



(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)



1-0034663

(51)<sup>8</sup> F28F 7/02; F28F 9/02; F28F 21/04

(13) B

(21) 1-2019-00081

(22) 01/06/2017

(86) PCT/GB2017/051571 01/06/2017

(87) WO 2017/212222 14/12/2017

(30) 1609847.7 06/06/2016 GB

(45) 25/01/2023 418

(43) 25/04/2019 373A

(73) KEW TECHNOLOGY LIMITED (GB)

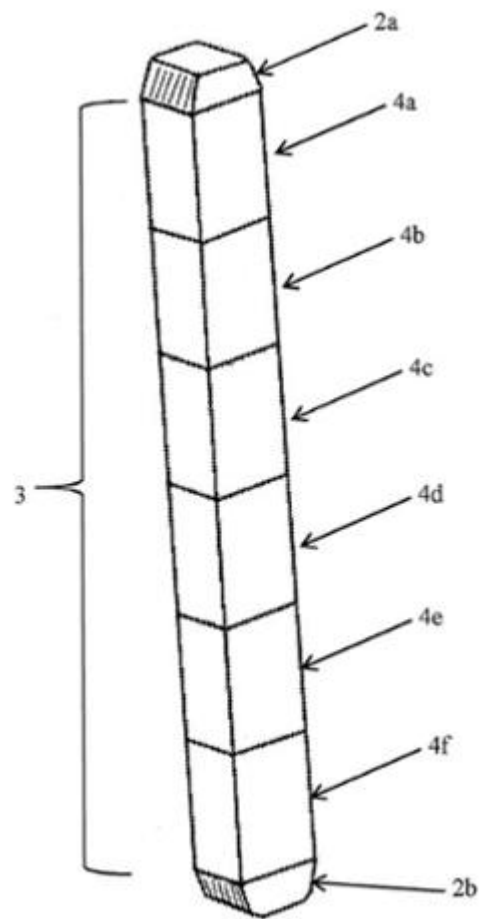
38-39 Albert Road, Tamworth, England, B79 7JS

(72) Kamaldeep KALSI (KE).

(74) Công ty cổ phần tư vấn Trung Thực (TRUNG THUC.,JSC)

(54) ỐNG PHÂN PHỐI VÀ BỘ TRAO ĐỔI NHIỆT

(57) Nói chung, sáng chế đề cập đến ống phân phối dùng cho bộ trao đổi nhiệt dòng song song và bộ trao đổi nhiệt kết hợp ống phân phối này. Ống phân phối này có các kênh thứ nhất mà mỗi kênh này có miệng thứ nhất quay về hướng thứ nhất và miệng thứ hai quay về hướng thứ hai khác với hướng thứ nhất. Ống này còn có các kênh thứ hai được xen kẽ với các kênh thứ nhất, các kênh thứ hai có miệng thứ ba quay về hướng thứ ba và miệng thứ tư quay về hướng thứ nhất, trong đó hướng thứ ba khác với hướng thứ nhất và hướng thứ hai.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến ống phân phối dùng cho bộ trao đổi nhiệt dòng song song và bộ trao đổi nhiệt có ống phân phối này.

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

Các bộ trao đổi nhiệt được sử dụng trong nhiều hệ thống, từ xe ô tô đến các cụm điều hòa không khí đến các cơ cấu thu hồi năng lượng trong các hệ thống xử lý nhiệt tiên tiến.

Thông thường, thiết kế của các bộ trao đổi nhiệt có tính đến các yếu tố khác nhau. Ví dụ, sự tắc nghẽn có thể khiến cho sự sụt áp suất tăng và giảm tốc độ truyền nhiệt mà có thể có tác động bất lợi đến hiệu quả của bộ trao đổi nhiệt. Theo nghiên cứu khác, các bộ trao đổi nhiệt theo bản chất của chúng sẽ trải qua sự thay đổi nhiệt độ. Ngoài ra, các bộ trao đổi nhiệt có thể phải chịu các dòng chất lưu vận tốc cao (khí hoặc chất lỏng) với sự nạp liệu hạt mà làm tăng tốc độ mài mòn đối với các vùng nhất định của hệ thống. Các vấn đề ăn mòn có thể trầm trọng khi bộ trao đổi nhiệt vận hành ở nhiệt độ tăng. Tương tự, các chất lưu đi qua bộ trao đổi nhiệt có thể chứa axit hoặc các nguyên liệu ăn mòn khác, mà thậm chí có thể làm thoái hóa phần trong của bộ trao đổi nhiệt nhiều hơn ở nhiệt độ tăng. Cụ thể, các vấn đề xói mòn có thể là phổ biến trong các bộ trao đổi nhiệt bằng kim loại

Trong một số bộ trao đổi nhiệt bằng gốm thông thường, kết cấu ống với tấm ống được sử dụng. Các dòng chất lưu thứ nhất bên trong dây ống trong khi các dòng chất lưu thứ hai bên ngoài các ống này. Do đó, khi tiếp xúc với các ống, chất lưu thứ hai có thể ứ lại, mà có thể dẫn đến một số vấn đề. Ví dụ, nếu chất lưu thứ hai chứa các hạt, bề mặt của các ống vuông góc với dòng chất lưu thứ hai sẽ phải chịu sự ăn mòn tăng. Ngoài ra, trong một số tình huống, các điểm tồn đọng quanh các ống sẽ dẫn đến sự tắc nghẽn.

WO03/033985A1 đề cập đến phương pháp với thiết bị kết hợp để nạp hai khí vào và ra khỏi kết cấu liền khối nhiều kênh. Các khí này, trong tài liệu này được gọi là khí 1 và khí 2, lần lượt được nạp bằng đầu ống phân phối vào trong các kênh dành

cho khí 1 và khí 2. Khí 1 và khí 2 được phân phối trong đá nguyên khối theo cách mà ít nhất một thành trong số các thành kênh là thành dùng chung hoặc thành nối dùng cho khí 1 và khí 2.

JP H06 34283A đề cập đến phương pháp chế tạo bộ trao đổi nhiệt để sử dụng trong khoảng trống mà đảm bảo sự kết nối an toàn giữa các tấm và các cánh tản nhiệt, cho phép các kênh thay đổi về hình dạng hoặc vật liệu được sử dụng cho mỗi chất lưu khác nhau, và các chức năng and các chức năng hiệu quả cao và với độ tin cậy tốt.

WO94/10520A1 đề cập đến bộ trao đổi nhiệt bao gồm các ống dẫn của loại thứ nhất và các ống dẫn của loại thứ hai, trong đó các ống dẫn của cả hai loại ít nhất một phần liền kề với nhau, trong đó các ống dẫn kéo dài song song với nhau, các ống dẫn này được bố trí theo mặt cắt ngang nối với nhau theo mẫu hình ổn định nên gần như mỗi thành trong số các thành tách được giới hạn trên ít nhất một phía bên bởi ống dẫn của loại thứ nhất và được giới hạn trên phía bên còn lại bởi ống dẫn của loại thứ hai.

WO2004/094909A1 đề cập đến phương pháp và cơ cấu để vận hành lò đốt của động cơ nhiệt, nhất là nhà máy tuabin khí, bao gồm đầu vào của lò đốt mà hỗn hợp của nhiên liệu và khí mang giàu oxy được phân phối vào trong đầu này để được đốt bên trong buồng đốt được bố trí liền kề đầu vào của lò đốt theo hướng dòng.

