏ hơn hoặc bằng độ dày thành của phần ống chính 102. Theo ít nhất một phương án thực hiện, có sự chuyển tiếp dần dần và liên tục giữa hai độ dày thành, dẫn đến độ dày thay đổi liên tục dọc theo chiều dài/chiều cao của ống nối 104. Theo một phương án thực hiện khác, có sự chuyển tiếp từng bước, riêng biệt giữa các độ dày.

Độ dày thành khác nhau của ống nối chuyển tiếp ống 104 tạo ra ít nhất hai loại vùng chuyển tiếp nhiệt khác nhau. Vùng chuyển tiếp thứ nhất là vùng chuyển tiếp dốc liên tục được làm xấp xỉ bằng cách sử dụng độ dày thành tương tự với độ dày thành của phần ống chính 102. Cơ chế truyền nhiệt chính trong vùng chuyển tiếp thứ nhất là dẫn truyền từ phần ống chính qua bề mặt kết nối của ống nối chuyển tiếp ống. Vùng chuyển tiếp thứ hai là vùng chuyển tiếp riêng biệt, từng bậc được làm xấp xỉ bằng cách sử dụng độ dày thành tương tự với độ dày thành của ống truyền nhiệt 106. Cơ chế truyền nhiệt chính trong vùng chuyển tiếp thứ hai là đối lưu. Theo một phương án thực hiện ưu tiên, vùng chuyển tiếp

thứ ba hoặc phần cổ của ống nối chuyển tiếp ống 104, nối giữa vùng chuyển tiếp nhiệt thứ nhất và thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống 104. Độ dày, hình dạng và các biểu diễn công thức của vùng chuyển tiếp thứ ba được tạo hình, định kích thước và tính toán để chuyển từ cơ chế truyền nhiệt là dẫn nhiệt sang cơ chế truyền nhiệt đối lưu.

Cơ chế dẫn nhiệt, theo định luật Fourier, được biểu diễn bằng  $q = U \cdot A \cdot dt$  (2), có thể biểu diễn dưới dạng  $q = U \cdot A \cdot (T_1 - T_2)$  (3). Trong phương trình (3),  $q$ , là sự truyền nhiệt tính bằng W, J/giây hoặc Btu/giờ. Ngoài ra  $U = k/s$ , trong đó,  $k$ , là độ dẫn nhiệt của vật liệu tính bằng W/m·K, W/m·°C hoặc Btu/(giờ·°F·ft²/ft),  $s$ , là độ dày của vật liệu tính bằng mét hoặc feet, và  $A$ , là diện tích tính bằng m² hoặc ft². Diện tích của vành có thể được biểu diễn bằng  $A = \pi(R^2 - r^2)$  (4), trong đó,  $R$ , là bán kính của hình tròn được tạo bởi chu vi ngoài của mặt bích của ống nối chuyển tiếp ống 104 và,  $r$ , là bán kính của đường tròn tạo thành lỗ trong ống nối chuyển tiếp ống 104. Do đó, sử dụng phương trình (4), phương trình (3) có thể được biểu diễn dưới dạng  $q = U \cdot \pi(R^2 - r^2) \cdot (T_1 - T_2)$  (5). Phương trình (5) được sử dụng để tối ưu diện tích vành và lượng truyền nhiệt so với đầu có mặt bích của ống nối chuyển tiếp ống 104. Vì độ dẫn nhiệt liên quan trực tiếp đến độ dày vật liệu,  $s$ , theo một phương án thực hiện ưu tiên, độ dày vật liệu ở phần đầu của ống nối chuyển tiếp ống khác với độ dày vật liệu ở đầu có phần lõm. Ví dụ, tốt nhất là độ dày thành ở đầu của ống nối chuyển tiếp ống dày hơn độ dày thành ở đầu có phần lõm.

Cơ chế đối lưu có thể được đơn giản hóa và bao gồm trong một phương trình được sử dụng để xác định hệ số truyền nhiệt tổng thể của bộ truyền nhiệt. Ví dụ, hệ số truyền nhiệt tổng thể,  $U$ , có thể được biểu diễn cho bộ truyền nhiệt dạng ống không có rãnh là  $1/UA = 1/h_i A_i + R''_{fi}/A_i + \ln(D_o/D_i)/2\pi kL + R''_{fo}/A_o + 1/h_o A_o$  (6), trong đó,  $h$ , là hệ số truyền nhiệt đối lưu,  $A$ , là diện tích của ống (ví dụ  $A = \pi \cdot D \cdot L$ ),  $R''_{fi}$  và  $R''_{fo}$ , là các hệ số gây tắc nghẽn được xác định bằng thực nghiệm hoặc xác định từ các bảng, ví dụ, đối với hơi nước, hệ số gây tắc nghẽn có thể là 0,0001 (m²·KW),  $k$ , là độ dẫn nhiệt chẳng hạn như hằng số Boltzmann (W/m·K), và các chỉ số,  $i$  và  $o$ , đề cập đến bề mặt bên trong và ngoài của ống. Cần lưu ý rằng phương trình (6) có thể thay đổi phụ thuộc vào các hệ số khác, chẳng hạn như loại dòng chảy (ví dụ, dòng chảy song song so với dòng chảy chéo) và liệu bộ truyền nhiệt có bao gồm các gờ hay không. Vùng chuyển tiếp thứ ba kết hợp các biểu diễn công thức truyền và đối lưu bằng cách sử dụng phép cộng, phép trừ và/hoặc tích phân phụ thuộc vào cách hình thành vùng chuyển tiếp thứ ba. Ví dụ, phương trình (5) được gắn

nhãn  $Q1$  và phương trình (6) được gán nhãn  $Q2$  và vì bán kính trong về cơ bản là không đổi trong ống nối, chẳng hạn như ống nối 104, trong khi bán kính bên ngoài có thể thay đổi, nên sự truyền nhiệt có thể xấp xỉ trong vùng chuyển tiếp thứ ba dưới dạng tích phân từ  $Q1$  đến  $Q2$  của  $h \cdot \pi(R^2 - r^2) dR$  (7),  $h$  là chiều cao của ống nối 104 và  $R dR$  biểu diễn bán kính ngoài thay đổi liên tục của ống nối. Do đó, hệ số chính trong quá trình truyền nhiệt của vùng chuyển tiếp thứ ba là chiều cao,  $h$ , của ống nối chuyển tiếp ống.

Tốt hơn là, ở các đầu đối diện của ống nối 104, tỷ lệ thứ nhất giữa chiều cao của ống nối chuyển tiếp ống 104 với đường kính ngoài thứ nhất của ống nối chuyển tiếp ống là khoảng 3,3, và tỷ lệ thứ hai giữa chiều cao của ống nối chuyển tiếp ống 104 với tỷ lệ đường kính ngoài thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống 104 là khoảng 2,4. Theo ít nhất một phương án thực hiện, các tỷ lệ nằm trong khoảng từ hai đến bốn trên chiều dài/chiều cao của ống nối chuyển tiếp ống 104. Theo một phương án thực hiện ưu tiên, chiều cao hoặc chiều dài của ống nối chuyển tiếp ống được xác định dựa trên sự chênh lệch giữa  $Q1$  và  $Q2$ . Do đó, đối với sự chênh lệch lớn hơn, các ống nối chuyển tiếp ống dài hơn được sử dụng, đối với sự chênh lệch nhỏ hơn giữa  $Q1$  và  $Q2$ , các ống nối chuyển tiếp ống ngắn hơn được sử dụng. Theo một phương án thực hiện ưu tiên, chiều dài/chiều cao của ống nối chuyển tiếp ống 104 là khoảng sáu inch. Các hệ số khác cũng có thể ảnh hưởng đến chiều dài/chiều cao của ống nối 104, bao gồm nhưng không giới hạn ở, nhiệt đầu vào từ kiểu hàn cụ thể được sử dụng để gắn ống nối vào phần ống chính 102 và/hoặc với ống truyền nhiệt 106. Điều quan trọng cần lưu ý là việc tăng diện tích của ống nối ảnh hưởng đáng kể đến sự truyền nhiệt qua ống nối, do đó, theo một số phương án thực hiện, chiều cao hoặc diện tích, hoặc cả hai, đều được điều chỉnh để tối ưu cơ chế truyền nhiệt trong vùng chuyển tiếp thứ ba.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, ống nối chuyển tiếp ống 104 có ít nhất hai đường kính trong. Đường kính trong thứ nhất được sử dụng để lắp một đầu của ống truyền nhiệt 106 vào trong một đầu của ống nối chuyển tiếp ống 104. Đường kính thứ nhất này của ống nối chuyển tiếp ống 104 kéo dài dọc theo trục tâm của ống nối chuyển tiếp ống 104 so với chiều cao được chỉ định thứ nhất. Đường kính trong thứ hai kéo dài dọc theo trục tâm của ống nối chuyển tiếp ống 104 so với chiều cao được chỉ định thứ hai. Theo một phương án thực hiện ưu tiên, chiều cao được chỉ định thứ hai lớn hơn chiều cao được chỉ định thứ nhất. Tốt hơn là, chiều cao được chỉ định thứ hai lớn hơn chiều cao được chỉ định

thứ nhất với hệ số khoảng 5. Điều quan trọng cần lưu ý là vị trí mà tại đó đường kính trong thứ nhất chuyển tiếp sang đường kính trong thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống 104, tạo thành bộ lắp ống (xem bộ phận 118 của Fig.2C, bên dưới).

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, ống nối chuyển tiếp ống 104 được tạo hình để tối ưu diện tích bề mặt của phần ống chính 102 tiếp giáp với ống nối. Ví dụ, bề mặt của ống nối chuyển tiếp ống 104 được uốn cong, có độ cong gần như tương đương với độ cong của chu vi ngoài của phần ống chính 102. Theo một ví dụ khác, bề mặt của ống nối chuyển tiếp ống 104 cong có bán kính cong về cơ bản tương đương với bề mặt vát liền kề với lỗ trong phần ống chính 102 (tham khảo Fig.11A-11D, bên dưới). Theo một phương án thực hiện ưu tiên, bán kính cong là khoảng 3,3 inch (8,4 cm). Tuy nhiên, bán kính cong sẽ thay đổi phụ thuộc vào kích thước của phần ống chính 102, chẳng hạn như đường kính ngoài và bán kính cong của nó. Cần lưu ý rằng các kích thước của hình dạng cong, tròn của đầu có mặt bích của ống nối chuyển tiếp ống được xác định để tối ưu sự dẫn nhiệt từ phần ống chính đến ống nối chuyển tiếp ống. Do đó, các cạnh vát được tạo hình trước của đầu có mặt bích là một phần nhỏ của chiều rộng vành.

Phần đầu 110 của ống nối chuyển tiếp ống 104 có các cạnh vát được tạo hình sẵn. Theo một phương án thực hiện ưu tiên, cạnh vát thẳng và tạo thành một góc khoảng 36 độ so với trục thẳng đứng chạy song song với tâm thẳng đứng của ống nối chuyển tiếp ống 104. Theo các phương án thực hiện khác, hình dạng và góc của cạnh vát có thể được xác định có chọn lọc dựa trên nhiều hệ số, bao gồm nhưng không giới hạn ở cường độ mỗi hàn mong muốn, kích thước mỗi hàn hoặc cách tạo mỗi hàn.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, ống truyền nhiệt 106 có kích thước để vừa với ống nối chuyển tiếp ống 104. Ví dụ, đường kính ngoài của ống truyền nhiệt 106 nhỏ hơn một chút so với đường kính trong của ống nối chuyển tiếp ống 104. Khe hở giữa đường kính trong của ống nối chuyển tiếp ống 104 và ống truyền nhiệt 106 có thể thay đổi tùy theo mục đích sử dụng. Theo một số phương án thực hiện, khe hở giữa đường kính trong của ống nối chuyển tiếp ống 104 và ống truyền nhiệt 106 nhỏ hơn hoặc bằng 0,06 inch (1,6 mm). Theo một phương án thực hiện ưu tiên, khe hở là khoảng 0,02 inch (0,5 mm). Ngoài ra, khe hở được xác định dựa trên tỷ lệ đường kính trong của ống nối chuyển tiếp ống 104 với đường kính ngoài của ống truyền nhiệt 106. Ví dụ, đường kính trong của ống nối chuyển tiếp ống là 1,52 inch (3,86 cm), và đường kính ngoài của ống truyền nhiệt 106 là

1,50 inch (3,81 cm), nghĩa là tỷ lệ cho ra kết quả là 1,01. Do đó, theo các phương án thực hiện, đường kính trong của ống nối chuyển tiếp ống 104 và khe hở được xác định bằng cách sử dụng tỷ lệ 1,01 và đường kính ngoài của ống truyền nhiệt. Tỷ lệ và đường kính trong của ống nối chuyển tiếp ống 104 cũng có thể được sử dụng để xác định đường kính ngoài của ống truyền nhiệt 106.

Mặc dù ống nối chuyển tiếp ống 104 được thể hiện là cong để khớp với ống tròn, ống nối chuyển tiếp ống thẳng để khớp với ống vuông hoặc ống thẳng cũng được bao gồm theo các phương án thực hiện của sáng chế. Ngoài ra, mặc dù ống nối chuyển tiếp ống 104 được mô tả là có hình dạng thu nhỏ hoặc về cơ bản là hình dạng thẳng, các hình dạng khác cũng được bao gồm ở đây, bao gồm nhưng không giới hạn ở ống nối giảm kích thước, ống nối hình chữ T, ống nối khuỷu 90°, ống nối tạo góc, ống nối chữ thập, và các ống nối có hình dạng khác đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, ống truyền nhiệt 106 được làm bằng các vật liệu bao gồm, nhưng không giới hạn ở, nhôm, đồng, thép cacbon thấp mỏng, đồng, niken, thép không gỉ được kéo/liền mạch, ống thép hợp kim, chẳng hạn như AMS 5646, AMS 4070 và tổ hợp của chúng. Chất liệu và độ dày thành ống truyền nhiệt 106 sẽ thay đổi tùy theo mục đích sử dụng. Theo các phương án thực hiện, ống truyền nhiệt 106 bao gồm thép không gỉ được kéo/liền mạch, có độ dày thành nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,2 inch (0,25 đến 5,08 mm). Theo một phương án thực hiện ưu tiên, ống truyền nhiệt có độ dày thành khoảng 0,14 inch (3,6 mm). Ngoài ra, độ dày thành ống truyền nhiệt sẽ khác nhau phụ thuộc vào các thông số và hệ số truyền nhiệt mong muốn.

Tham khảo Fig.1B, nhiều ống truyền nhiệt 106 và nhiều ống nối chuyển tiếp ống 104 có thể được nối với phần ống chính 102. Mặc dù Fig.1B chỉ mô tả hai kết nối với phần ống chính 102, nhưng có thể có hàng chục, hàng trăm, hoặc hàng nghìn kết nối với phần ống chính 102.

Tốt hơn là, cả ống nối chuyển tiếp ống 104 và ống truyền nhiệt 106 đều được kết nối bằng các mối hàn. Tham khảo Fig.1C, nhiều vị trí mối hàn được mô tả. Ví dụ, vị trí mối hàn góc thứ nhất 108 được sử dụng để gắn ống nối chuyển tiếp ống 104 vào phần ống chính 102. Vị trí mối hàn góc thứ nhất 108 có thể được bố trí xung quanh chu vi ngoài của phần đầu 110 của ống nối chuyển tiếp ống 104. Vị trí mối hàn góc thứ hai 112 có thể được

bố trí xung quanh chu vi bên ngoài của đầu có phần lõm, đầu này nằm đối diện với phần đầu 110 của ống nối chuyển tiếp ống 104. Mặc dù kích thước của mỗi hàn góc có thể khác nhau, nhưng miệng của mỗi hàn, hoặc khoảng cách từ góc trong ra ngoài đến bề mặt mỗi hàn, phải dày bằng kim loại cơ bản. (Tham khảo, Fig.3C và độ dày liên quan 132, bên dưới). Cần lưu ý rằng đầu có phần lõm có tác động tích cực đến HAZ. (Tham khảo Fig.3C, bộ phận 353, bên dưới). Ví dụ, HAZ có thể nhỏ hơn so với mỗi hàn góc so với HAZ của mỗi hàn giáp mép.