US3272260A đề cập đến bộ trao đổi nhiệt chống ăn mòn, và cụ thể hơn, đến bộ trao đổi nhiệt bằng graphit.

FR2486222A1 đề cập đến bộ trao đổi nhiệt được sử dụng như bộ làm nóng lại dùng cho động cơ phản lực của tàu bay có bộ của các ống trao đổi nhiệt, được tạo ra bởi các lỗ xuyên qua giữa hai bộ gom. Các ống này tạo ra hai bộ, nên các dòng có thể đi qua chúng theo dòng ngược. Không có các gờ ở mỗi đầu để nối với hai bộ gom.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là phương pháp và thiết bị mà cho phép sự truyền nhiệt hiệu quả giữa các chất lưu.

Sáng chế đề xuất ống phân phối dùng cho bộ trao đổi nhiệt dòng song song và bộ trao đổi nhiệt có ống phân phối này.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất ống phân phối dùng cho bộ trao đổi nhiệt dòng song song như được thể hiện trong điểm 1 yêu cầu bảo hộ.

Có lợi là, với bộ trao đổi nhiệt dòng song song, các chất lưu có thể chảy song song hoặc không song song với nhau (nghĩa là, đồng thời chảy ngược). Đến lượt mình, điều này giảm khả năng tồn đọng của chất lưu bên trong bộ trao đổi nhiệt. Trong một ví dụ mà ở đó chất lưu thứ nhất đi qua dãy các ống, và các dòng chất lưu thứ hai vuông góc quanh phía ngoài của các ống này, chất lưu thứ hai sẽ tồn đọng ở các điểm tiếp xúc với các ống này và trải qua hiệu ứng chảy rối trên phía kia của các ống này. Sự sụt áp suất được gây ra bởi sự ứ lại/sự chảy rối có thể dẫn đến sự không hiệu quả trong việc truyền nhiệt giữa chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai.

Ngoài ra, thậm chí nếu chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai được khiến cho chảy qua các kênh vuông góc, bộ trao đổi nhiệt sẽ phải được mở rộng theo hai chiều (chiều dài và chiều rộng) để tăng diện tích truyền nhiệt. Đến lượt mình, điều này sẽ giảm áp suất đối với thể tích chất lưu cụ thể do chiều rộng lớn hơn của bộ trao đổi nhiệt (và do đó, diện tích mặt cắt ngang của các kênh lớn hơn). Trong bản mô tả này, vận tốc của các chất lưu đi qua bộ trao đổi nhiệt cũng sẽ được giảm đối với thể tích chất lưu cụ thể. Mặt khác, với dòng song song, bộ trao đổi nhiệt có thể mở rộng theo một chiều (nghĩa là, tăng chiều dài trong khi vẫn giữ chiều rộng như nhau) để tăng diện tích truyền nhiệt. Các chiều khác (nghĩa là chiều rộng và chiều cao) có thể vẫn giữ như nhau, nhờ đó giảm đến mức tối thiểu tác động đến áp suất và vận tốc.

Theo một số khía cạnh, ống phân phối được làm thích ứng để vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1.070 °C và 1.350°C. Theo cách này, phạm vi các sự thay đổi của chất lưu và nhiệt độ có thể được xử lý bởi các sự tăng lên của bộ trao đổi nhiệt.

Theo một số khía cạnh, ống phân phối là silic cacbua hoặc nguyên liệu bắt nguồn từ silic cacbua. Silic cacbua, hoặc nguyên liệu bắt nguồn từ silic cacbua, cho phép ống phân phối khả năng chống xói mòn và ăn mòn tốt hơn trong khi còn cho phép ống phân phối này xử lý chất lưu ở các nhiệt độ cao.

Theo sáng chế, ống phân phối còn có các kênh thứ ba có miệng quay về hướng thứ tư và miệng quay về hướng thứ nhất, trong đó hướng thứ tư khác với hướng thứ nhất, hướng thứ hai, và hướng thứ ba. Theo cách này, ống phân phối có thể khiến cho chất lưu từ ba nguồn chất lưu khác nhau chảy song song bên trong bộ trao đổi nhiệt. Nếu ba chất lưu ở nhiệt độ khác nhau, điều này tạo sự điều khiển lớn hơn đối với nhiệt độ của các chất lưu ra khỏi bộ trao đổi nhiệt.

Theo một số khía cạnh, số lượng định trước của các kênh xen kẽ từ mỗi kênh trong số nhóm kênh thứ nhất và nhóm kênh thứ hai được bố trí giữa các kênh nối tiếp từ các nhóm kênh thứ ba. Tốt hơn, nếu số lượng định trước là lớn hơn một.

Theo một số khía cạnh, ống phân phối vẫn có thể có các kênh thứ tư có miệng quay về hướng thứ năm và miệng quay về hướng thứ nhất, trong đó hướng thứ năm khác với hướng thứ nhất, hướng thứ hai, hướng thứ ba, và hướng thứ tư. Các bố trí này thậm chí tạo ra sự điều khiển lớn hơn đối với nhiệt độ của chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai ra khỏi bộ trao đổi nhiệt. Ví dụ, với chất lưu từ bốn nguồn chất lưu, chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai có thể được cung cấp để xử lý (nghĩa là, để có sự tăng/giảm nhiệt độ), nhưng ngược lại chất lưu thứ ba và chất lưu thứ tư có thể được cung cấp để điều chỉnh nhiệt độ của chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai. Trong một số ví dụ, chất lưu thứ ba có thể là chất làm nguội và chất lưu thứ tư có thể là chất lưu làm nóng.

Sáng chế còn đề xuất phương pháp chế tạo ống phân phối như được mô tả trong bản mô tả này, trong đó bước chế tạo bao gồm việc in 3D ống phân phối này.

Theo một số khía cạnh, bộ trao đổi nhiệt có hai ống phân phối được nối vào các phía đối diện của ống trao đổi nhiệt, trong đó mỗi ống phân phối là ống phân phối như được mô tả trong bản mô tả này; và ống trao đổi nhiệt có ít nhất một khối trao đổi nhiệt, có các kênh đi qua, các kênh của khối trao đổi nhiệt xếp thẳng hàng với các kênh của mỗi ống phân phối để tạo ra chuỗi các đường dẫn khí bao gồm cả các ống phân phối và ống trao đổi nhiệt.

Theo một số khía cạnh, các khối trao đổi nhiệt có vùng tiếp nhận được làm thích ứng để tiếp nhận vòng đệm, vùng tiếp nhận này được bố trí trên bề mặt của khối này và bao quanh các kênh trên bề mặt của khối này. Cách bố trí này giảm khả năng nhiễm bẩn chéo của các chất lưu bên trong bộ trao đổi nhiệt.

Theo một số khía cạnh, đường dẫn chất lưu thứ nhất có các kênh thứ nhất trong một ống phân phối và các kênh thứ nhất trong ống phân phối khác và đường dẫn chất lưu thứ hai có các kênh thứ hai trong một ống phân phối và các kênh thứ hai trong ống phân phối khác. Bộ trao đổi nhiệt theo khía cạnh này còn có bộ nối thứ nhất được làm thích ứng để nối đường dẫn chất lưu thứ nhất với nguồn chất lưu thứ nhất; và bộ nối

thứ hai được làm thích ứng để nối đường dẫn chất lưu thứ hai với nguồn chất lưu thứ hai.