Tốt hơn là, tập hợp vị trí lỗ/khe thứ nhất 114 được bao gồm trong ống nối chuyển tiếp ống 104. Tập hợp vị trí lỗ/khe thứ hai 116 được bao gồm trong ống nối chuyển tiếp ống. Tốt hơn là, tập hợp vị trí lỗ/khe thứ nhất 114 khác với tập hợp vị trí lỗ/khe thứ hai 116 ít nhất một khoảng mà chúng được đặt so với phần đầu 110 của ống nối chuyển tiếp ống 104. Ví dụ, tập hợp vị trí lỗ/khe thứ hai 116 có thể nằm xa hơn so với phần đầu 110 của ống nối chuyển tiếp ống 104 so với tập hợp vị trí lỗ/khe thứ nhất 114. Các mẫu hàn có thể được tạo thành trong tập hợp vị trí lỗ/khe 114, 116 để cung cấp cơ cấu cố định bổ sung để cố định ống truyền nhiệt 106 vào ống nối chuyển tiếp ống 104. Tốt hơn là, cả mỗi hàn góc và phương pháp nối (ví dụ, mẫu hàn) trong vị trí lỗ/khe 114, 116 đều được sử dụng để cố định ống truyền nhiệt 106. Ngoài ra, chỉ sử dụng vị trí lỗ/khe 114, 116 hoặc chỉ mỗi hàn góc. Loại cố định được sử dụng để gắn ống truyền nhiệt 106 vào ống nối chuyển tiếp ống ít nhất sẽ phụ thuộc vào thành phần vật liệu của ống truyền nhiệt và chất lỏng truyền nhiệt chảy qua và xung quanh ống.

Mặc dù các mẫu hàn tốt nhất là được sử dụng trong tập hợp vị trí lỗ/khe 114, 116, ngoài ra, các khe ở những vị trí này có thể trùng với các lỗ gắn (không được thể hiện) được hình thành trong ống truyền nhiệt 106. Có thể sử dụng các lỗ gắn này cho vít, bu lông, ghim hoặc phương pháp gắn tương tự, chẳng hạn như khi sử dụng ống cacbua silic. Theo ít nhất một phương án thực hiện, một đầu của ống truyền nhiệt 106 được lắp vào ống nối chuyển tiếp ống 104 được tạo ren để cố định nó vào phần bên trong có ren của ống nối chuyển tiếp ống 104.

Tham khảo các Fig.2A-2D, là các giản đồ minh họa các đặc trưng và cấu tạo bên trong của cụm chuyển tiếp ống 100. Ví dụ, ống dẫn bên trong 120 được tạo thành trong phần ống chính 102 của cụm. Tốt hơn là, kích thước của ống dẫn bên trong 120 trùng với

kích thước của ống nối chuyển tiếp ống 104, chẳng hạn như đường kính trong thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, bộ lắp ống 118 (tham khảo Fig.4C, bên dưới) được tạo thành ở phần bên trong của ống nối chuyển tiếp ống 104. Bộ lắp ống 118 cho phép chuyển tiếp trơn tru đáng kể giữa bề mặt bên trong của ống truyền nhiệt 106 và bề mặt bên trong của ống nối chuyển tiếp ống 104. Theo một số phương án thực hiện, bộ lắp ống 118 cũng làm giảm một lượng diện tích bề mặt tiếp xúc, chưa được xử lý, do đó làm giảm và/hoặc loại bỏ hiệu ứng ăn mòn cơ học tại điểm nối này.

Theo ít nhất một phương án thực hiện, một đầu của ống truyền nhiệt 106 tiếp giáp với bề mặt của bộ lắp ống 118 khi lắp cụm chuyển tiếp ống 100. Theo các phương án thực hiện khác, một khe hở được để lại giữa đầu của ống truyền nhiệt 106 và bộ lắp ống 118 để tính đến sự giãn nở nhiệt của ống truyền nhiệt 106. Ví dụ, bằng cách sử dụng bảng mở rộng, hoặc thuật toán dựa trên các bảng mở rộng, có thể xác định độ giãn nở của ống truyền nhiệt 106. Ví dụ, ống đồng và/hoặc ống thép không gỉ 124 có thể bị giãn nở tuyến tính khoảng 0,1 đến 3,0 inch (2,54 đến 7,62 cm) trên 100 feet ống, sau khi tiếp xúc với hơi nước có nhiệt độ khoảng 300 °F, phụ thuộc vào nhiệt độ mà tại đó các đường ống được lắp đặt. Do đó, khoảng cách giữa đầu của ống truyền nhiệt 106 và bộ lắp ống 118 có thể được xác định tương ứng với lượng giãn nở ống được xác định trước.

Tham khảo các Fig.3A-3D, ống nối chuyển tiếp ống 104 được mô tả có phần đầu 110, phần thân 301, phần cổ chuyển tiếp 303, và mặt bích tròn 305. Tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 104 có lỗ 122 được định tâm dọc theo trục ngang 124 và trục dọc 126. Ngoài ra, lỗ 122 hơi lệch so với trục ngang 124 và/hoặc trục dọc 126, để tạo góc cho ống truyền nhiệt 106 trong ống nối chuyển tiếp ống 104.

Tham khảo Fig.3C, phần đầu 110 bao gồm một tập hợp phần chìm 128 và một tập hợp phần nổi 130. Cả hai tập hợp phần chìm 128 và tập hợp phần nổi 130 được nối với nhau bằng các bề mặt dốc liên tục. Các bề mặt dốc liên tục tạo ra các bề mặt cong tạo ra kết nối/mối nối giữa ống nối chuyển tiếp ống 104 và phần ống chính 102.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, phần đầu 110 có độ dày liên quan 132. Độ dày liên quan 132 thay đổi tương đối so với phần cổ chuyển tiếp 303. Độ dày liên quan 132 cũng có thể thay đổi phụ thuộc vào độ cong mong muốn của các bề mặt dốc liên tục

của phần đầu 110 và/hoặc phụ thuộc vào độ cong được chỉ định của phần ống chính 102. Theo ít nhất một phương án thực hiện, độ dày liên quan 132 thay đổi phụ thuộc vào độ dày thành của ống nối 104, trong đó độ dày thành được sử dụng là độ dày thành được đo tại một điểm dọc theo chiều dài/chiều cao của ống nối nằm sau vị trí của bộ lắp ống 118 (so với đầu có phần lõm 353). Ví dụ, khi độ dày thành được đo là khoảng ba phần mười inch tại một điểm phía trên bộ lắp ống 118, thì độ dày liên quan 132 lớn hơn khoảng 1,1 lần hoặc khoảng 1/3 inch.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, cả độ dày liên quan 132 và mặt bích tròn 305 đều có kích thước thay đổi phụ thuộc vào mục đích sử dụng. Bởi vì cả độ dày liên quan 132 và mặt bích tròn 305 đều có kích thước thay đổi, và vì mỗi hàn góc tốt hơn là được sử dụng để gắn ống nối chuyển tiếp ống 104 vào phần ống chính 102, nên kết nối giữa ống nối chuyển tiếp ống và ống chính có thể được làm rất an toàn mà không cần kiểm tra bằng tia X. Hơn nữa, PWHT được giảm đáng kể do phần ống chính 102 và ít nhất mặt bích tròn 305 bằng nhau hơn nhiều về vật liệu và độ dày so với các giải pháp trước đây mà không yêu cầu sử dụng ống nối chuyển tiếp ống 104.

Tham khảo Fig.3C và 3D, ống nối chuyển tiếp ống 104 có đầu có phần lõm 353. Đầu có phần lõm 353 bao gồm tập hợp phần nổi 134 và tập hợp phần chìm 136. Tập hợp phần nổi 134 được kết nối với tập hợp phần chìm 136 bởi các bề mặt dốc liên tục. Cần lưu ý rằng đầu có phần lõm 353 có tác động tích cực đến HAZ. Ví dụ, vì mỗi hàn góc có thể được sử dụng để gắn ống nối chuyển tiếp ống 104 vào ống truyền nhiệt 106, nên đầu có phần lõm 353 có thể làm giảm đáng kể lượng cong vĩnh viễn giãn nở nhiệt bất lợi có thể xảy ra. Đây cũng có thể là trường hợp chỉ khi các mối hàn lỗ/khe được sử dụng để cố định đầu có phần lõm 353 vào ống truyền nhiệt 106.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, bán kính cong của các bề mặt cong hoặc dốc liên tục kết nối tập hợp phần nổi 134 và tập hợp phần chìm 136 của đầu có phần lõm 353 tương đương với bán kính cong của bề mặt cong của phần đầu 110. Ví dụ, khi bán kính cong của bề mặt cong của phần đầu 110 của ống nối chuyển tiếp ống 104 là khoảng 3,3 inch (8,4 cm), thì bán kính cong của đầu có phần lõm 353 là khoảng 3,3 inch (8,4 cm).

Cần lưu ý rằng mặc dù chỉ có hai tập hợp vị trí lỗ/khe 114, 116 được thể hiện, nhiều tập hợp vị trí lỗ/khe bổ sung có thể được tạo thành trong ống nối chuyển tiếp ống 104. Ví

dụ, để sửa chữa một mối hàn góc được thực hiện tại đầu có phần lõm 353 của ống nối chuyển tiếp ống 104, ống nối chuyển tiếp ống có thể bị cắt và các tập hợp vị trí lỗ/khe mới cũng như đầu có phần lõm mới có thể được hình thành. Một bộ lắp ống mới cũng có thể được hình thành trong ống nối chuyển tiếp ống. Về vấn đề này, ống nối chuyển tiếp ống 104 có thể khác nhau về chiều dài/chiều cao, do và/hoặc cho phép để, một hoặc nhiều vết cắt được thực hiện trong ống nối chuyển tiếp ống 104 để sửa chữa và/hoặc thay thế mối hàn góc.

Tham khảo Fig.4A-4D, là các giản đồ minh họa ống nối chuyển tiếp ống 104 để minh họa các đặc trưng bên trong và cấu tạo của ống nối. Ví dụ, bộ lắp ống 118 được minh họa trên Fig.4C. Bộ lắp ống 118 được tạo thành ở bề mặt bên trong của ống nối chuyển tiếp ống 104 tại vị trí gần với phần đầu 110 hơn cả hai tập hợp vị trí lỗ/khe 114, 116. Nói cách khác, vị trí lỗ/khe 114, 116 gần với đầu có phần lõm 353 hơn so với bộ lắp ống 118 được đặt so với đầu có phần lõm 353.

Tốt hơn là, các khe được sử dụng cho các vị trí lỗ/khe 114, 116 có hình thon dài, có chiều dài lớn hơn chiều rộng của chúng. Ví dụ, các khe có thể có chiều dài xấp xỉ gấp đôi chiều rộng của khe là rộng. Tốt hơn là, chiều rộng của khe dành cho các vị trí lỗ/khe 114, 116 xấp xỉ độ dày thành của ống nối chuyển tiếp ống 104. Ví dụ, tỷ lệ giữa chiều rộng của độ dày thành của ống nối chuyển tiếp ống 104 với chiều rộng của khe là khoảng 1,2 so với độ dày thành tương ứng với chiều cao được chỉ định thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống 104, và khoảng 0,6 so với độ dày thành tương ứng với chiều cao được chỉ định thứ nhất của ống nối chuyển tiếp ống 104.

Tham khảo các Fig.5A-5D, là các hình minh họa một phương án thực hiện thay thế của cụm chuyển tiếp ống chính 500. Cụm chuyển tiếp ống 500 có chức năng tương tự như cụm chuyển tiếp ống 100, ngoại trừ việc kết nối giữa phần ống chính 502 và ống nối chuyển tiếp ống 504 được tạo ra bằng cách sử dụng đầu được vát mép tạo hình trước của ống nối chuyển tiếp ống 504 được đặt trong một lỗ được vát mép tạo hình trước trong phần ống chính 502. Ngoài ra, lỗ trong phần ống chính 502 không được vát mép.

Tốt hơn là, mối nối giữa ống nối chuyển tiếp ống 504 và ống truyền nhiệt 506 của cụm chuyển tiếp ống 500 được tạo thành theo cách tương tự như đã thảo luận ở trên so với cụm chuyển tiếp ống 100. Ví dụ, các mẫu hàn có thể được tạo thành trong các tập hợp vị

trí lỗ/khe 514, 516 để tạo ra cơ cấu cố định để cố định ống truyền nhiệt 506 vào ống nối chuyển tiếp ống 504.

Tốt hơn là, mối nối giữa ống nối chuyển tiếp ống 504 và ống chính 502 tạo thành vùng chuyển tiếp về cơ bản là đơn nhất. Vùng chuyển tiếp về cơ bản là đơn nhất được tạo thành bởi đầu được vát theo chu vi của ống nối chuyển tiếp ống 504 được nối với, ví dụ bằng cách sử dụng mối hàn góc, ống chính 502. Cơ chế truyền nhiệt chính trong vùng chuyển tiếp đơn nhất được truyền nhiệt từ phần ống chính thông qua một bề mặt kết nối của ống nối chuyển tiếp ống. Vùng chuyển tiếp thứ hai là vùng chuyển tiếp riêng biệt, từng bậc, xấp xỉ độ dày thành của ống truyền nhiệt 506. Cơ chế truyền nhiệt chính trong vùng chuyển tiếp thứ hai là đối lưu. Theo một phương án thực hiện ưu tiên, vùng chuyển tiếp thứ ba hoặc phần thân 601 (Fig.6A-6D bên dưới) của ống nối chuyển tiếp ống 504, nối vùng chuyển tiếp thứ nhất và thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống 504. Độ dày và hình hình của vùng chuyển tiếp thứ ba có hình dạng và kích thước để chuyển từ cơ chế truyền nhiệt chính là dẫn nhiệt sang cơ chế truyền nhiệt chính là đối lưu. Điều quan trọng cần lưu ý là vùng chuyển tiếp thứ ba trải qua cả sự dẫn nhiệt và đối lưu, đối lưu từ chất lỏng truyền nhiệt và dẫn nhiệt từ kết nối giữa bộ lắp ống và ống truyền nhiệt 506.

Tham khảo Fig.6A-6D, tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 504 có lỗ 522 được định tâm dọc theo trục ngang 524 và trục dọc 526. Ngoài ra, lỗ 522 hơi lệch so với trục dọc 526 và/hoặc trục ngang 524, để tạo góc cho ống truyền nhiệt 506 trong ống nối chuyển tiếp ống 504.

Phần đầu 530 của ống nối chuyển tiếp ống 504 bao gồm bề mặt có độ nghiêng 605, tập hợp phần chìm 528, và tập hợp phần nổi 530. Cả tập hợp phần chìm 528 và tập hợp phần nổi 530 được nối với nhau bằng các bề mặt dốc liên tục. Các bề mặt dốc liên tục cung cấp các bề mặt cong để cung cấp kết nối/mối nối giữa ống nối chuyển tiếp ống 504 và ống chính 502. Các bề mặt dốc liên tục có bán kính cong tốt nhất là dựa trên bán kính cong của ống chính 502. Ví dụ, bán kính cong của đầu vát 651 giống với bán kính cong của bề mặt bên trong của ống chính 502. Tốt hơn là, đầu có phần lõm 653 của ống nối chuyển tiếp ống 504 cũng có bán kính cong liên quan tương tự, nếu không giống với, bán kính cong của đầu vát 651.

Đầu vát 651 có độ dốc và độ dày, chiều rộng và/hoặc chiều cao liên quan 612. Các đặc trưng và kích thước này được điều chỉnh theo độ dốc, độ dày, chiều rộng và hoặc chiều cao liên quan đến lỗ vát trong ống chính 502. Các hệ số bổ sung có thể ảnh hưởng đến các đặc trưng và kích thước này, bao gồm loại, hình dạng và độ bền mong muốn của mỗi hàn để nối ống nối chuyển tiếp ống 504 với ống chính 502.

Tham khảo các Fig.7A-7B, là các hình minh họa một phương án thực hiện thay thế của ống nối chuyển tiếp ống là ống nối 704. Tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 704 bao gồm hai bộ lắp ống 718a và 718b và hai đầu có phần lõm 853a và 853b. Ống nối chuyển tiếp ống 704 rất hữu ích trong việc sửa chữa các vết nứt hoặc rò rỉ dọc theo chiều dài trung gian của ống truyền nhiệt 106, 506 hoặc 706. Ví dụ, phần trung gian bị rò rỉ của ống truyền nhiệt 706 được cắt ở trên và ở dưới chỗ rò rỉ trong ống 706. Do chiều dài/chiều cao của ống truyền nhiệt 706, có đủ khả năng “vận hành” để nghiêng ống 706 ra khỏi phần bị cắt, trượt ống nối chuyển tiếp ống 704 lên trên ống 706, nghiêng ống 706 về phía sau phần bị cắt, sau đó trượt ống nối chuyển tiếp ống 704 vào vị trí để chồng lên cả hai đầu của ống 706 và che phần bị cắt (tham khảo Fig.7B). Sau đó, ống nối chuyển tiếp ống 704 được cố định bằng cách sử dụng các mối hàn góc và các mẫu hàn ở các vị trí lỗ/khe 714, 716.