Theo một số khía cạnh, bộ trao đổi nhiệt còn có bộ nối thứ ba để nối đường dẫn chất lưu thứ nhất với nguồn chất lưu thứ hai ở đầu của đường dẫn chất lưu thứ nhất đối diện với bộ nối thứ nhất. Do đó, chất lưu đi vào bộ trao đổi nhiệt dưới dạng chất lưu thứ nhất có thể được sử dụng để trao đổi nhiệt với cùng một chất lưu mà đã được xử lý nhiệt và sau đó được đưa lại vào trong bộ trao đổi nhiệt dưới dạng chất lưu thứ hai.

Theo một số khía cạnh, bộ nối thứ nhất và bộ nối thứ hai được lắp vào cùng một ống phân phối. Theo các khía cạnh khác, bộ nối thứ nhất và bộ nối thứ hai được lắp vào các ống phân phối khác nhau.

Các phương án và khía cạnh khác của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây mà không bị giới hạn có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là hình vẽ phối cảnh thể hiện bộ trao đổi nhiệt.

Fig.2 là hình vẽ phối cảnh thể hiện ống phân phối dùng cho bộ trao đổi nhiệt.

Fig.3 là mặt cắt ngang dọc theo đường A-A trên Fig.2.

Fig.4 là mặt cắt ngang dọc theo đường B-B trên Fig.2.

Fig.5 là hình vẽ phối cảnh thể hiện bộ khuếch tán dùng cho ống phân phối.

Fig.6 là hình vẽ phối cảnh thể hiện khối trao đổi nhiệt dùng cho bộ trao đổi nhiệt.

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh thể hiện bộ trao đổi nhiệt có vỏ bọc hoặc vỏ.

Fig.8 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống xử lý nhiệt tiên tiến có bộ trao đổi nhiệt.

Fig.9 là hình vẽ phối cảnh thể hiện ống phân phối dùng cho bộ trao đổi nhiệt.

Fig.10A là hình vẽ phối cảnh thể hiện ống phân phối dùng cho bộ trao đổi nhiệt.

Fig.10B là mặt cắt ngang dọc theo đường C-C trên Fig.10A.

Fig.11A là hình vẽ phối cảnh thể hiện khối trao đổi nhiệt for bộ trao đổi nhiệt.

Fig.11B là mặt cắt ngang dọc theo đường D-D trên Fig.11A.

Fig.12A là hình vẽ phối cảnh thể hiện phần đầu dùng cho bộ trao đổi nhiệt.

Fig.12B là mặt cắt ngang dọc theo đường E-E trên Fig.12A.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sáng chế đề cập đến ống phân phối 2 dùng bộ trao đổi nhiệt 1, và bộ trao đổi nhiệt 1 kết hợp với ống phân phối 2 này. Bên trong bộ trao đổi nhiệt 1, các chất lưu từ hai nguồn chất lưu khác nhau chảy cùng nhau qua các kênh song song, tách biệt, xen kẽ. Cụ thể bộ trao đổi nhiệt 1 được sử dụng trong các hệ thống xử lý nhiệt tiên tiến, nhưng có thể được áp dụng cho các lĩnh vực khác, như thu hồi nhiệt của khí ống lò có nhiệt độ cao, thu hồi năng lượng của chất lưu xử lý có nhiệt độ cao, thu hồi năng lượng của chất lưu hóa học có tính ăn mòn, sử dụng tối đa lò phản ứng hóa học, các quy trình sản xuất muối than, chu trình Ericsson ở nhiệt độ cao (chu trình Joule đốt gián tiếp), thu hồi nhiệt độ cao của các khí gây tắc nghẽn, có tính ăn mòn hóa học, nóng, ví dụ, công nghiệp thép, và các ứng dụng hóa dầu. Các lĩnh vực này được đưa ra làm các ví dụ, và ứng dụng của bộ trao đổi nhiệt 1 không chỉ giới hạn ở các lĩnh vực này.

Theo phương án được ưu tiên, bộ trao đổi nhiệt 1 bao gồm ống phân phối thứ nhất 2a được nối với ống trao đổi nhiệt 3, mà chính nó cũng được nối với ống phân phối thứ hai 2b. ống trao đổi nhiệt 3 có ít nhất một khối trao đổi nhiệt 4. ống phân phối thứ nhất và ống phân phối thứ hai 2a, 2b của bộ trao đổi nhiệt 1 gần như cùng một thiết kế nhưng có sự định hướng khác nhau khi được nối với ống trao đổi nhiệt 3, như được thể hiện trên FIG.1.

#### *Ống phân phối*

Dựa vào Fig.2, ống phân phối 2 bao gồm các kênh xen kẽ 5 mà cho phép hai luồng chất lưu đi vào hoặc đi ra từ các hướng khác nhau, trong khi dòng của cả hai luồng chất lưu ở một cửa vào/cửa ra của ống phân phối 2 sẽ dọc theo cùng một trục. Cách bố trí được thể hiện trên Fig.2 có mặt cắt ngang hình thang, đầu vào/đầu ra của luồng chất lưu thứ nhất được bố trí trên phía không song song của hình thang nhưng ngược lại đầu vào/đầu ra của luồng chất lưu thứ hai được bố trí trên một phía không song song khác của hình thang. Ống phân phối 2 trên Fig.2 dự tính được lắp vào ống trao đổi nhiệt 3 ở phía song song dài hơn của hình thang. Với cách bố trí này, các mặt

liên kết với các phía không song song sẽ có một nửa số kênh là cả mặt được lắp vào ống trao đổi nhiệt 3. Do đó, ống phân phối 2 có thể phân bố dòng chất lưu vào trong và ra khỏi ống trao đổi nhiệt 3 theo cách song song. Các hình dạng mặt cắt ngang khác là có thể, và ống phân phối theo sáng chế không chỉ giới hạn ở các mặt cắt ngang hình thang.

Ống phân phối 2 có hai dãy kênh 5a, 5b với tất cả các kênh 5, 5a, 5b có miệng theo hướng thứ nhất (nghĩa là, về phía ống trao đổi nhiệt). Dãy kênh thứ nhất 5a có miệng khác quay về hướng thứ hai (nghĩa là, về bên trái trên Fig.2) và dãy kênh thứ hai 5b có miệng khác theo hướng thứ ba (nghĩa là, về bên phải trên Fig.2). Hướng thứ hai và hướng thứ ba là khác nhau. Tốt hơn, nếu cả hướng thứ hai và hướng thứ ba cũng khác với hướng thứ nhất, nhưng ống phân phối yêu cầu chỉ một hướng trong số hướng thứ hai và hướng thứ ba khác với hướng thứ nhất. Do đó, mỗi kênh 5 trong dãy kênh thứ nhất và dãy kênh thứ hai 5a, 5b tạo ra thể tích bao quanh mà chất lưu (khí hoặc chất lỏng) có thể đi qua đó. Bên trong ống phân phối có thiết kế này, chất lưu trong kênh được tách khỏi chất lưu trong kênh bất kỳ trong số các kênh khác.