Tham khảo các Fig.8A-8D, là giản đồ minh họa ống nối chuyển tiếp ống 704 mô tả các đặc trưng bên trong và cấu tạo của ống nối. Ví dụ, bộ lắp ống 718a và 718b được minh họa trên Fig.8B-8D. Fig.8A là hình minh họa các đường đứt đoạn trùng với các vị trí lỗ/khe 714, 716. Được định vị phía trên các vị trí lỗ/khe 714, 716, như được minh họa trên Fig.8A, là các bề mặt chuyển tiếp 803 dốc liên tục hoặc cong kết nối tập hợp phần nổi 834a, 834b với tập hợp phần chìm 836a, 836b của đầu có phần lõm 853a. Các tập hợp tương ứng của các phần nổi 834c, 834d (không được hiển thị) và các phần chìm 836c, 836d được tạo thành ở đầu có phần lõm 853b bên dưới. Bộ lắp ống 718a và 718b được tạo thành ở bề mặt bên trong của ống nối chuyển tiếp ống 704 tại vị trí cách xa đầu có phần lõm 853 hơn cả hai tập hợp vị trí lỗ/khe 714, 716. Nói cách khác, các vị trí lỗ/khe 714, 716 nằm giữa bộ lắp ống 718 và đầu có phần lõm 853.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, các bộ lắp ống 718a, 718b được tạo thành ở vị trí cách các phần nổi 834 tương ứng của đầu có phần lõm 853 tương ứng ít nhất một inch. Theo các phương án thực hiện khác, vị trí của bộ lắp ống phụ thuộc tuyến tính vào vị trí và kích thước của vị trí lỗ/khe 714, 716. Ví dụ, đối với lỗ khe cao  $\frac{1}{4}$  inch, rộng  $\frac{1}{2}$  inch,

ít nhất 3/8 inch còn lại giữa bề lắp ống và tâm của vị trí lỗ khe gần nhất 714, 716. Tương tự, đối với lỗ khe cao 1/2 inch, rộng 1 inch, ít nhất 3/4 inch còn lại giữa bề lắp ống và tâm của vị trí lỗ khe gần nhất. Theo ít nhất một phương án thực hiện, vị trí của bề lắp ống phụ thuộc vào vị trí và kích thước của vị trí lỗ/khe 714, 716 theo chức năng phi tuyến tính.

Tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 704 có thể được tạo thành cho các ứng dụng quy mô nhỏ, trung bình và lớn. Ví dụ, trong mỗi ứng dụng, ống nối chuyển tiếp ống 704 có ít nhất hai độ dày thành 850 và 852, trong đó độ dày thành thứ nhất 850 lớn hơn độ dày thành thứ hai 852. Trong ứng dụng quy mô nhỏ, ống nối chuyển tiếp ống 704 có độ dày thành 852 nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,2 inch (0,25 đến 5,08 mm). Trong ứng dụng quy mô trung bình, ống nối chuyển tiếp ống có độ dày thành 852 trong khoảng 0,2 đến 0,25 inch (5,08 đến 6,35 mm). Trong ứng dụng quy mô lớn, ống nối chuyển tiếp ống truyền nhiệt 704 có độ dày thành lớn hơn 0,25 inch (6,35 mm). Ngoài ra, độ dày thành của ống nối chuyển tiếp ống 704 sẽ khác nhau phụ thuộc vào các thông số và hệ số truyền nhiệt mong muốn. Trong mỗi ứng dụng quy mô nhỏ, trung bình và lớn, độ dày thành 850 lớn hơn khoảng hai lần so với độ dày thành 852.

Tham khảo các Fig.9A-9D, là các hình minh họa một phương án thực hiện thay thế của cụm chuyển tiếp ống chính 900. Cụm chuyển tiếp ống 900 có chức năng tương tự như cụm chuyển tiếp ống 100, ngoại trừ việc kết nối giữa phần ống chính 902 và ống nối chuyển tiếp ống 904 được tạo ra bằng cách sử dụng đầu được vát mép tạo hình trước của ống nối chuyển tiếp ống 904 và một hoặc nhiều bề lắp ống bên ngoài 918 được đặt trong lỗ trong phần ống chính 902. Điều quan trọng cần lưu ý là các bề lắp ống bên ngoài 918 là bên ngoài so với ống nối chuyển tiếp ống 904, không liên quan đến kết nối giữa ống nối và phần ống chính 902. Tốt hơn là, cả hai ống nối chuyển tiếp ống 904 và ống truyền nhiệt 906 được kết nối bằng các mối hàn.

Tham khảo Fig.9C, là hình minh họa nhiều vị trí mối hàn. Ví dụ, vị trí mối hàn thứ nhất 908 được sử dụng để gắn ống nối chuyển tiếp ống 904 vào phần ống chính 902. Vị trí mối hàn thứ nhất 908 có thể được bố trí xung quanh chu vi ngoài của phần đầu 910 của ống nối chuyển tiếp ống 904, và tốt nhất là bao gồm một mối hàn góc. Vị trí mối hàn thứ hai 912 có thể được bố trí xung quanh chu vi ngoài của đầu vát, đầu này đối diện với phần đầu 910 của ống nối chuyển tiếp ống 904. Theo phương án thực hiện này, vị trí mối hàn thứ hai 912 bao gồm mối hàn giáp mép. Mặc dù kích thước của mối hàn giáp mép có thể

khác nhau, nhưng cạnh của ống truyền nhiệt 906 phải được vát ở một góc khoảng 35-40 độ, tương tự với đầu được vát sẵn của ống nối chuyển tiếp ống 904. Ống truyền nhiệt 906 cũng nên có ít nhất một trong vát loe, vát trơn và vát ghép được tạo thành trên đó để khớp với vát loe, vát trơn hoặc vát ghép tạo sẵn được tạo thành ở đầu của ống nối chuyển tiếp ống 904.

Tham khảo Fig.10A-10C, tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 904 có lỗ 922 được định tâm dọc theo trục ngang 924 và trục dọc 926. Tốt hơn là, lỗ trong phần ống chính 902 để kết nối giữa ống nối chuyển tiếp ống 904 và phần ống chính 902 không được vát cạnh, mà bao gồm một lỗ có cạnh thẳng để tựa hoặc khớp với bề lắp ống 918a. Mỗi hàn góc thứ nhất có thể được hình thành trên và/hoặc xung quanh bề mặt có độ nghiêng thứ nhất 1005a theo độ dày tương ứng 932a. Ống nối chuyển tiếp ống 904 bao gồm bề lắp ống thứ hai 918b bên dưới bề mặt có độ nghiêng thứ hai 1005b, có độ dày 932b tương ứng để tạo thành một phần của mối hàn giáp mép trên đó. Cả bề lắp ống thứ nhất 918a và bề lắp ống thứ hai 918b đều ở bên ngoài so với phần thân 1001 và các phần cổ 1003a và 1003b tương ứng của ống nối chuyển tiếp ống 904.

Tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 904 bao gồm gờ hoặc mép 1007 được tạo thành bên dưới phần cổ thứ nhất 1003A. Theo phương án thực hiện này, mép 1007 có thể hoạt động như một bộ tản nhiệt trong quá trình hình thành mối hàn góc để nối ống nối chuyển tiếp ống 904 với phần ống chính 902.

Tham khảo các Fig.11A-11D, là các hình minh họa một phương án thực hiện thay thế của cụm chuyển tiếp ống chính 1100. Cụm chuyển tiếp ống 1100 có chức năng tương tự như cụm chuyển tiếp ống 100, ngoại trừ việc kết nối giữa phần ống chính 1102 và ống nối chuyển tiếp ống 1104 được tạo bằng cách sử dụng đầu vát tạo hình trước của ống nối chuyển tiếp ống 1104 và bề mặt lắp ống bên ngoài 1118 (tham khảo Fig.12C) được lắp trong lỗ được vát một phần 1120 trong phần ống chính 1102. Tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 1104 được nối với phần ống chính 1102 bằng cách sử dụng một hoặc nhiều mối hàn và ống truyền nhiệt 1106 được lắp lồng vào lỗ 1140. Có thể đặt một miếng đệm hoặc vòng chữ O xung quanh phần đầu của ống truyền nhiệt 1106 được lắp vào lỗ 1140 để bịt kín lỗ và tạo kết nối giữa ống truyền nhiệt 1106 và ống nối chuyển tiếp ống 1104. Ngoài ra, một bề lắp ống hoặc bề mặt hội tụ (không được thể hiện) được tạo thành trên bề mặt

bên trong trong phần đầu đối diện với phần đầu 1110 của ống nối chuyển tiếp ống 1104, miếng đệm hoặc vòng chữ O là tùy chọn.

Tham khảo Fig.11C, là hình minh họa một vùng hàn đơn. Ví dụ, vùng hàn đơn 1108 được sử dụng để gắn phần đầu 1110 của ống nối chuyển tiếp ống 1104 vào phần ống chính 1102. Vùng hàn đơn 1108 được bố trí xung quanh chu vi được vát ngoài của phần đầu 1110 của ống nối chuyển tiếp ống 1104, và tốt nhất là bao gồm một mối hàn góc đơn. Ngoài ra, một miếng đệm hoặc vòng chữ O được lắp vào trên phần đầu 1110 và một hoặc nhiều mối hàn điểm trong vùng 1108 được sử dụng để giữ miếng đệm, vòng chữ O hoặc ống nối chuyển tiếp ống 1104 tại chỗ.

Tham khảo các Fig.12A-12C, tốt hơn là, ống nối chuyển tiếp ống 1104 có lỗ 1122 được định tâm dọc theo trục ngang 1124 và trục dọc 1126. Tốt hơn là, lỗ trong phần ống chính 1102 để nối giữa ống nối chuyển tiếp ống 904 và phần ống chính 902 bao gồm bề mặt được vát và bề mặt có cạnh thẳng để tựa hoặc khớp với bề mặt lắp ống 1118. Bề mặt lắp ống 1118 được định vị bên ngoài so với phần thân 1101. Một mối hàn góc đơn có thể được hình thành trên và/hoặc xung quanh bề mặt có độ nghiêng thứ nhất 1205a và/hoặc bề mặt có độ nghiêng thứ hai 1205b theo độ dày liên quan 1132. Nói cách khác, vùng hàn 1108 bao gồm một trong hoặc cả hai bề mặt có độ nghiêng 1205a và 1205b. Tốt hơn là, bề mặt có độ nghiêng thứ nhất 1205a và bề mặt có độ nghiêng thứ hai 1205b là các bề mặt được vát hoặc làm nhẵn với chuyển tiếp mượt mà giữa hai bề mặt này. Ngoài ra, ít nhất bề mặt có độ nghiêng thứ hai 1205b bao gồm bề mặt được vát hoặc có đường thẳng.

Ống nối chuyển tiếp ống 1104 bao gồm bề mặt lắp ống 1118 ở trên hoặc liền kề với bề mặt có độ nghiêng thứ ba hoặc bề mặt cổ 1203. Bề mặt cổ 1203 có thể bao gồm mép hoặc gờ, có bề mặt lồi hoặc lõm, phụ thuộc vào mục đích của chúng. Bề mặt cổ 1203 chuyển tiếp sang bề mặt lắp ống 1118. Theo phương án thực hiện này, HAZ phụ thuộc vào độ dày liên quan 1132 của ít nhất ba vùng chuyển tiếp, bao gồm từng bề mặt có độ nghiêng hoặc được vát 1205a, 1205b, và bề mặt cổ 1203. Mỗi trong các vùng của HAZ khác với vùng khác dựa trên một hoặc nhiều trong chiều cao, độ dày, độ cong, độ cứng bề mặt, kết cấu, độ xốp và thành phần. Theo ít nhất một phương án thực hiện, bề mặt lắp ống 1118 là vùng chuyển tiếp HAZ thứ tư.

Cần chú ý rằng các phương án thực hiện nêu trên của sáng chế không yêu cầu các cạnh có phần lõm, các đầu được vát hoặc các vị trí lỗ/khe. Các phương án thực hiện thay thế có thể không sử dụng, một số hoặc tất cả các thành phần này, phụ thuộc vào mục đích sử dụng mong muốn.

Tham khảo Fig.13, là hình minh họa phương pháp sửa chữa, thay thế hoặc kết nối một phần của bộ truyền nhiệt, chẳng hạn như phần bị hỏng hoặc rò rỉ. Bước 1301 bao gồm việc xác định một phần của bộ truyền nhiệt cần kết nối, sửa chữa hoặc thay thế. Việc xác định có thể được thực hiện bằng cách nhận biết trực quan vết nứt, phát hiện giảm áp suất thông qua các phương pháp kỹ thuật số, điện tử hoặc tự động hoặc xác định mức giảm lưu lượng chất lỏng bằng hệ thống giám sát và báo cáo. Ví dụ, kiểm tra áp suất có thể được thực hiện trên một phần của bộ truyền nhiệt và giảm áp suất liên tục có thể được báo cáo bởi phần mềm điện hóa như phần mềm điều khiển Opto22, giảm áp suất này cho thấy có vết nứt hoặc rò rỉ. Vị trí của vết nứt hoặc rò rỉ có thể được phát hiện bằng cách sử dụng các phương pháp được phê duyệt công nghiệp, chẳng hạn như bằng tia huỳnh quang, đèn cực tím, chất lỏng tạo bọt, khói, mùi, v.v.

Bước 1303 theo tùy chọn bao gồm loại bỏ phần hỏng, nứt hoặc rò rỉ của bộ truyền nhiệt dựa trên kết quả của bước 902. Ví dụ, ở bước 1301, một ống truyền nhiệt phát hiện có vết nứt ở thành bên hoặc trong mối hàn ở ống chính góp, ống chính và/hoặc khoang chứa. Do đó, ống được loại bỏ bằng cách xoay, cắt, đốt, đốt nóng hoặc kết hợp các phương pháp đó. Bước 1303 là theo tùy chọn vì khi sản xuất bộ truyền nhiệt sử dụng các bộ phận của ống chuyển tiếp theo sáng chế, quá trình lắp ráp có thể diễn ra mà không cần phải loại bỏ phần bị hỏng, nứt hoặc rò rỉ.

Bước 1305 bao gồm tạo kết nối chuyển tiếp truyền nhiệt giữa phần thứ nhất của ống truyền nhiệt và ít nhất một trong phần thứ hai của ống truyền nhiệt và phần ống chính của bộ truyền nhiệt. Ví dụ, ống chính của bộ truyền nhiệt có thể được lắp với ống nối chuyển tiếp ống mà ống truyền nhiệt được lắp vào, trong đó ống nối chuyển tiếp ống bao gồm kết nối ống chuyển tiếp truyền nhiệt. Theo một ví dụ khác, hai đầu riêng biệt của ống truyền nhiệt đã cắt có thể được lắp vào các đầu đối diện của ống nối chuyển tiếp ống để bịt phần rò rỉ hoặc phần bị cắt của ống truyền nhiệt.

Bước 1307 bao gồm việc đảm bảo kết nối thích hợp đã được thực hiện. Bước 1307 có thể bao gồm kiểm tra lại phần đã sửa chữa của bộ truyền nhiệt để xác định độ bền, tính toàn vẹn và chức năng tổng thể của kết nối. Việc kiểm tra lại này có thể bao gồm kiểm tra áp suất, chất lỏng huỳnh quang, đèn cực tím, chất lỏng tạo bọt, chất có mùi và các quy trình tương tự khác. Tốt hơn là, thử nghiệm lại này không yêu cầu phát hiện tia X.

Tham khảo Fig.14, là hình minh họa bước 1305 tạo kết nối chuyển tiếp truyền nhiệt theo một quy trình lắp ráp. Quy trình lắp ráp 1305 bao gồm bước 1401 lắp ống truyền nhiệt, bước 1403 lắp ống chính và bước 1405 lắp ống nối chuyển tiếp ống. Ống nối chuyển tiếp ống được lắp là ống nối được cấu hình theo sáng chế.