Các bố trí trên đây cho phép chất lưu thứ nhất (đã được làm nóng) từ vị trí thứ nhất chảy vào hoặc chảy ra khỏi các kênh thứ nhất 5a từ nguồn khác nhau khác với chất lưu đi vào hoặc đi ra khỏi các kênh thứ hai 5b. Khi ống phân phối 2 được lắp vào ống trao đổi nhiệt 3, đường dẫn chất lưu chứa các kênh thứ nhất 5a sẽ song song với đường dẫn chất lưu chứa các kênh thứ hai 5b bên trong ống trao đổi nhiệt 3. Do đó, ống phân phối 2 cho phép chất lưu từ các nguồn khác nhau chảy song song bên trong ống trao đổi nhiệt 3.

Các kênh thứ nhất 5a và các kênh thứ hai 5b được đan xem để cho phép chất lưu từ các nguồn chất lưu khác nhau chảy vào các kênh xen kẽ 5 bên trong ống phân phối 2. Ví dụ, kênh thứ nhất trong số các kênh thứ nhất 5a được bố trí bên cạnh kênh thứ nhất trong số các kênh thứ hai 5b, mà cũng được bố trí bên cạnh kênh thứ hai trong số các kênh thứ nhất 5a. Sau đó, kênh thứ hai trong số các kênh thứ nhất 5a cũng được bố trí bên cạnh kênh thứ hai trong số các kênh thứ hai 5b và v.v.. Khi chất lưu thứ nhất (Ví dụ, chất lưu tương đối nóng) chảy trong các kênh thứ nhất 5a và chất lưu thứ hai (Ví dụ, chất lưu tương đối nguội) chảy trong các kênh thứ hai 5b, sự trao đổi nhiệt giữa chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai sẽ xảy ra trong góc 2.

Tốt hơn, nếu hình dạng của các kênh trong số trong số kênh thứ nhất và kênh thứ hai 5a, 5b là sao cho tốc độ dòng có thể được duy trì ở mức cao trong suốt bộ trao đổi nhiệt 1. Mỗi kênh có sự uốn cong nhẹ mà dẫn dòng và đổi hướng nó theo cách mà cho phép luồng nóng và luồng lạnh xem kẽ được hướng vào bên trong ống trao đổi nhiệt lõi 3. Theo cách bố trí được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, Ví dụ, không có điểm nào dọc theo bề mặt truyền nhiệt (nghĩa là, thành của kênh) mà ở các góc vuông ( $90^\circ$ ) với hướng của dòng chất lưu. Điều này ngăn không cho chất lưu bị tồn đọng bên trong ống phân phối 2, nhờ đó, cho phép tốc độ dòng cao và giảm đáng kể khả năng bị tắc nghẽn.

Để giảm đến mức tối đa khả năng ứ lại, và duy trì tốc độ dòng cao, đầu vào đến ống phân phối đối với chất lưu có thể có dãy các bộ khuếch tán 8 để dẫn dòng này một cách thích hợp. Bộ khuếch tán 8 có thể thấy được trên Fig.5.

Tốt hơn, nếu ống phân phối 2 được in 3D và sau đó được nung để sấy khô cho dễ chế tạo. Phương pháp chế tạo này có hiệu quả về chi phí, vì quy trình lắp ráp là công việc trên cơ sở vật liệu chịu lửa đơn giản, không đòi hỏi chuyên gia hàn hoặc kỹ năng khác.

Ống phân phối 2 được ưu tiên được chế tạo từ silic cacbua (SiC). Do đó, ống phân phối được chế tạo từ SiC hoặc nguyên liệu bắt nguồn từ SiC, song các nguyên liệu và các công nghệ chế tạo khác có thể được áp dụng. Khả năng chịu nhiệt độ cao của nguyên liệu SiC cho phép ống phân phối 2 được vận hành liên tục trong môi trường ăn mòn và xâm thực cao ở nhiệt độ lên đến  $1350^\circ\text{C}$ . Bằng cách thay đổi các biến thể của SiC, nhiệt độ có thể được tăng đến  $1600^\circ\text{C}$ .

Hai góc đối diện 20, 21 có thể được tạo ra trong ống phân phối 2 sao cho, khi nhìn mặt cắt ngang của kênh trong ống phân phối 2, hai phía liền kề góc thứ nhất 20 có các miệng trên đó và hai phía liền kề góc thứ hai 21 không có các miệng như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, lần lượt là các mặt cắt ngang dọc theo đường A-A và B-B trên Fig.2. Do đó, Fig.3 thể hiện một kênh trong số dãy kênh thứ nhất 5a và Fig.4 thể hiện một kênh trong số dãy kênh thứ hai 5b. Bán kính uốn cong ở góc thứ hai 21 được lựa chọn để tránh sự tồn đọng của chất lưu đang chảy qua kênh này. Theo một số khía cạnh, bán kính uốn cong nằm trong khoảng từ 95mm đến 125mm. Theo khía cạnh được ưu tiên, bán kính uốn cong là 110mm. Tuy nhiên, cần hiểu rằng bán kính uốn

cong khác nhau có thể được áp dụng tùy thuộc vào một số yếu tố, bao gồm chất lưu dự định đi qua ống phân phối.

#### *Ống trao đổi nhiệt*

Ống trao đổi nhiệt 3 có một hoặc nhiều khối trao đổi nhiệt 4. Mỗi khối trao đổi nhiệt 4 có một số kênh song song 6 mà chất lưu có thể chảy qua đó. Theo phương án được ưu tiên, khối trao đổi nhiệt 4 có dạng hình khối, với mỗi kênh 6 có mặt cắt ngang hình chữ nhật và kéo dài dọc theo trục của hình khối từ một mặt đến mặt đối diện của said hình khối này. Do đó, các kênh 6 trong khối trao đổi nhiệt 4 sẽ song song với nhau. Điều này đảm bảo rằng sự trao đổi nhiệt giữa các chất lưu trong các kênh liền kề 6 diễn ra dọc theo toàn bộ kênh 6 mà không cần phải tạo ra bộ trao đổi nhiệt 1 tương đối lớn hoặc phức tạp. Do đó, mỗi kênh trong khối trao đổi nhiệt 4 tạo ra thể tích bao quanh mà chất lưu (khí hoặc chất lỏng) có thể đi qua đó. Bên trong khối trao đổi nhiệt 4 như được mô tả trong bản mô tả này, chất lưu trong một kênh 6 được tách khỏi chất lưu trong kênh bất kỳ trong số các kênh khác 6.

Đỉnh và đáy của khối trao đổi nhiệt 4 có các vùng tiếp nhận 8 mà cho phép sự bịt kín khít của vòng đệm giữa khối trao đổi nhiệt 4 và ống phân phối 2 hoặc khối trao đổi nhiệt 4 khác. Cần hiểu rằng ống phân phối 2 cũng có thể có các vùng tiếp nhận tương tự theo một số phương án. Các vùng tiếp nhận 8 nằm trên bề mặt của khối trao đổi nhiệt 4 và được bố trí sao cho vòng đệm được đặt trong vùng tiếp nhận 8 bao quanh các kênh 6 khi khối trao đổi nhiệt 4 được kết hợp với các ống phân phối 2 và/hoặc các khối trao đổi nhiệt 4 trong bộ trao đổi nhiệt 1. Trong cách bố trí được ưu tiên, việc đệm bằng sợi gốm được sử dụng, mà được cho phép bởi sự đơn giản của hình dạng của các khối trao đổi nhiệt và các ống phân phối ở vị trí nối giữa các bộ phận này.