Quy trình 1305 còn bao gồm bước 1407, lắp một đầu của ống truyền nhiệt với đầu thứ nhất của ống nối chuyển tiếp ống, để đầu cuối của ống truyền nhiệt tiếp giáp với bộ lắp ống của ống nối chuyển tiếp ống. Ví dụ, đầu thứ nhất của ống truyền nhiệt có thể được luồn vào ống nối chuyển tiếp ống để tiếp giáp với bộ lắp ống, trượt vào trong ống nối cho đến khi nó tiếp giáp sát với bộ lắp ống, được lắp vào trong ống nối để lại một khe hở giữa bộ lắp ống và đầu có phần lõm để thích ứng với sự giãn nở nhiệt nhẹ, hoặc được hàn tại chỗ để tiếp giáp với bộ lắp ống. Theo các phương án thực hiện, bước 1407 còn bao gồm việc cố định đầu thứ nhất của ống nối chuyển tiếp ống với ống truyền nhiệt bằng cách sử dụng mối hàn góc quanh chu vi của đầu thứ nhất và chu vi của ống truyền nhiệt. Theo ít nhất một phương án thực hiện, bước 1407 bao gồm việc cố định đầu của ống truyền nhiệt với đầu thứ nhất của ống nối chuyển tiếp ống bằng cách sử dụng nhiều mối hàn mẫu được đặt trên hoặc trong nhiều lỗ khe được hình thành trong ống nối chuyển tiếp ống.

Ở bước 1409, đầu thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống khớp với phần ống chính. Ví dụ, một đầu có mặt bích của ống nối chuyển tiếp ống được cố định vào phần ống chính bằng mối hàn góc. Theo một ví dụ khác, đầu thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống có thể được vát mép hoặc vát, được cố định trong lỗ của phần ống chính, lỗ này có thể được hoặc không được vát tương tự với đầu được vát của ống nối chuyển tiếp ống. Một hoặc nhiều miếng đệm hoặc vòng chữ O cũng có thể được sử dụng để lắp đầu thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống với phần ống chính.

Tham khảo các Fig.15A-15E, là hình minh họa một ống chính với các ống chuyển tiếp. Fig.15A và 15B minh họa rõ nhất ống chính 1503 có nhiều ống chuyển tiếp 1501 được

kết nối với ống chính 1503. Các ống chuyển tiếp 1501 bao gồm ống chuyển tiếp thẳng 1505 và ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1507. Tốt hơn là, điểm kết nối giữa ống chính 1503 và nhiều ống chuyển tiếp 1501 được cố định bằng cách hàn. Fig.15A là hình minh họa một hàng ống chuyển tiếp thẳng 1505 và một hàng ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1507 thứ hai, nên hiểu rõ rằng cấu hình của các ống chuyển tiếp thẳng và có độ nghiêng 1505, 1507 này có thể khác nhau, phụ thuộc vào độ khớp và các vị trí mong muốn của sáng chế. Mặc dù các đầu của ống chuyển tiếp 1505, 1507 không có phần lõm, giống như theo các phương án thực hiện khác, nên hiểu rằng các đầu không cần phải phẳng hoàn toàn. Ví dụ, các đầu của ống chuyển tiếp 1505, 1507 có thể nghiêng, sao cho nhiều ống chuyển tiếp có thể được đặt đồng thời trong ống chính 1503. Fig.15C minh họa rõ nhất phần nối liền kề của ống chuyển tiếp thẳng 1505 và ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1507 với ống chính 1503. Fig.15D minh họa phần nối của ống chuyển tiếp thẳng 1505. Cần hiểu rõ rằng kích thước của phần nối này có thể khác nhau và bất kỳ kích thước nào của ống có thể kéo dài từ phần kết nối, như được minh họa trên Fig.15A-15C. Fig.15E là hình minh họa phần kết nối của ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1507. Cần hiểu rằng kích thước của phần kết nối này có thể khác nhau và bất kỳ kích thước nào của ống cũng có thể mở rộng từ phần kết nối, như được thể hiện trên Fig.15A-15C.

Cấu hình ống chính và ống chuyển tiếp của Fig.15A-15E đặc biệt phù hợp với ứng dụng mà toàn bộ phần ống chính được sửa chữa và/hoặc thay thế, hoặc khi toàn bộ phần ống chính được sản xuất ban đầu. Các đầu ống 1506 được hàn vào các ống hiện có trong máy tạo hơi nước, tốt nhất là sử dụng ống bọc 2001 (tham khảo Fig.20A-20C). Để hỗ trợ căn chỉnh và kết nối các đầu ống 1506 với các ống hiện có trong máy tạo hơi nước, cắt một số hoặc tất cả các đầu ống theo một góc để cho phép các đầu ống khớp với ống hiện có trước khi lắp nhóm đầu ống lần cuối vào các ống hiện có.

Tham khảo các Fig.16A-16D, một ống chính đầu vào với các ống chuyển tiếp. Fig.16A và 16B minh họa rõ nhất ống chính vào 1603 có nhiều ống chuyển tiếp 1601 được kết nối với ống chính vào 1603. Nhiều ống chuyển tiếp 1601 có thể là bất kỳ số lượng ống chuyển tiếp 1605 riêng lẻ nào. Fig.16D là hình minh họa một phương án thực hiện mẫu của ống chuyển tiếp 1605. Các phương án thực hiện thay thế có thể được sử dụng, phụ thuộc vào độ khớp mong muốn và chức năng của ống chuyển tiếp 1605. Kết nối giữa ống chính đầu vào và ống chuyển tiếp 1605 tốt nhất là được cố định bằng cách hàn. Ống chính

đầu vào 1603 cũng có thể có các phần đính kèm khác, chẳng hạn như giá đỡ 1607 hoặc ống bổ sung 1609, mặc dù các bộ phận này không bắt buộc. Fig.16C là hình chiếu bên minh họa một phương án thực hiện với giá đỡ 1607 được gắn vào ống chính đầu vào 1603 và ống chuyển tiếp 1605 được kết nối ở phía đối diện của ống chính đầu vào 1603. Cần chú ý rằng có thể có các cấu hình khác của giá đỡ 1607 và ống chuyển tiếp 1605, chẳng hạn rằng các phần tử không nhất thiết phải luôn ở hai phía đối diện của ống chính đầu vào 1603.

Tham khảo các Fig.17A-17D, là hình minh họa ống chuyển tiếp. Ống chuyển tiếp 1701 bao gồm phần lắp ống chính 1702, vùng hàn 1705, phần giữa 1707 và phần lắp ống 1709. Tốt hơn là, phần lắp ống chính 1702 có chiều cao  $h$ , trong đó  $h$  không lớn hơn độ dày của thành ống chính. Với  $h$  không dài hơn độ dày của thành ống chính, ống chuyển tiếp không cản trở dòng chảy trong ống chính. Vùng hàn 1705 được cấu hình để khớp với mặt vát ngược ở bên ngoài ống chính, sao cho mỗi hàn có thể được sử dụng để kết nối ống chuyển tiếp 1701 với ống chính. Phần giữa 1707 có các thành 1711 dày hơn, được thiết kế để truyền nhiệt tốt hơn qua ống chuyển tiếp. Bằng cách cấu hình các thành 1711 dày hơn ống tiêu chuẩn, ống chuyển tiếp bền hơn và ít bị nứt hơn. Phần lắp ống 1709 được thiết kế để lắp ống vào. Một số thao tác trên bề mặt hoặc cạnh có thể cần thiết để ống khớp đúng và được kết nối với phần lắp ống 1709. Fig.17C là hình minh họa rõ nhất hình chiếu bên của ống chuyển tiếp 1701, với cấu hình hình tròn. Mặc dù cấu hình tròn này được ưu tiên cho đầu chuyển tiếp 1703, nên chú ý rằng các cấu hình khác có thể được sử dụng để khớp hơn với điểm kết nối mong muốn. Bằng cách sử dụng cấu hình này, các mối hàn là mối hàn góc, không phải là mối hàn giáp mép hở, đòi hỏi phải làm sạch và các bước sử dụng lao động khác.

Tham khảo các Fig.18A-18D, là hình minh họa ống chuyển tiếp. Ống chuyển tiếp 1801 tương tự với phương án thực hiện được thể hiện trên Fig.17A-17C, nhưng ống chuyển tiếp 1801 có kích thước khác với ống chuyển tiếp 1701. Ống chuyển tiếp 1801 bao gồm phần lắp ống chính 1802, vùng mối hàn 1805, phần giữa 1807 và phần lắp ống 1809. Tốt hơn là phần lắp ống chính 1802 có chiều cao  $h$ , trong đó  $h$  không lớn hơn chiều rộng của thành ống chính. Với  $h$  không dài hơn các chiều rộng thành ống chính, ống chuyển tiếp không cản trở dòng chảy trong ống chính. Vùng hàn 1805 được cấu hình để khớp với mặt vát ngược ở bên ngoài ống chính, sao cho có thể sử dụng mối hàn để kết nối ống chuyển

tiếp 1801 với ống chính. Phần giữa 1807 có các thành 1811 dày hơn, được thiết kế để truyền nhiệt tốt hơn qua ống chuyển tiếp. Bằng cách cấu hình các thành 1811 dày hơn ống tiêu chuẩn, ống chuyển tiếp bền hơn và ít bị nứt hơn. Phần lắp ống 1809 được thiết kế để lắp ống vào. Một số thao tác trên bề mặt hoặc cạnh có thể cần thiết để ống khớp đúng cách và được kết nối với phần lắp ống 1809. Fig.18C minh họa rõ nhất hình chiếu cạnh của ống chuyển tiếp 1801, với cấu hình hình tròn. Mặc dù cấu hình tròn này được ưu tiên cho đầu chuyển tiếp 1803, nhưng cần chú ý rằng các cấu hình khác có thể được sử dụng để khớp hơn với điểm kết nối mong muốn.

Tham khảo các Fig.19A-19C, là các hình minh họa ống chuyển tiếp có độ nghiêng. Ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1901 tốt nhất là được hình thành bằng cách uốn cong ống chuyển tiếp thẳng. Cần hiểu rằng góc của ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1901 có thể khác nhau phụ thuộc vào độ khít mong muốn của ống chuyển tiếp. Ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1901 bao gồm phần lắp ống chính 1905, vùng hàn 1907, phần hình củ 1909, phần ống dài 1913 và đầu nối 1911. Tốt hơn là phần lắp ống chính 1905 có chiều cao  $h$ , trong đó  $h$  không lớn hơn chiều rộng của các thành ống chính. Nhờ có  $h$  không dài hơn chiều rộng của các thành ống chính, ống chuyển tiếp không cản trở dòng chảy trong ống chính. Vùng hàn 1907 được cấu hình để khớp với mặt vát ngược ở bên ngoài ống chính, sao cho mỗi hàn có thể được sử dụng để kết nối ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1901 với ống chính. Phần hình củ 1909 được cấu hình với các thành dày hơn, được thiết kế để hỗ trợ truyền nhiệt từ ống chính với ống được kết nối. Cần chú ý rằng vùng hình củ hành 1909 có thể có nhiều kích cỡ và hình dạng khác nhau để đạt được hiệu quả truyền nhiệt mong muốn. Phần ống dài 1913 tốt nhất là được uốn cong ở một góc đã chọn. Đầu nối 1911 tốt nhất là được nối với ống bằng ống bọc được hàn trên cả đầu nối 1911 và ống. Một số thao tác bề mặt và cạnh có thể cần thiết để đạt được kết nối mong muốn. Cần chú ý rằng có thể sử dụng các phương pháp khác để kết nối đầu nối 1911 với ống, ngay cả khi không được ưu tiên.

Tham khảo các Fig.20A-20C, là các hình minh họa ống bọc cho các kết nối ống. Ống bọc 2001 được cấu hình để vừa với hai phần của một ống, sau đó nó có thể được hàn đúng chỗ. Ví dụ, một ống ở phía sau của nhiều ống có thể cần được tiếp cận để sửa chữa, dẫn đến nhiều ống bị cắt để tiếp cận. Sau đó, ống bọc 2001 được đặt trên một ống đã được cắt, và một ống ghép sau đó được đặt vào đầu kia của ống bọc 2001. Sau đó, ống bọc có thể được hàn vào hai phần ống riêng biệt. Bằng cách sử dụng ống bọc 2001, việc sử dụng

các mối hàn giáp mép hở không còn cần thiết, vì vậy quá trình hàn trở nên tiết kiệm thời gian và tiết kiệm chi phí hơn. Fig.20B là hình minh họa rõ nhất hình chiếu cạnh của ống bọc 2001, chỉ ra rằng hình dạng ưu tiên của đầu bọc 2003 là hình tròn. Tuy nhiên, có thể sử dụng các cấu hình đầu bọc khác nhau theo yêu cầu. Ống bọc 2001 cũng có thể được sử dụng để kết nối ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1901 với một ống. Tốt hơn là, ống bọc 2001 được cấu hình để khớp với đầu nối 1911.

Tham khảo Fig.21A và 21B, là hình minh họa ống chuyển tiếp có độ nghiêng được kết nối với ống và ống chính. Phần lắp ống chính 1905 được lắp vào ống chính 2101 và được hàn vào vị trí xung quanh phần lắp ống chính tại các điểm hàn 2103, minh họa rõ nhất trong Fig.21B. Fig.21A là hình minh họa mặt vát ngược 2102, nơi có thể thực hiện các điểm hàn 2103. Một lần nữa, vùng hình củ hành 1909 giúp truyền nhiệt từ ống chính 2101 sang ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1901, và còn truyền vào ống 2105. Sự truyền nhiệt được hỗ trợ làm tăng độ bền của hệ thống. Ống chuyển tiếp có độ nghiêng 1901 được kết nối với ống 2105 bằng cách đặt ống bọc 2001 bọc các đầu của mỗi ống và sau đó hàn các mảnh quanh ống bọc 2001 tại các điểm hàn của ống bọc 2107.

Tham khảo các Fig.22A-22B và 23A-23B, là các hình minh họa một ống chính với các ống chuyển tiếp. Fig.22A và 22B là hình minh họa ống chuyển tiếp ngắn 1801, và Fig.23A và 23B minh họa ống chuyển tiếp dài hơn 1701. Ống chuyển tiếp 1701 và 1801 được lắp vào ống chính 2201, trong đó ống chuyển tiếp 1701 và 1801 sau đó được hàn trên mặt vát ngược 2203, để tạo ra điểm hàn 2205. Cần chú ý rằng cấu hình của loại ống chuyển tiếp nào và vị trí lắp vào ống chính có thể khác nhau, phụ thuộc vào ứng dụng mong muốn.

Tham khảo các Fig.24A-24C, là các hình minh họa một ống có nút. Fig.24A và 24B là hình minh họa rõ nhất cách sử dụng khác của kỹ thuật hàn của sáng chế. Nút 2401 được cấu hình để lắp vào ống 2402, hoạt động như một nắp cho ống 2402. Nút 2401 bao gồm phần lắp ống 2403 được thiết kế để vừa với phần bên trong của ống 2402. Phần đầu của ống 2402 và đầu lắp của nút 2401 tốt nhất là có các phần vát, sao cho có diện tích mối hàn 2405 khi hai phần được nối. Tốt hơn là, khi đó mối hàn góc 2407 có thể được sử dụng để cố định kết nối giữa nút 2401 và ống 2402. Mặc dù phương án thực hiện ưu tiên được thiết kế để sử dụng mối hàn góc để tránh sử dụng mối hàn giáp mép, nên chú ý rằng các mối hàn khác có thể được sử dụng để thiết lập kết nối an toàn giữa nút 2401 và ống 2402. Fig.24C là hình minh họa rõ nhất nút 2401 khi không được kết nối với bất kỳ ống nào.

Các Fig.24A-24C minh họa các kích thước của nút và ống, nên chú ý rằng các kích thước khác có thể được sử dụng trong khi vẫn duy trì chức năng tương tự của sáng chế. Cấu hình độc đáo của nút 2401 có thể được sử dụng để đẩy các loại ống khác nhau. Ví dụ, nút 2401 có thể đặc biệt phù hợp để đẩy mặt bích cổ dài có một phần bị cắt.

Một lần nữa, bằng cách sử dụng cấu hình này, các mối hàn là mối hàn góc, không phải là mối hàn giáp mép hở, đòi hỏi phải làm sạch và các bước sử dụng nhiều lao động khác. Lưu ý rằng các ống nối chuyển tiếp ống được bộc lộ ở đây là các ống nối cho phép hàn được thực hiện mà không cần khí tẩy bên trong ống. Những ống nối “không tẩy” độc đáo này giúp tiết kiệm đáng kể về thời gian, chi phí và lao động. Các ống nối chuyển tiếp ống của sáng chế thực sự thay đổi quy trình tiêu chuẩn trong việc lắp đặt/hàn.

Các ưu điểm của sáng chế được mô tả rõ ràng ở trên. Nhưng sáng chế không giới hạn ở các phương án thực hiện đã nêu, các phương án thực hiện chỉ mang tính minh họa mà không giới hạn phạm vi của sáng chế và có thể thực hiện nhiều biến thể khác mà vẫn thuộc phạm vi bảo hộ của sáng chế.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp nối, sửa chữa, thay thế ống nối hơi của nồi hơi, nồi hơi có phần ống chính, phần ống chính có thành ống chính, bao gồm:

lắp ống nối chuyển tiếp ống, bao gồm:

đầu thứ nhất và đầu thứ hai đối diện với đầu thứ nhất;

đầu liền kề với đầu thứ hai, đầu có độ dày thành không đổi;

phần thân;

một vùng hàn vát liền kề với đầu, vùng đầu vát được cấu hình sao cho ống nối chuyển tiếp ống có thể được hàn trực tiếp vào phần ống chính bằng mối hàn bên ngoài;

độ dày thành thứ nhất; và

độ dày thành thứ hai;

trong đó một phần chuyển tiếp giữa độ dày thành thứ nhất và độ dày thành thứ hai xác định một vùng chuyển tiếp nhiệt;

trong đó bộ lắp ống được tạo thành trên bề mặt nối với phần thân, bề mặt tiếp giáp với một phần chuyển tiếp của độ dày thành thứ nhất đến độ dày thành thứ hai;

lắp ống nối hơi với đầu thứ nhất của ống nối chuyển tiếp ống liền kề với bộ lắp ống;

cố định ống nối hơi vào ống nối chuyển tiếp ống bằng mối hàn bên ngoài không yêu cầu phải xuyên mối hàn hoàn toàn, sao cho mối hàn không tiếp xúc với đường kính bên trong của ống nối hơi; và

cố định đầu thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống vào phần ống chính;

trong đó ống nối chuyển tiếp ống tương thích đáng kể với ống nối hơi, sao cho dòng chảy đồng đều khi chuyển tiếp giữa ống nối hơi và ống nối chuyển tiếp ống;

trong đó đầu được đặt bên trong thành ống chính sau khi hàn, sao cho đầu không kéo dài vào đường dẫn dòng chảy của ống chính; và

trong đó ống nối chuyển tiếp ống được cố định vào phần ống chính và ống nối hơi thông qua quy trình không tẩy.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi hàn bên ngoài để cố định ống nối hơi trong ống nối chuyển tiếp ống là mỗi hàn góc.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phần ống chính có một vùng vát ngược, sao cho vùng hàn vát liền kề với đầu gấp vùng vát ngược tạo thành ống hàn khi lắp ráp.

4. Phương pháp theo điểm 3, còn bao gồm việc cố định ống nối chuyển tiếp ống vào phần ống chính sử dụng một mối hàn góc đơn trong ống hàn.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc cố định đầu thứ hai của ống nối chuyển tiếp ống vào phần đầu ống chính bao gồm:

sử dụng mối hàn góc đơn.

6. Ống nối chuyển tiếp ống cho nối hơi, bao gồm:

phần thân có đầu thứ nhất và đầu thứ hai, đầu thứ hai đối diện với đầu thứ nhất;

đầu liền kề với đầu thứ nhất, đầu có độ dày thành không đổi;

một vùng hàn vát liền kề với đầu, vùng đầu vát được cấu hình sao cho ống nối chuyển tiếp ống có thể được hàn trực tiếp vào ống chính của nối hơi, ống chính có bề mặt vát và thành ống chính;

độ dày thành thứ nhất; và

độ dày thành thứ hai;

trong đó một phần chuyển tiếp giữa độ dày thành thứ nhất và độ dày thành thứ hai xác định một vùng chuyển tiếp nhiệt;

trong đó đầu được đặt bên trong thành ống chính sau khi hàn, sao cho đầu không kéo dài vào đường dẫn dòng chảy của ống chính; và

trong đó vùng hàn vát và bề mặt vát của ống góp được bố trí ở vị trí tương ứng, sao cho một mối hàn ngoài đơn được đặt ở vùng hàn vát và bề mặt vát của ống chính cố định phần nối của ống nối chuyển tiếp ống với ống chính;

trong đó mối hàn ngoài đơn không chạm đến đường kính bên trong của ống nối chuyển tiếp ống, do đó quy trình hàn không yêu cầu tẩy bên trong ống nối chuyển tiếp ống; và

trong đó ống nối chuyển tiếp ống tương thích đáng kể với ống nối hơi, sao cho dòng chảy không bị hạn chế khi chuyển tiếp giữa ống nối hơi và ống nối chuyển tiếp ống.

7. Ống theo điểm 6, ống còn bao gồm thêm một cổ.

8. Ống theo điểm 6, ống còn bao gồm thêm một gờ.

9. Ống theo điểm 6, ống còn bao gồm thêm một vùng chuyển tiếp nhiệt, vùng chuyển tiếp nhiệt có kích thước, kích thước này được xác định dựa trên sự chuyển tiếp mong muốn từ cơ chế truyền nhiệt dẫn nhiệt sang cơ chế truyền nhiệt đối lưu.

10. Ống theo điểm 6, trong đó bộ lắp ống được tạo thành trên bề mặt nối với phần thân, bề mặt tiếp giáp với một phần chuyển tiếp của độ dày thành thứ nhất đến độ dày thành thứ hai.

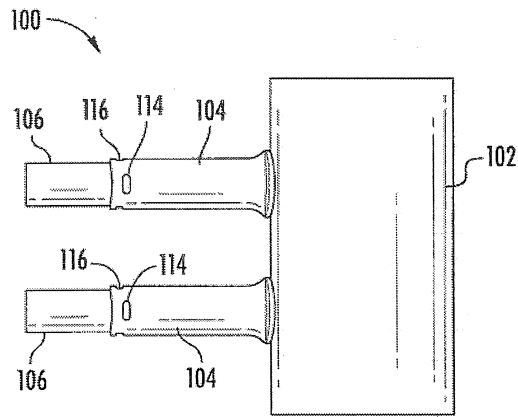


Fig.1A

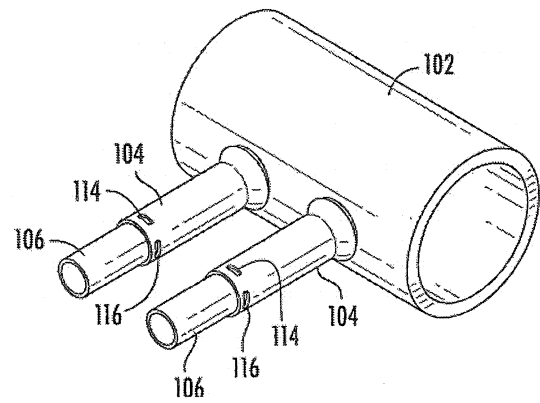


Fig.1B

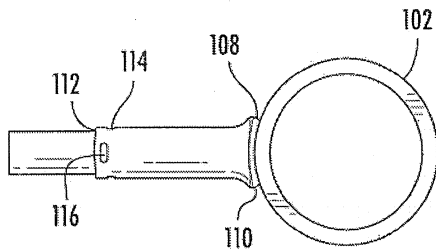


Fig.1C

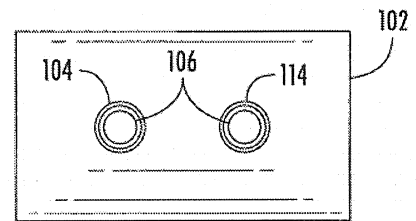
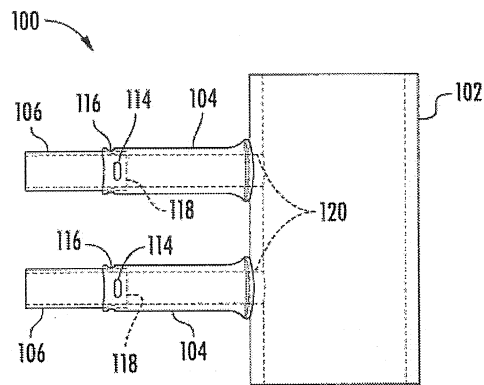
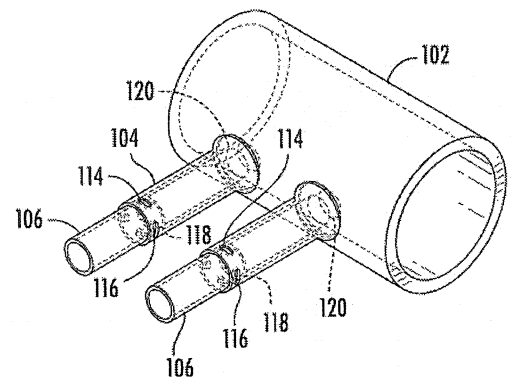


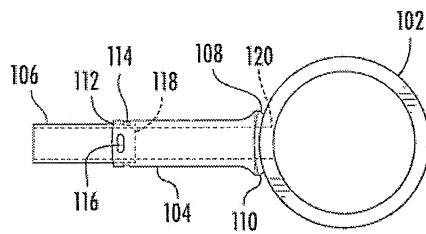
Fig.1D



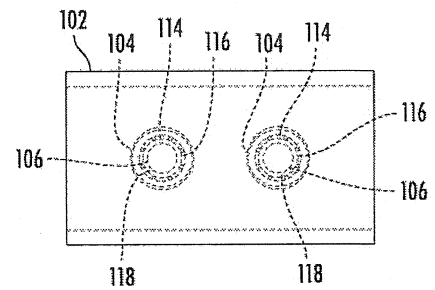
**Fig.2A**



**Fig.2B**



**Fig.2C**



**Fig.2D**

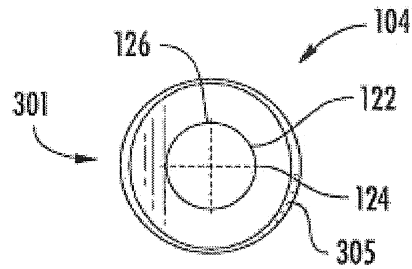


Fig.3A

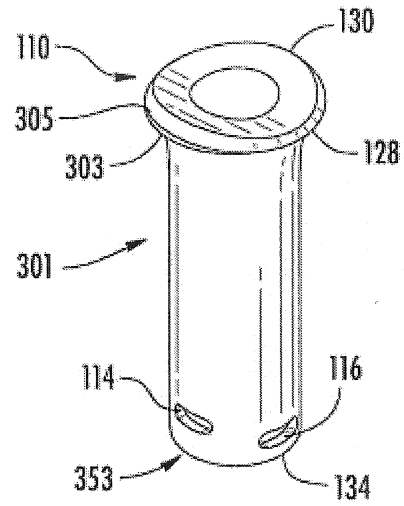


Fig.3B

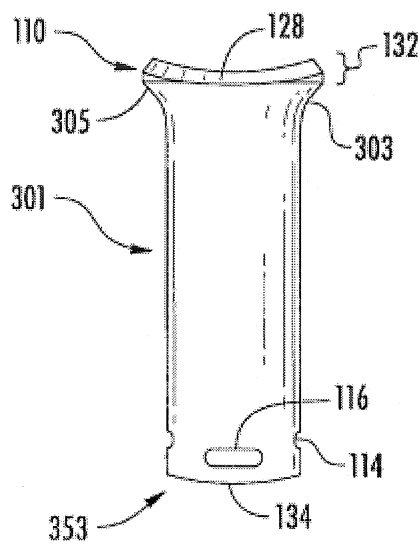


Fig.3C

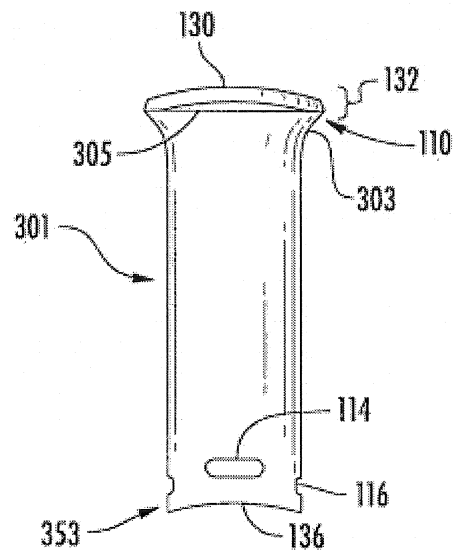


Fig.3D

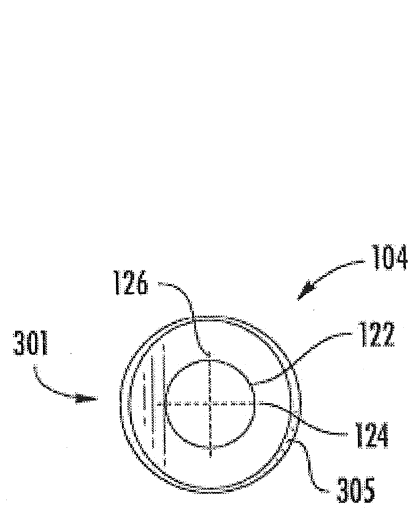


Fig. 4A

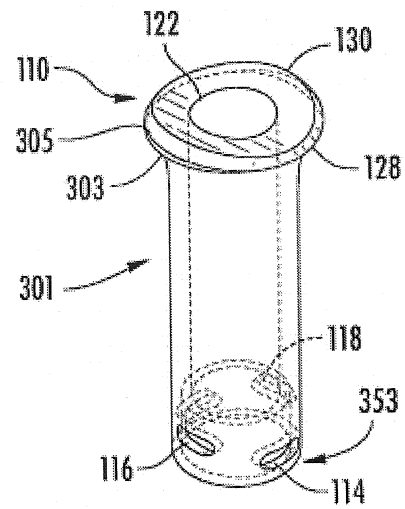


Fig. 4B

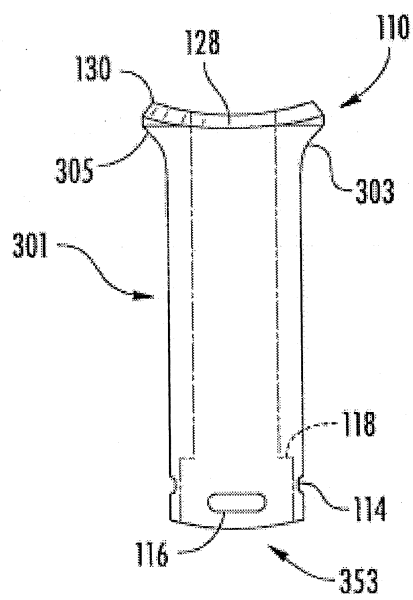


Fig. 4C

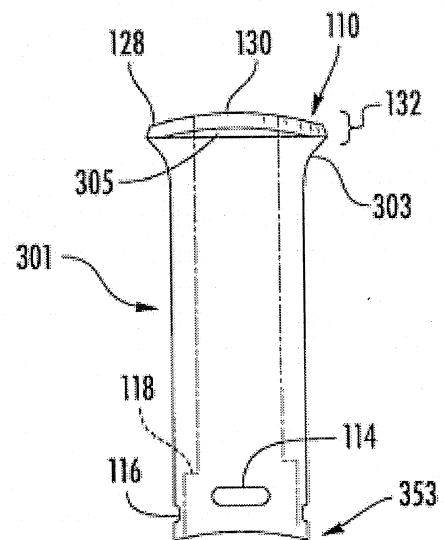
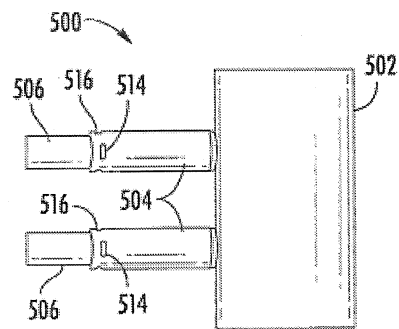
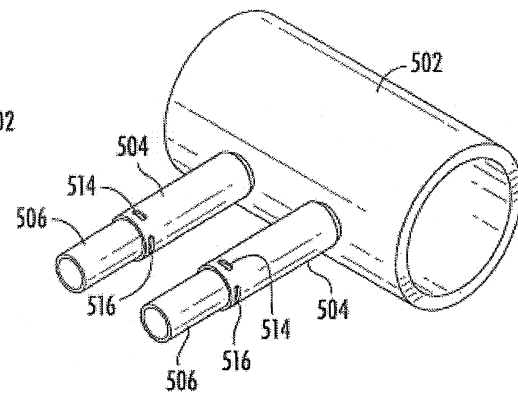
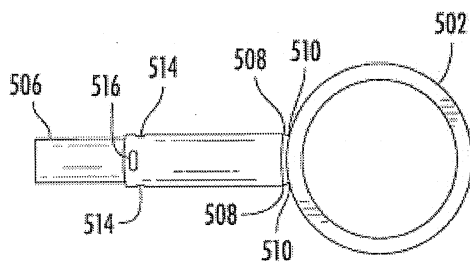
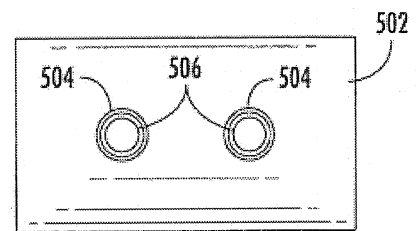