Tốt hơn là các khối trao đổi nhiệt 4 được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp đúc trượt. Theo các phương án khác, các khối trao đổi nhiệt 4 được in 3D và sau đó được nung để sấy khô. Khối trao đổi nhiệt 4 được ưu tiên được chế tạo từ silic cacbua (SiC). Các nguyên liệu và các công nghệ chế tạo khác có thể được áp dụng. Theo các phương án khác nữa, các khối trao đổi nhiệt 4 có thể được chế tạo bằng cách lắp ráp các tấm gốm không nung, hoặc 'xanh', sau đó được nung toàn bộ. Các công nghệ chế tạo khác cũng có thể.

### *Bộ trao đổi nhiệt*

Trong cách bố trí được thể hiện trên Fig.1, bộ trao đổi nhiệt 1 có hai ống phân phối 2a, 2b và ống trao đổi nhiệt (còn được gọi là lõi trao đổi nhiệt) 3, với các ống phân phối 2a, 2b được lắp vào các đầu đối diện của ống trao đổi nhiệt 3. Trong cách bố trí trên Fig.1, sáu khối trao đổi nhiệt 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f được thể hiện, song cần hiểu rằng số lượng của các khối trao đổi nhiệt 4 có thể thay đổi tùy thuộc vào các yêu cầu của hệ thống mà bộ trao đổi nhiệt 1 được sử dụng trong đó. Bộ trao đổi nhiệt 1 còn có các bộ nối để nối các ống phân phối với các nguồn chất lưu tương ứng. Ví dụ, bộ nối thứ nhất kết hợp với đường dẫn chất lưu thứ nhất nối ống phân phối thứ nhất 2a với nguồn chất lưu thứ nhất, và bộ nối thứ hai kết hợp với đường dẫn chất lưu thứ hai nối ống phân phối thứ hai 2b với nguồn chất lưu thứ hai. Theo một số khía cạnh, bộ nối thứ ba kết hợp với đường dẫn chất lưu thứ hai còn nối ống phân phối thứ hai 2b với nguồn chất lưu thứ hai.

Mỗi bộ phận của của bộ trao đổi nhiệt (nghĩa là, các ống phân phối 2a, 2b và các khối trao đổi nhiệt 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f) được kết hợp cùng nhau dọc theo trục của bộ trao đổi nhiệt 1. Do đó, trục của bộ trao đổi nhiệt 1 đi qua ống trao đổi nhiệt 3 và qua cả hai ống phân phối 2a, 2b, mà được bố trí ở các đầu đối diện của ống trao đổi nhiệt 3. Bằng cách sử dụng sự định hướng của ống phân phối 2 như được mô tả trên đây, hướng thứ nhất của mỗi ống phân phối 2a, 2b được xếp thẳng hàng với trục của bộ trao đổi nhiệt 1, song một ống phân phối được đảo ngược so với ống khác (nghĩa là, mặt có nhiều miệng nhất trên mỗi ống phân phối quay về các ống phân phối khác).

Dãy kênh thứ nhất 5a trong ống phân phối thứ nhất 2a xếp thẳng hàng với dãy kênh thứ nhất 6a trong ống trao đổi nhiệt 3, mà chính chúng xếp thẳng hàng với dãy kênh thứ nhất 5a trong ống phân phối thứ hai 2b để tạo ra dãy thứ nhất của các đường dẫn chất lưu. Tương tự, dãy kênh thứ hai 5b trong ống phân phối thứ nhất 2a xếp thẳng hàng với dãy kênh thứ hai 6b trong ống trao đổi nhiệt 3, mà chính chúng xếp thẳng hàng với dãy kênh thứ hai 5b trong ống phân phối thứ hai 2b để tạo ra dãy thứ hai của các đường dẫn chất lưu. Do đó, đường dẫn chất lưu thứ nhất và đường dẫn chất lưu thứ hai sẽ được đan xen. Ví dụ, đường dẫn chất lưu thứ nhất của dãy thứ nhất của các đường dẫn chất lưu liền kề với đường dẫn chất lưu thứ nhất của dãy thứ hai của các đường dẫn chất lưu, mà cũng liền kề với đường dẫn chất lưu thứ hai của dãy

thứ nhất của các đường dẫn chất lưu. Sau đó, đường dẫn chất lưu thứ hai của dãy thứ hai của các đường dẫn chất lưu cũng liền kề với đường dẫn chất lưu thứ hai của dãy thứ hai của các đường dẫn chất lưu và v.v..

Các đường dẫn chất lưu, khi bên trong ống trao đổi nhiệt 3, song song với trục của bộ trao đổi nhiệt 1. Trong mỗi ống phân phối 2a, 2b, các đường dẫn chất lưu đối hướng từ song song với trục sang hướng khác nhau; dãy thứ nhất của các đường dẫn chất lưu đối hướng để quay về một hướng mà không song song với trục nhưng ngược lại dãy thứ hai của các đường dẫn chất lưu đối hướng để quay về hướng khác mà không song song với trục và khác với hướng của dãy thứ nhất của các đường dẫn chất lưu.

Theo cách này, các ống phân phối 2a, 2b có thể tách chất lưu trong dãy thứ nhất của các đường dẫn chất lưu ra khỏi chất lưu trong dãy thứ hai của các đường dẫn chất lưu. Điều này cho phép bộ trao đổi nhiệt 1 có các chất lưu nạp từ hai nguồn chất lưu khác nhau. Khi dãy thứ nhất và thứ hai của các đường dẫn chất lưu được đan xen, các ống phân phối 2a, 2b tách các chất lưu bên trong các đường dẫn chất lưu tương ứng và khiến cho các chất lưu chảy trong các kênh liền kề bên trong ống trao đổi nhiệt 3. Sau đó, sự trao đổi nhiệt giữa các chất lưu có thể xảy ra bằng cách sử dụng nguyên liệu của các ống phân phối 2 và các khối trao đổi nhiệt 4 là môi trường trao đổi nhiệt.

Theo một số phương án, chất lưu trong cả dãy thứ nhất và thứ hai của các đường dẫn chất lưu chảy theo cùng một hướng. Theo các phương án khác, chất lưu trong dãy thứ nhất của các đường dẫn chảy theo hướng đối diện đến chất lưu trong dãy thứ hai của các đường dẫn chất lưu.