Fig. 4d

**Fig.5A****Fig.5B****Fig.5C****Fig.5D**

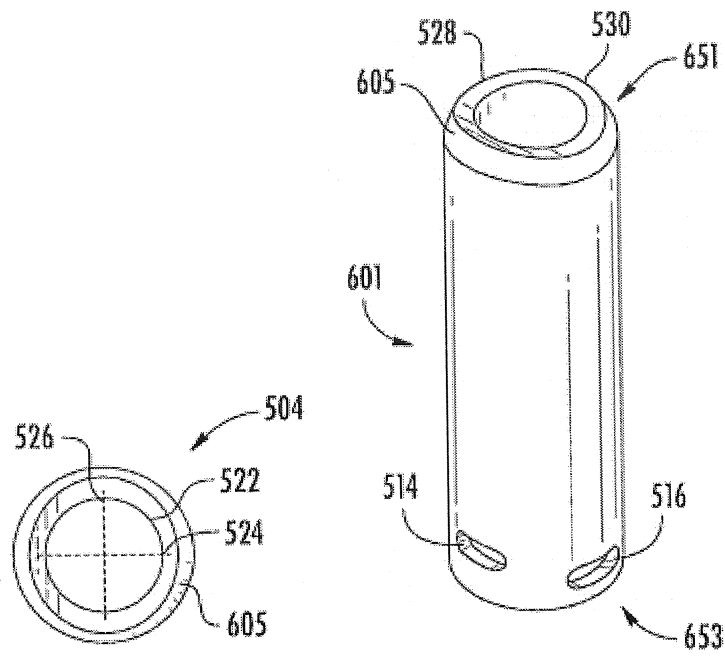


Fig. 6A

Fig. 6B

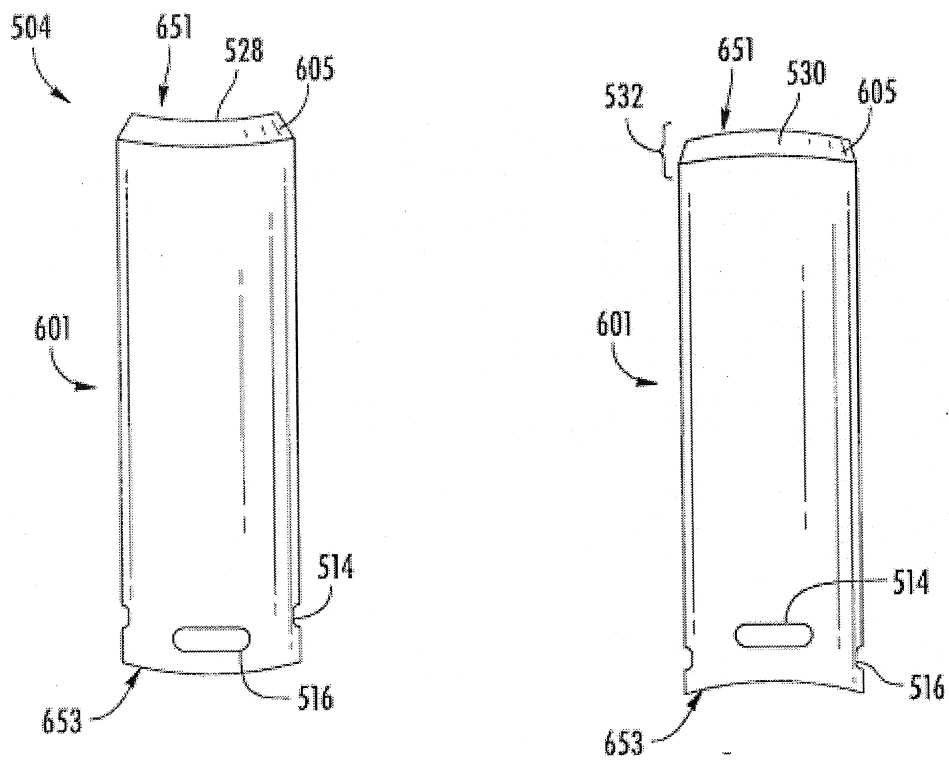


Fig. 6C

Fig. 6D

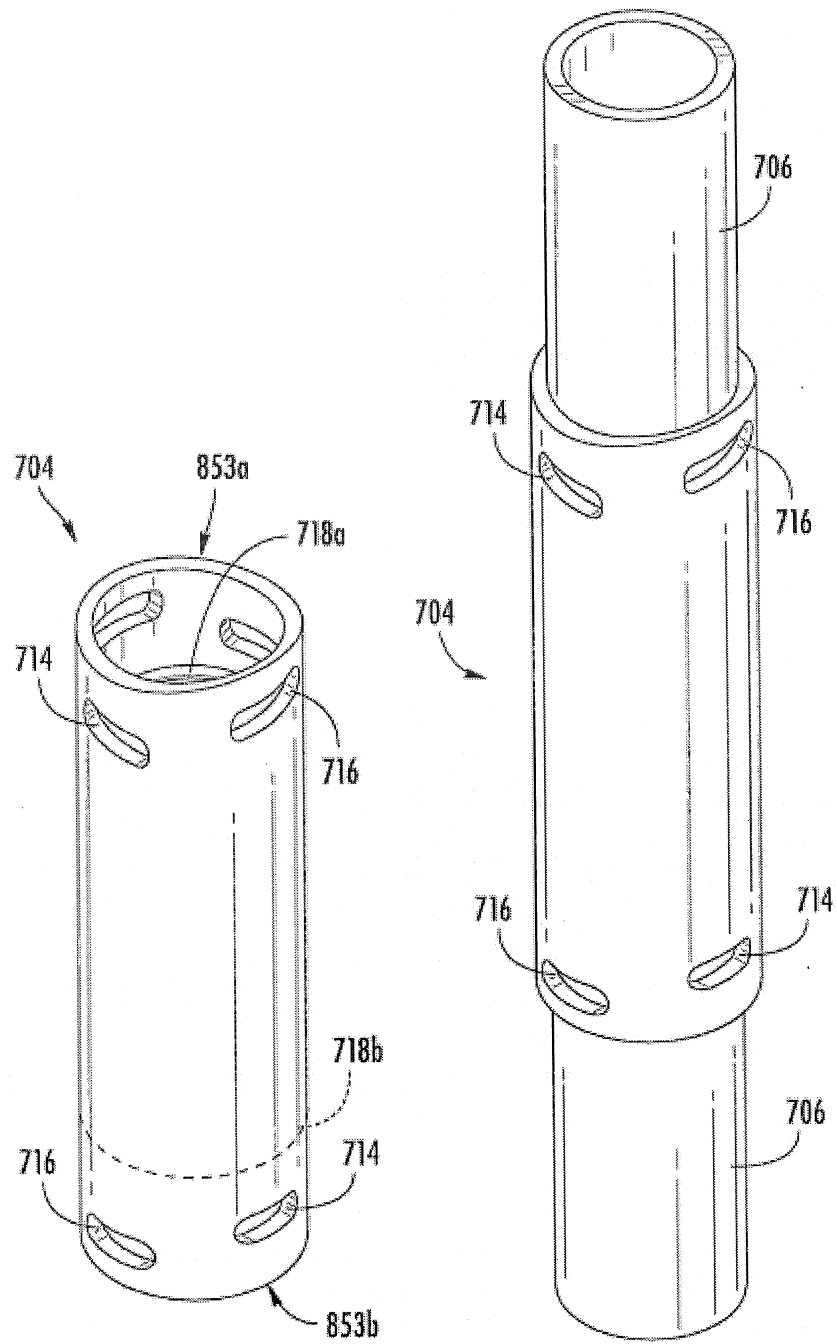


Fig. 7A

Fig. 7B

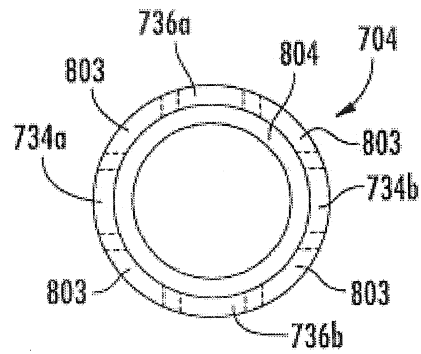


Fig. 8A

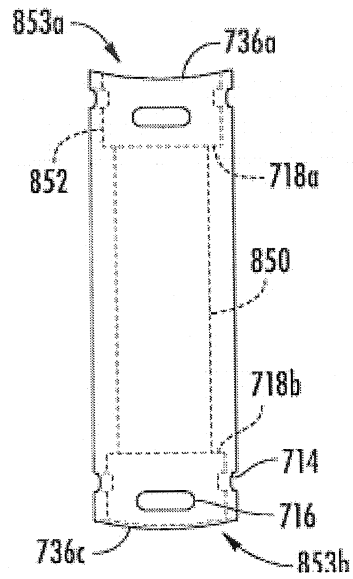


Fig. 8B

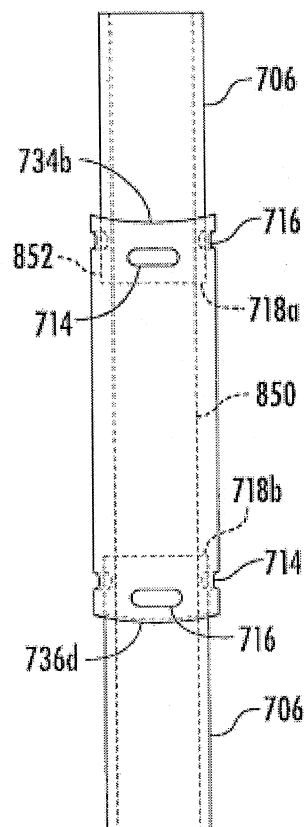


Fig. 8C

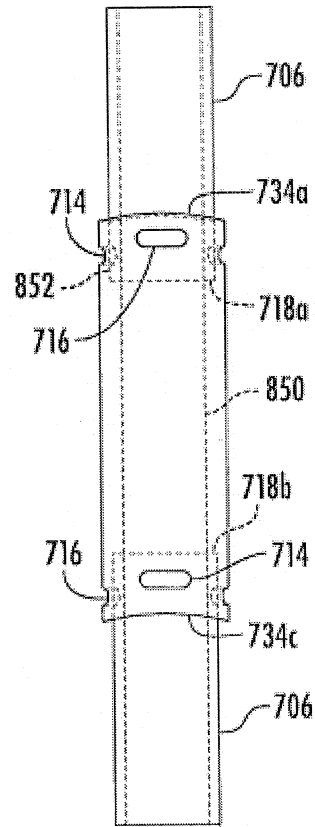


Fig. 8D

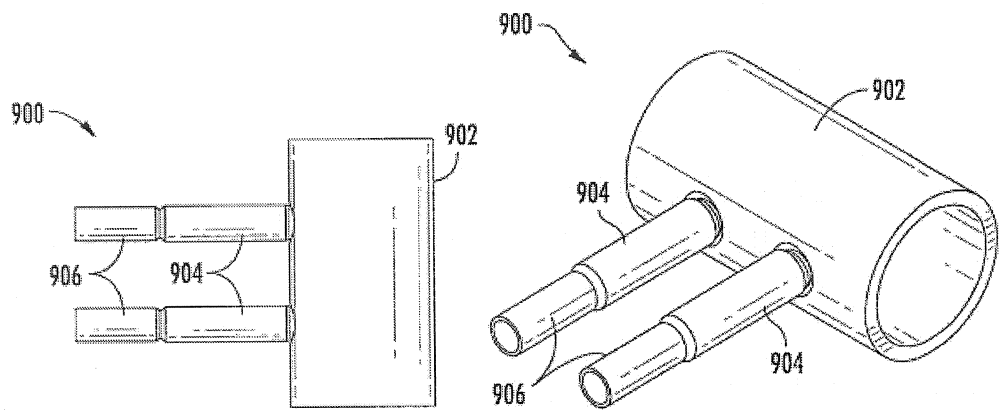


Fig. 9A

Fig. 9B

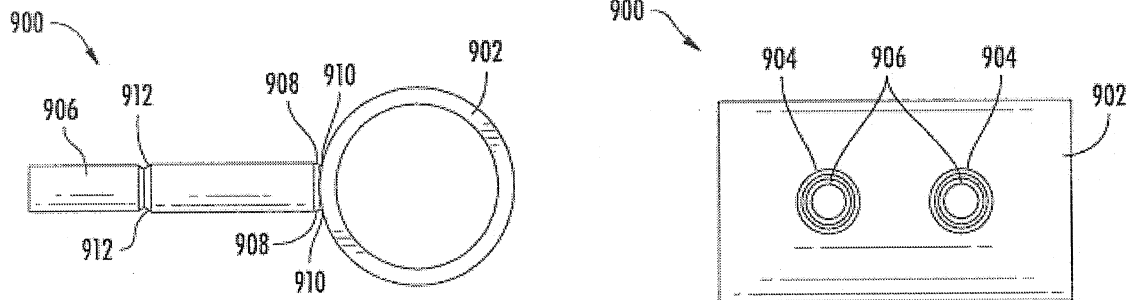


Fig. 9C

Fig. 9D

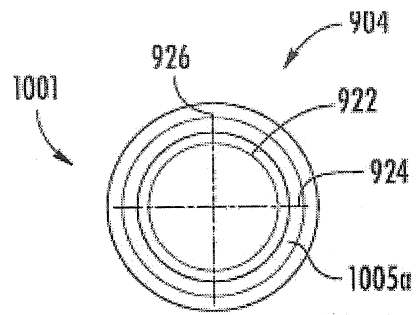


Fig. 10A

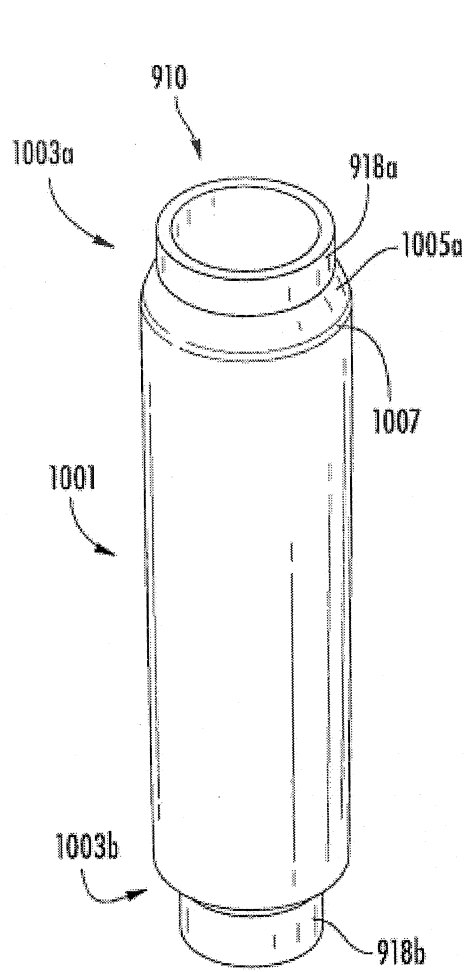


Fig. 10B

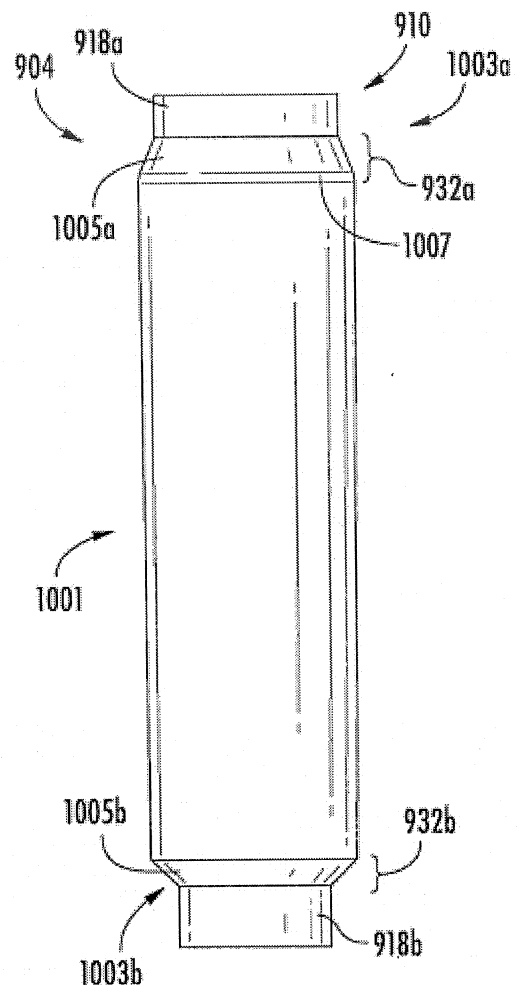