Do dòng chất lưu song song như được mô tả trên đây ống nhiệt 3, diện tích của bộ trao đổi nhiệt 1 mà trên đó sự trao đổi nhiệt diễn ra giữa các chất lưu trong các kênh liền kề 6 được tối đa hóa, nhờ đó tạo ra bộ trao đổi nhiệt hiệu quả hơn. Hơn nữa, bộ trao đổi nhiệt 1 chỉ cần được mở rộng theo một trục trong trường hợp đó sự trao đổi nhiệt bề mặt cần phải được thay đổi (ví dụ, nếu cần thêm thời gian cho sự trao đổi nhiệt giữa hai chất lưu). Về vấn đề này, bản chất kiểu mô đun của các khối trao đổi nhiệt 4 và các ống phân phối 2 tăng cường được lợi thế vì chiều dài của bộ trao đổi nhiệt 1 có thể được thay đổi bằng cách tăng hoặc giảm số lượng của các khối trao đổi nhiệt 4 theo cách nhanh chóng và đơn giản. Hơn nữa, such các bố trí kiểu mô đun là

ưu điểm trong đó nếu một bộ phận bị hư hỏng thì nó có thể được tháo ra và thay thế một cách đơn giản và nhanh chóng, nhờ đó giảm đến mức tối thiểu thời gian ngừng của hệ thống kết hợp bộ trao đổi nhiệt. Với các bộ trao đổi nhiệt bằng kim loại điển hình, các bộ phận được hàn với nhau, do đó, loại trừ cơ cấu đơn giản để tháo và thay thế bộ phận hư hỏng. Việc hàn cũng có khiến cho sự tiếp cận ở phần trong của bộ trao đổi nhiệt khó hơn, điều này có thể tăng thời gian ngừng nếu cần phải làm sạch.

Như được mô tả trên đây, chất lưu bên trong kênh trong ống phân phối 2 được tách khỏi chất lưu trong các kênh khác trong ống phân phối 2, và chất lưu bên trong kênh trong khối trao đổi nhiệt 4 được tách khỏi chất lưu trong các kênh khác trong khối trao đổi nhiệt 4. Để giảm đến mức tối thiểu chất lưu bị rò ra khỏi các kênh ở chỗ nối giữa các khối 4 hoặc giữa khối 4 và ống phân phối 2, bộ trao đổi nhiệt có thể được đặt bên trong vỏ hoặc vỏ bọc. Cách bố trí này được thể hiện trên Fig.7, trong đó hai ống phân phối 2a, 2b và ống trao đổi nhiệt 3 được chứa trong vỏ bọc (hoặc vỏ) 7.

Kích thước trong của vỏ bọc 7 giống với kích thước ngoài của sự kết hợp của hai ống phân phối 2 và ống trao đổi nhiệt 3 dọc theo trục của bộ trao đổi nhiệt 1. Khi các ống phân phối 2a, 2b và ống trao đổi nhiệt 3 được bố trí bên trong vỏ bọc 7, vỏ bọc 7 nén các ống phân phối 2a, 2b và ống trao đổi nhiệt 3 dọc theo trục. Việc nén các bộ phận của bộ trao đổi nhiệt 1 theo cách này ngăn không cho chất lưu bị thoát ra khỏi đường dẫn chất lưu ở mỗi nối giữa hai bộ phận (nghĩa là, mỗi nối của ống phân phối 2 với khối trao đổi nhiệt 4 hoặc mỗi nối của khối trao đổi nhiệt 4 với khối trao đổi nhiệt 4). Đến lượt mình, điều này ngăn không cho của chất lưu đang đi qua dây thứ nhất của các đường dẫn chất lưu bị nhiễm bẩn bởi chất lưu đang đi qua dây thứ hai của các đường dẫn chất lưu.

Vỏ bọc 7 có cổng 9a, 9b, 9c, 9d mà hoạt động như mỗi nối giữa nguồn chất lưu và các ống phân phối 2a, 2b. Ví dụ, cổng thứ nhất 9a kết hợp với ống phân phối thứ nhất 2a và đường dẫn chất lưu thứ nhất nối với nguồn chất lưu thứ nhất, và cổng thứ hai 9b kết hợp với ống phân phối thứ hai 2b và đường dẫn chất lưu thứ hai nối với nguồn chất lưu thứ hai. Theo một số khía cạnh, cổng thứ ba 9c kết hợp với ống phân phối thứ hai 2b và đường dẫn chất lưu thứ hai còn nối với nguồn chất lưu thứ hai 10.

Tốt hơn, nếu vỏ bọc 7 là vỏ bọc thép có lót chịu lửa và các khối trao đổi nhiệt 4 được giữ tại chỗ bởi các chi tiết cố định bên trong lớp lót này. Người có hiểu biết

trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rằng vỏ bọc có thể được làm bằng vật liệu khác mà có đủ cường độ.

Cần phải lưu ý rằng, mặc dù bộ trao đổi nhiệt 1 có thể được làm bằng nguyên liệu thích hợp bất kỳ, song nguyên liệu được ưu tiên để chế tạo các ống phân phối 2 và ống trao đổi nhiệt 3 là silic cacbua (SiC) hoặc nguyên liệu bắt nguồn từ SiC. Nguyên liệu này đem lại một số lợi ích so với bộ trao đổi nhiệt bằng kim loại truyền thống về mặt nhiệt độ vận hành, khả năng chống ăn mòn, khả năng chống xói mòn, và bảo dưỡng.

Về mặt nhiệt độ vận hành và khả năng chống ăn mòn, ví dụ, các giới hạn của nguyên liệu điển hình cho các kim loại chuyên dụng như 253MA hoặc các hợp kim trên cơ sở Inconel được giới hạn dưới  $1000^{\circ}\text{C}$  khi môi trường xâm thực cao. Với SiC hoặc nguyên liệu bắt nguồn từ SiC, bộ trao đổi nhiệt có thể được vận hành liên tục trong môi trường ăn mòn và xâm thực cao ở nhiệt độ lên đến  $1350^{\circ}\text{C}$ . Bằng cách thay đổi các biến thể của SiC, nhiệt độ này có thể được tăng đến  $1600^{\circ}\text{C}$ . Để tiếp tục giảm đến mức tối thiểu các tác động tiêu cực trong môi trường ăn mòn và xâm thực cao, sự vận hành của bộ trao đổi nhiệt có thể bị giới hạn ở  $1070^{\circ}\text{C}$ . Do đó, theo một số khía cạnh, bộ trao đổi nhiệt và ống phân phối vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ  $1070^{\circ}\text{C}$  và  $1350^{\circ}\text{C}$ . Theo một số khía cạnh, bộ trao đổi nhiệt nằm trong khoảng từ  $1070^{\circ}\text{C}$  và  $1600^{\circ}\text{C}$ . Nhiệt độ vận hành cao hơn cho phép bộ trao đổi nhiệt được áp dụng rộng rãi cho nhiều hệ thống mà yêu cầu bộ trao đổi nhiệt.

Về mặt khả năng chống xói mòn, nếu các chất rắn có mặt trong dòng chảy, khi đó sự xói mòn trở thành vấn đề đặc biệt nếu hình dạng dòng chảy có các điểm úc lại. Hơn thế nữa, để quản lý các vấn đề giãn nở nhiệt, các bề mặt phải có thành mỏng, làm suy giảm khả năng chịu tác động liên tục của chất rắn của chúng. Tuy nhiên, việc sử dụng SiC hoặc nguyên liệu bắt nguồn từ SiC cho phép khả năng chống xói mòn cao hơn. Đến lượt mình, điều này cải thiện tuổi thọ của các bộ phận của bộ trao đổi nhiệt 2, 3 và giảm lượng thời gian cần thiết để bảo dưỡng.

Hơn nữa, nếu có sự tích tụ của nguyên liệu bên trong bộ trao đổi nhiệt 1 (ví dụ, nhựa có thể tích tụ nếu các hydrocacbon có mặt trong một hoặc cả hai chất lưu), việc làm sạch sẽ được yêu cầu. Để làm sạch bộ trao đổi nhiệt 1 được ưu tiên, phương tiện bổ sung môi trường hấp thụ có thể được lắp. Môi trường hấp thụ làm tác nhân 'phun

cát' bên trong bộ trao đổi nhiệt 1. Môi trường hấp thụ được đưa vào trong luồng dòng chảy, mà ở đó vận tốc được duy trì cao liên tục do hình dạng của kênh, và được đưa vào trong các kênh này. Do đó, môi trường hấp thụ loại bỏ sự tích tụ khỏi các thành trong qua hoạt động mài mòn. Việc làm sạch theo cách này là có thể do tính chất của nguyên liệu, và cụ thể là, độ cứng, của nguyên liệu SiC. Nói chung, môi trường hấp thụ thường là cát alumin, mà được thu hồi và tái sử dụng.

Chi phí của các bộ trao đổi nhiệt bằng kim loại cũng rất cao do chi phí của các hợp kim trên cơ sở Incolnel tăng.

Theo một số khía cạnh, ống phân phối 2 có thể được làm thích ứng để cho phép bộ trao đổi nhiệt 1 tiếp nhận chất lưu từ ba hoặc nhiều nguồn chất lưu. Do đó, điều này sẽ đem lại sự điều khiển lớn hơn đối với nhiệt độ bên trong bộ trao đổi nhiệt và nhiệt độ của các chất lưu ra khỏi bộ trao đổi nhiệt. Ống phân phối 2 theo khía cạnh này sẽ có ba dãy kênh 15a, 15b, 15c với mỗi kênh trong số các dãy này có miệng theo hướng thứ nhất. Các kênh trong dãy kênh thứ nhất 15a cũng sẽ có miệng theo hướng thứ hai, các kênh trong dãy kênh thứ hai 15b cũng sẽ có miệng theo hướng thứ ba, và các kênh trong dãy kênh thứ ba 15b cũng sẽ có miệng theo hướng thứ tư.

Khi ống phân phối 2 cho phép bộ trao đổi nhiệt 1 tiếp nhận chất lưu từ nhiều hơn hai nguồn chất lưu như nêu trên, các cách bố trí khác nhau cho các kênh xen kẽ có thể được áp dụng. Ví dụ, kênh trong dãy thứ ba của các kênh 15 có thể được bố trí chỉ sau số lượng định trước của các kênh xen kẽ từ nhóm kênh thứ nhất và nhóm kênh thứ hai 5a, 5b – có thể là N kênh xen kẽ từ mỗi kênh trong số nhóm kênh thứ nhất và nhóm kênh thứ hai 5a, 5b ở giữa các kênh nối tiếp của dãy thứ ba của các kênh 15, trong đó N là số lượng định trước. Theo một số khía cạnh, N lớn hơn một. Các bố trí chính xác của các kênh có thể thay đổi tùy thuộc vào hệ thống mà trong đó bộ trao đổi nhiệt 1 được áp dụng.

#### Các ví dụ thực hiện sáng chế

Trong một ví dụ, bộ trao đổi nhiệt 1 như nêu trên có thể được thực hiện trong hệ thống xử lý nhiệt tiên tiến. Như được thể hiện trên FIG.8, ví dụ, khí tương đối lạnh từ nguồn khí thứ nhất đi vào bộ trao đổi nhiệt 1 ở cửa vào thứ nhất (hoặc bộ nối thứ nhất) 10, và chảy về phía cửa ra thứ nhất (hoặc bộ nối thứ ba) 11. Sau cửa ra thứ nhất 11, khí đi vào cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến 14, mà ở đó khí được làm nóng trong khi xử

lý. Khi ra khỏi cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến 14, khí đã được làm nóng được đưa lại vào trong bộ trao đổi nhiệt 1 ở cửa vào thứ hai (hoặc bộ nối thứ hai) 12 và chảy về phía cửa ra thứ hai (hoặc bộ nối thứ tư) 13. Từ quan điểm của bộ trao đổi nhiệt 1, cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến 14 là nguồn khí thứ hai. Bên trong bộ trao đổi nhiệt 1, khí tương đối lạnh từ nguồn thứ nhất chảy trong đường dẫn khí thứ nhất (đường dẫn chất lưu thứ nhất), nhưng ngược lại khí đã được làm nóng từ cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến chảy trong đường dẫn khí thứ hai (đường dẫn chất lưu thứ hai), đường dẫn khí thứ hai song song và được xen kẽ với đường dẫn khí thứ nhất như nêu trên.

Có lợi, việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt 1 này cho phép khí đi vào cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến 14 được làm nóng trước, nhờ đó giảm năng lượng cần thiết để nâng khí đến nhiệt độ thích hợp để xử lý trong khi cũng làm nguội khí đã được làm nóng từ cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến để cho phép nó được làm sạch và xử lý.

Khi được sử dụng trong hệ thống xử lý nhiệt tiên tiến và ở đó ống phân phối có mặt cắt ngang hình thang, kênh sẽ có hai miệng; một là dọc theo phía không song song của hình thang và một là dọc theo phía song song của hình thang. Góc thứ nhất, mà khí sẽ đổi hướng quanh đó khi ống phân phối đang sử dụng, nhờ đó có các miệng trên các cạnh liền kề và góc thứ hai không có các miệng trên các cạnh liền kề. Theo một số khía cạnh, thành trong của phía song song mà không có hơi được tạo góc so với miệng trên phía không song song về phía góc thứ hai. Tốt hơn, nếu góc giữa thành ngoài của phía song song và thành trong là  $4^\circ$  và thành trong dài 295mm. Góc thứ hai có bán kính uốn cong là 110mm, mặc dù giới hạn dưới là 95mm và giới hạn trên là 125mm. Bán kính uốn cong ngăn không cho chất lưu bị tồn đọng ở góc thứ hai.

Trong ví dụ khác, muội than được tạo ra từ sự oxi hóa một phần của hydrocarbon bao gồm axetylen, khí tự nhiên và dầu bắt nguồn từ dầu mỏ. Quá trình sự oxi hóa dùng một phần hydrocarbon để sinh ra nhiệt cần thiết để duy trì quy trình sản xuất muội than. Nhiệt độ làm nóng trước của chất oxi hóa trong lò phản ứng (thường là không khí) càng cao thì năng suất của thành phẩm càng cao. Đó là thực tiễn hiện nay để làm nóng trước chất oxi hóa từ khí xả nóng của lò phản ứng sử dụng vỏ bằng kim loại hoặc gốm và các bộ trao đổi nhiệt kiểu ống cho ứng dụng. Nhiệt độ làm nóng trước tối đa của không khí bị giới hạn bởi các lý do luyện kim trong trường hợp các bộ trao đổi nhiệt bằng kim loại mà ở đó sự làm nóng tối đa của không khí bị giới

hạn, bao gồm các vấn đề về ăn mòn và xói mòn (cụ thể là, khi dầu giàu lưu huỳnh được sử dụng chẳng hạn). Đối với các bộ trao đổi nhiệt bằng gốm hiện hành trong kết cấu vỏ và ống, các giới hạn hiện tại là do sự phức tạp trong việc bịt kín dòng khí lạnh và nóng với nhau ở mỗi mối nối giữa ống và tấm ống. Ngoài ra, dầu chứa các sản phẩm tro mà lắng đọng trong các ống này, yêu cầu phải dùng bảo dưỡng thường xuyên. Bộ trao đổi nhiệt trong bản mô tả này đưa ra phương tiện để đạt được mức độ làm nóng trước gần như vô hạn (bên trong điểm thất bại của bộ trao đổi nhiệt) để tạo ra bước thay đổi trong hiệu quả xử lý. Hơn thế nữa, kết cấu này cho phép việc làm sạch trực tuyến được chấp nhận, giảm thời gian ngừng. Nhiều nguyên liệu xâm thực chứa mức lưu huỳnh cao hơn hoặc thậm chí chất thải dẻo được lựa chọn cho thể được sử dụng cho quy trình này, cải thiện tính kinh tế của quy trình.