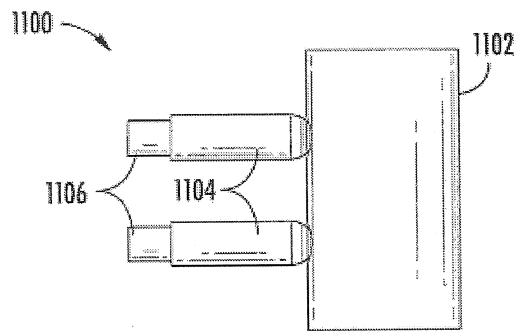
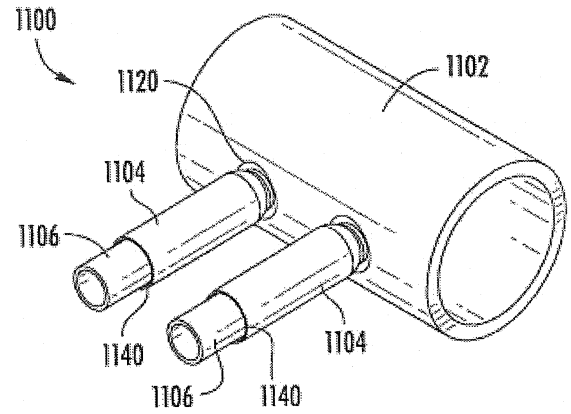
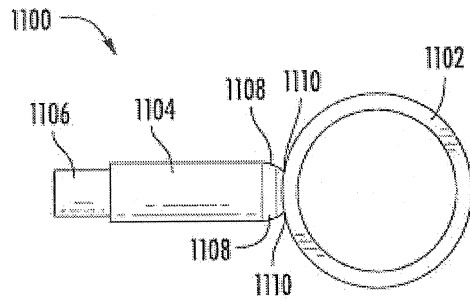
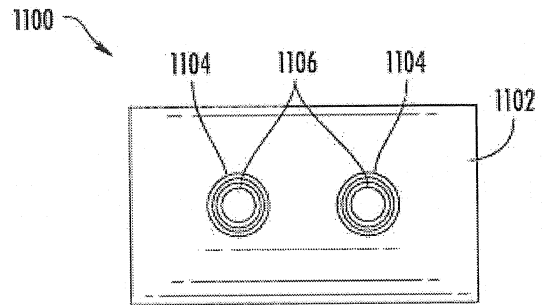


Fig. 10C

**Fig. 11A****Fig. 11B****Fig. 11C****Fig. 11D**

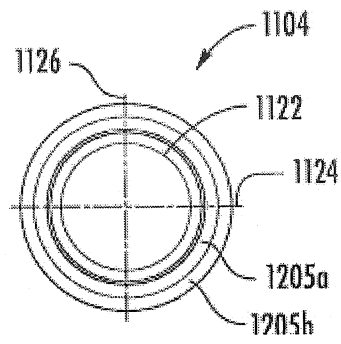


Fig.12A

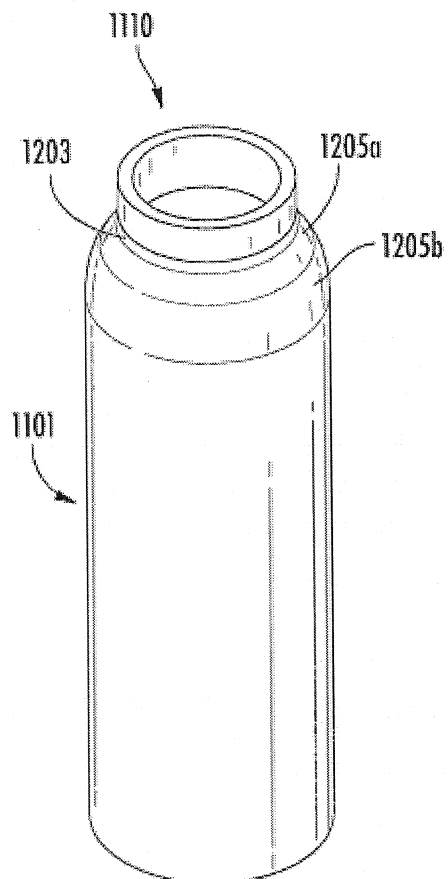


Fig.12B

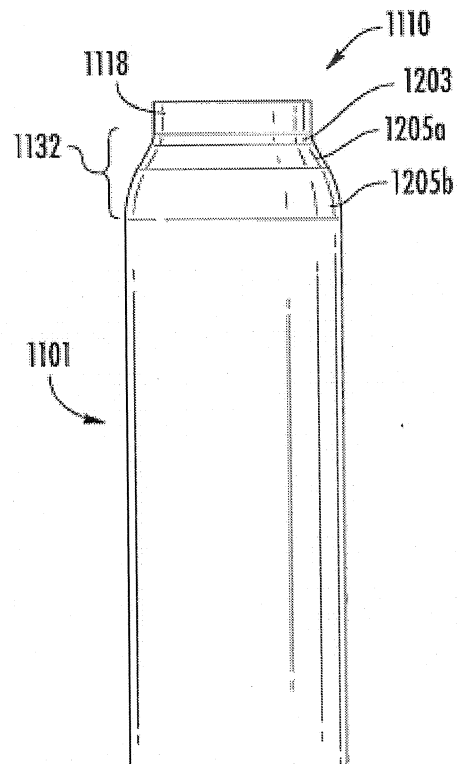
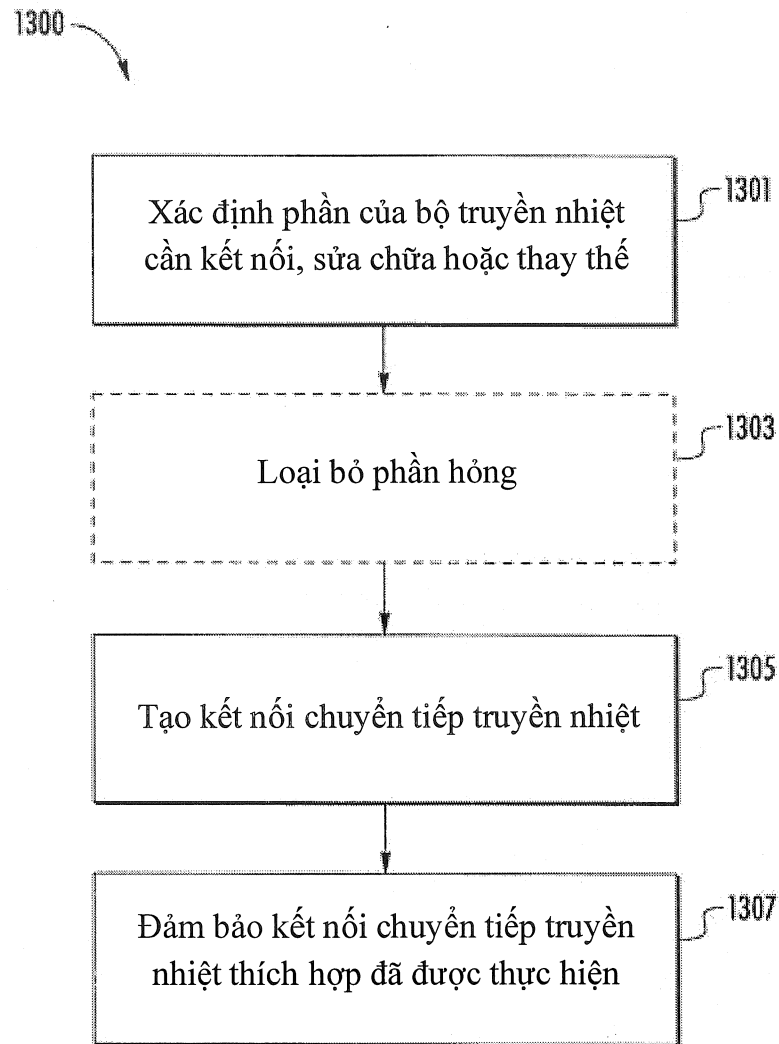


Fig.12C

**Fig.13**

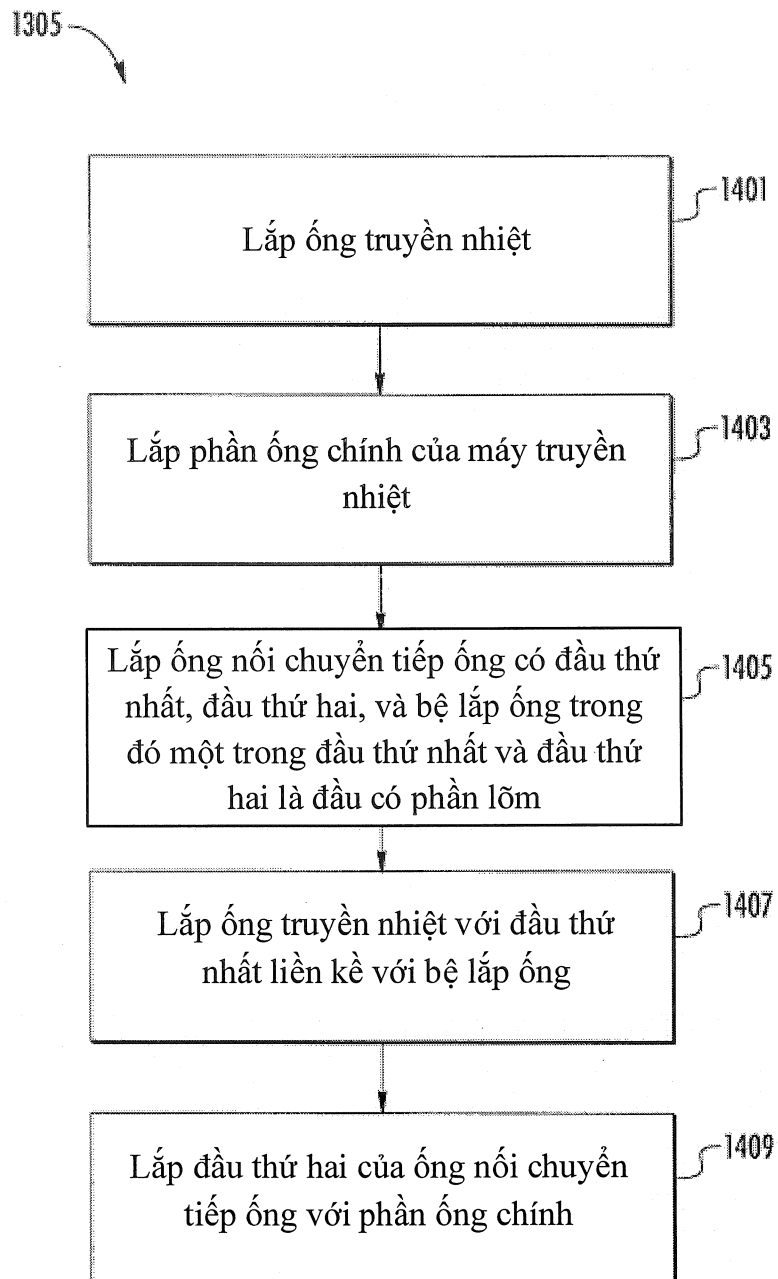
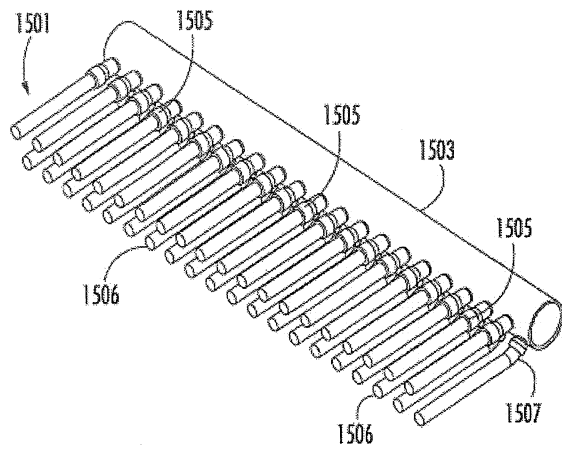
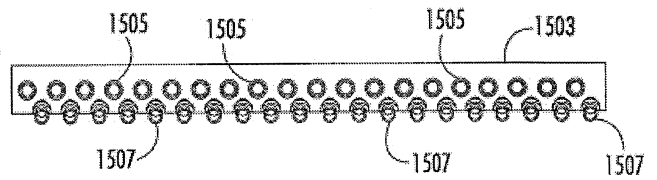
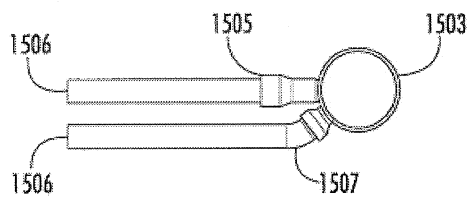
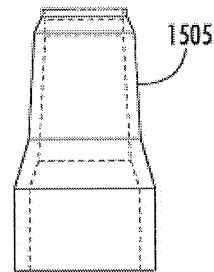
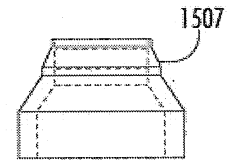


Fig.14

**Fig.15A****Fig.15B****Fig.15C****Fig.15D****Fig.15E**

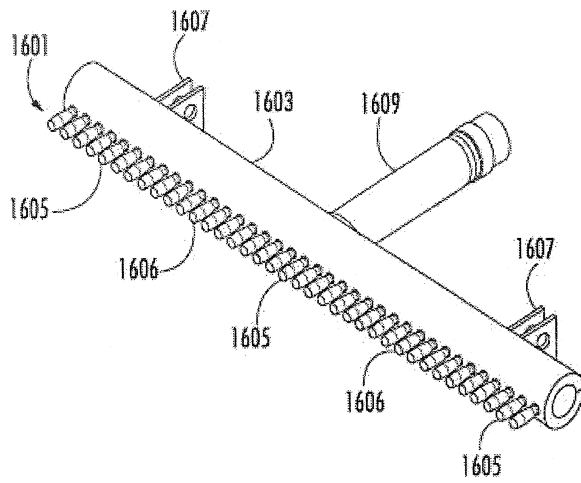


Fig.16A

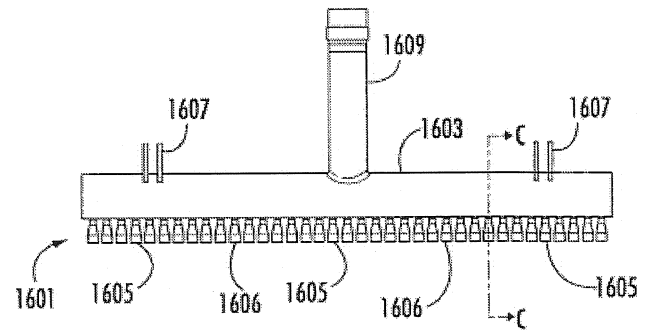


Fig.16B

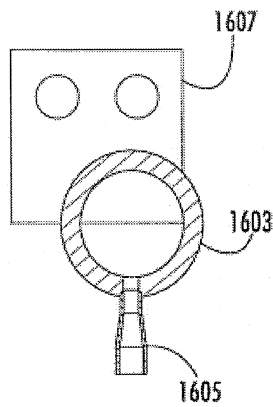


Fig.16C

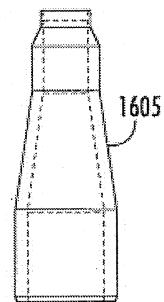
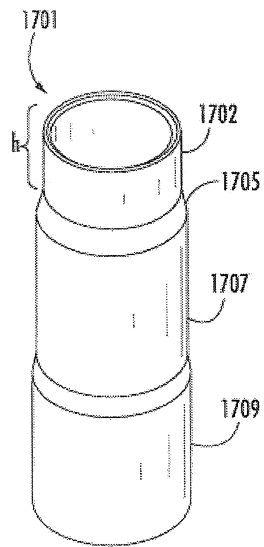
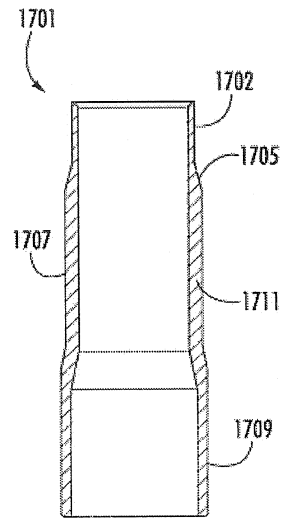
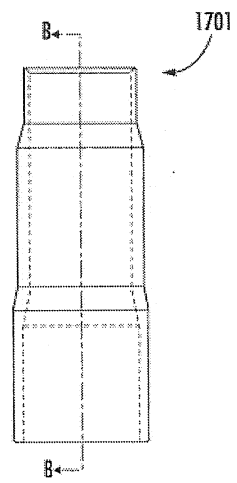
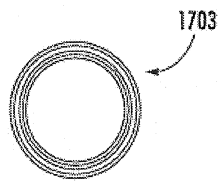
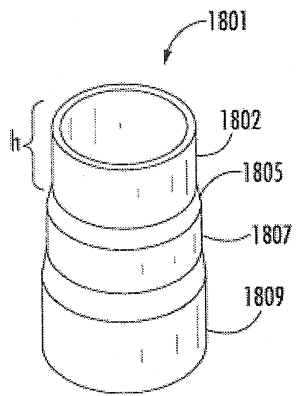
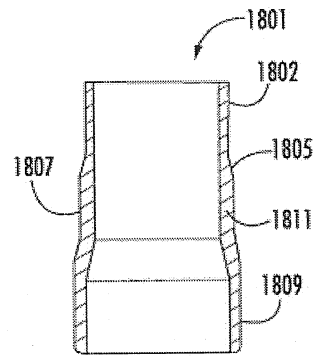
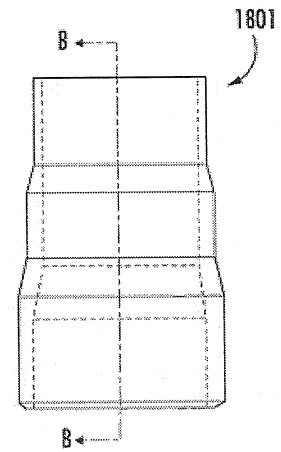
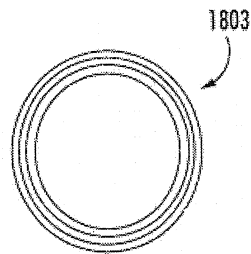
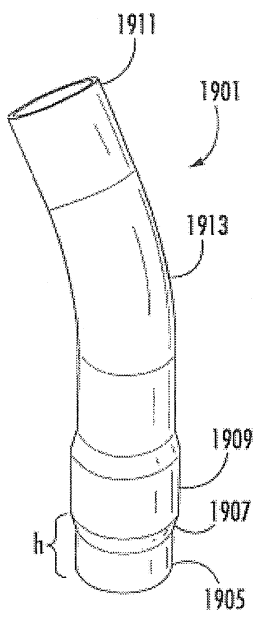
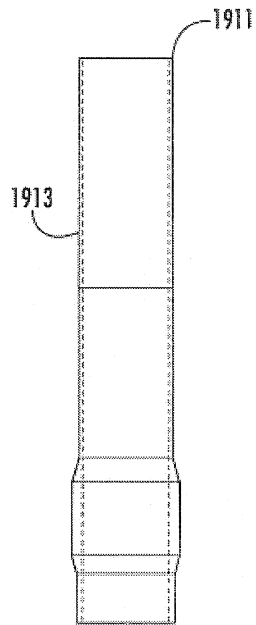
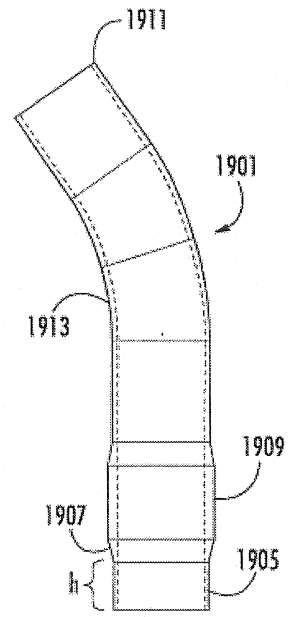
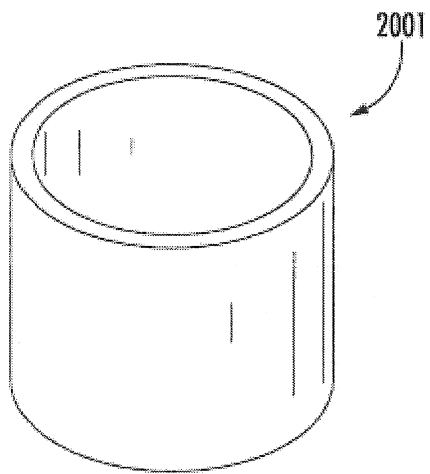
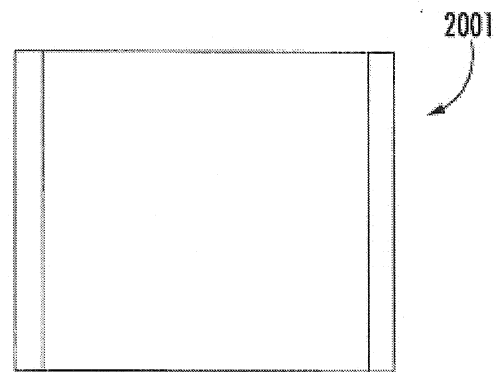
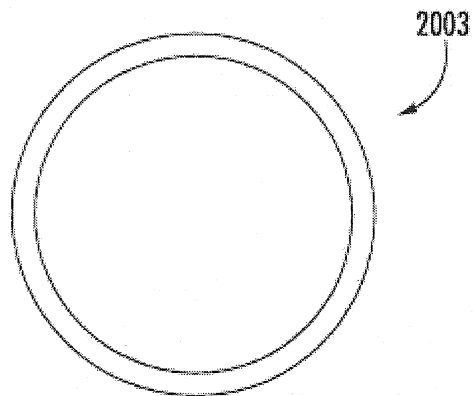


Fig.16D

**Fig.17A****Fig.17B****Fig.17C****Fig.17D**

**Fig.18A****Fig.18B****Fig.18C****Fig.18D**

**Fig.19A****Fig.19B****Fig.19C**

**Fig. 20A****Fig. 20B****Fig. 20C**

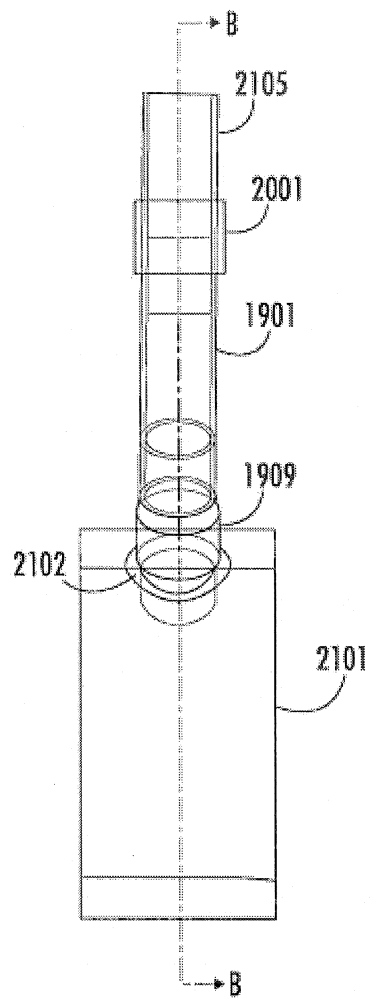


Fig. 21A

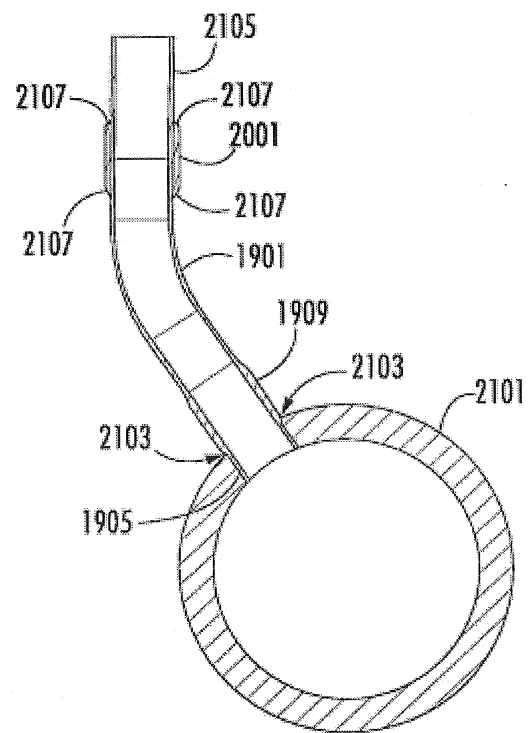


Fig. 21B

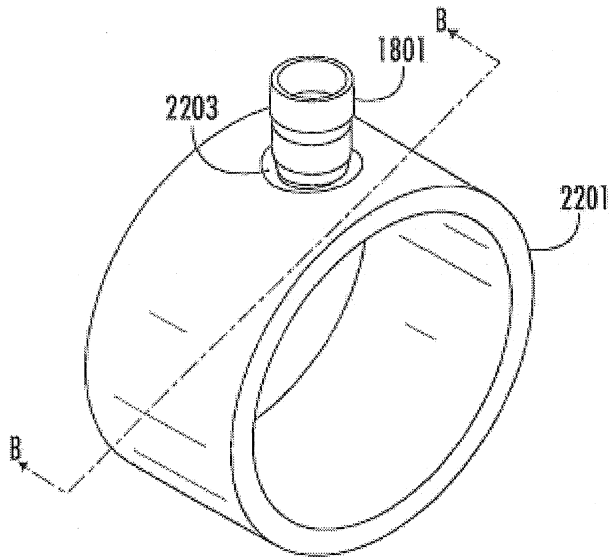


Fig. 22A

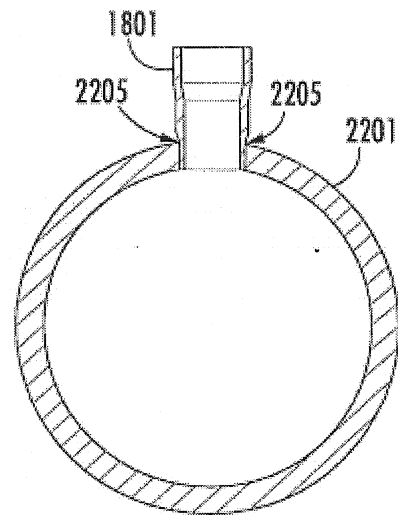


Fig. 22B

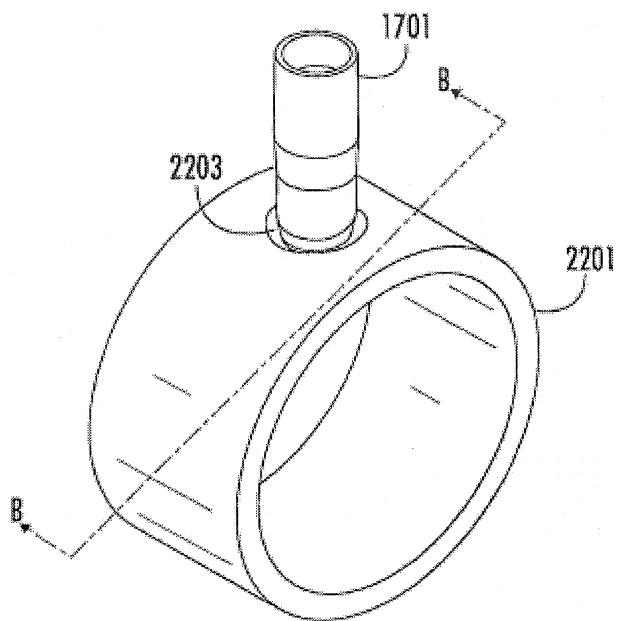


Fig. 23A

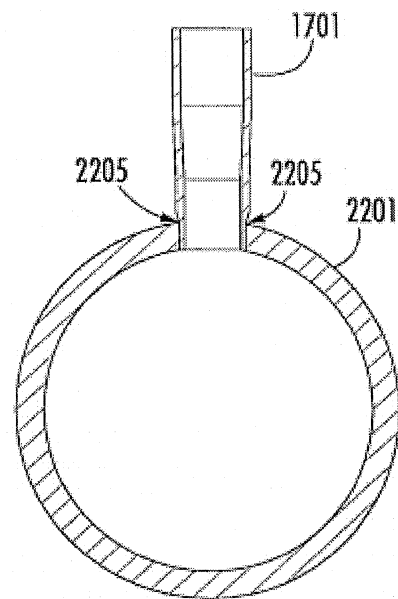


Fig. 23B

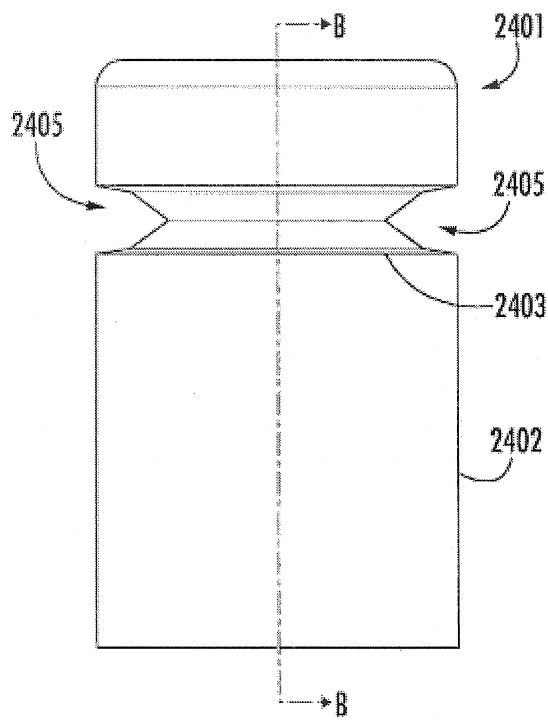


Fig. 24A

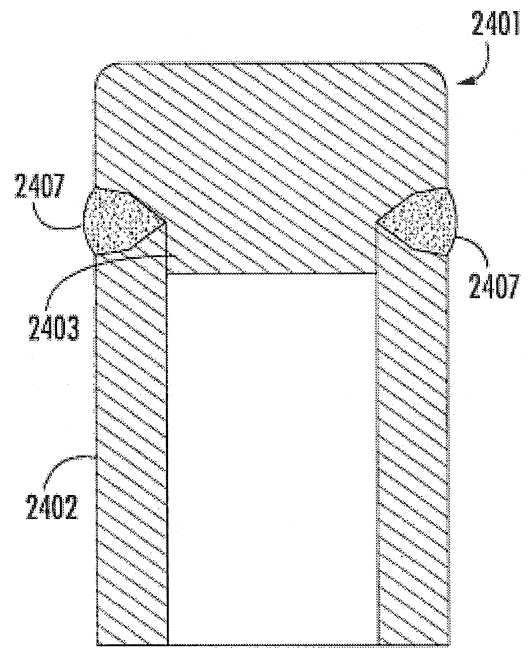


Fig. 24B

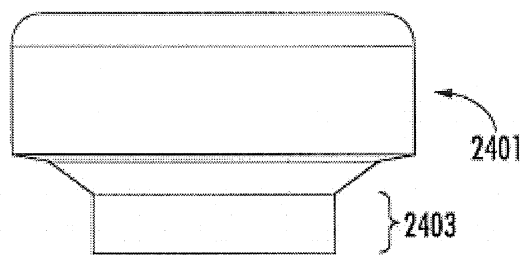


Fig. 24C