Trong ví dụ khác nữa, bộ trao đổi nhiệt 1 có thể được sử dụng để làm nóng không khí vòng lặp kín hoặc chất lưu nhiệt để nâng áp suất hơi và nhiệt độ trong nồi hơi an toàn, chi phí thấp, nhờ đó tách các nguyên liệu của nồi hơi ra khỏi sự ngưng tụ của các chất hóa học khó giải quyết (ví dụ, chất ăn mòn). Trong các lò đốt thông thường, sự thu hồi năng lượng bị giới hạn do sự ăn mòn vật liệu. Ví dụ, sự thu hồi nhiệt giữa các chất lưu thấp hơn 570°C do sự ngưng tụ của các chất hóa học khó giải quyết mà ăn mòn các ống của nồi hơi. Bộ trao đổi nhiệt 1 nêu trên làm giảm đến mức tối thiểu sự ngưng tụ do không có các điểm tồn đọng trong đường dẫn chất lưu. Do vậy, các chất hóa học khó giải quyết ít có khả năng bị tích tụ. Hơn nữa, bộ trao đổi nhiệt 1 được ưu tiên có khả năng chống ăn mòn để hạn chế hơn nữa tác động của các chất hóa học ăn mòn trong chất lưu đang chảy bên trong bộ trao đổi nhiệt này.

#### *Các khía cạnh phương án và biến thể khác*

Theo một số khía cạnh, bộ trao đổi nhiệt có thể là bộ trao đổi nhiệt nhiều đường dẫn, dòng song song. dòng chất lưu vận tốc cao có tác động làm giảm khả năng tắc nghẽn. Vận tốc cao cũng góp phần làm tăng tốc độ truyền nhiệt. Do đó, bộ trao đổi nhiệt được làm dài và hẹp để tăng kích thước của các diện tích truyền nhiệt (ví dụ, dọc theo thành của các kênh trong ống trao đổi nhiệt) trong khi cũng tạo ra cách bố trí mà cho phép vận tốc khí cao bên trong các kênh này. Do vậy, trong những trường hợp nhất định, hệ số co của bộ trao đổi nhiệt có thể không thuận lợi (nghĩa là, quá cao/dài hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt trong dãy mà còn dẫn đến chi phí cao). Cách bố trí bộ

trao đổi nhiệt nhiều đường dẫn, dòng song song giải quyết được các vấn đề này bằng cách giữ đường dẫn dòng hẹp (vào do đó, vận tốc khí cao) trong khi tăng nhiều lần một cách có hiệu quả chiều dài của bộ trao đổi nhiệt bởi số lượng của các đường dẫn bên trong một thân của bộ trao đổi nhiệt. So với cách bố trí một đường dẫn, cách bố trí bộ trao đổi nhiệt có nhiều đường dẫn tăng thời gian ổn định (hoặc thời gian dừng) của khí trong khi duy trì kết cấu dòng song song trên khắp, nhờ đó duy trì ưu điểm tránh được các điểm tồn đọng và các vùng tái tuần hoàn. Phần mô tả của các khía cạnh được mô tả dưới đây tập trung vào cách bố trí hai đường dẫn. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng các nguyên lý tương tự có thể được áp dụng để tạo ra các bố trí ba (hoặc nhiều) đường dẫn.

Bộ trao đổi nhiệt hai đường dẫn, dòng song song có ống phân phối 2a ở đầu của ống trao đổi nhiệt 3a. Phần đầu được tạo ra ở đầu của ống trao đổi nhiệt khác với phần mà ống phân phối được nối vào đó. Bộ trao đổi nhiệt hai đường dẫn, dòng song song tăng thời gian ổn định (hoặc thời gian dừng) của khí trong bộ trao đổi nhiệt này. Với cách bố trí hai đường dẫn, khí nóng và khí lạnh sẽ dành nhiều thời gian hơn trong việc tiếp xúc nhiệt và do đó sẽ có nhiều nhiệt được truyền từ đến khí lạnh từ khí nóng hơn.

Dựa vào Fig.10A, ống phân phối 102 có bốn cổng 150, 152, 154, 156. Các cổng 150, 152, 154, 156 này có cổng vào thứ nhất và cổng vào thứ hai và cổng ra thứ nhất và cổng ra thứ hai tương ứng. Mỗi cổng vào được nối với các kênh tương ứng 105 trong ống phân phối 102. Tốt hơn, nếu trong ống phân phối theo khía cạnh này, cổng vào được nối với hai kênh 160, 162 (còn được gọi là ‘các kênh phụ’), như được thể hiện trên Fig.10B liên quan đến cổng 150. Các kênh này và/hoặc các kênh phụ có thể hướng khí vào trong các kênh tương ứng trong ống trao đổi nhiệt. Theo cách này, ống phân phối 102 khiến cho khí nạp qua một cổng vào chạy qua hai kênh song song, riêng biệt bên trong ống trao đổi nhiệt. Tương tự, mỗi cổng ra được nối với các kênh tương ứng 105 trong ống phân phối 102. Trên Fig.10, sự bắt đầu của các kênh có thể được nhìn qua cổng 156.

Cách bố trí ‘kênh phụ’ tạo ra ưu điểm là bổ sung chiều dài cho bộ trao đổi nhiệt khi được nén bên trong vỏ bọc (ví dụ, xem Fig.7). Như có thể thấy trên Fig.10A, 11A và 12A, cách bố trí ‘kênh phụ’ cho phép gờ giữa dọc theo (lần lượt chạy vuông góc

với các đường C-C, D-D và E-E). Gờ này dùng như gân tăng cứng để ngăn không cho các bộ phận của bộ trao đổi nhiệt bị cong vênh. Ngoài ra, do thay đổi về diện tích mặt cắt ngang so với kênh như được thể hiện trên FIG.6, cách bố trí kênh phụ làm vận tốc tăng nhẹ, nhờ đó có tác động có lợi liên quan đến việc giảm tắc nghẽn.

Dựa vào Fig.11A và Fig.11B, các kênh bên trong ống trao đổi nhiệt 103 có thể được coi là có các kênh vào khí được xen kẽ với các kênh điều hướng khí. Các kênh vào khí được nối với các kênh của ống phân phối 102 mà được nối với cổng vào. Các kênh vào khí được bố trí giữa cổng vào của ống phân phối 102 và phần đầu 200. Các kênh điều hướng khí được nối với các kênh của ống phân phối 102 mà được nối với cổng ra. Các kênh điều hướng khí được bố trí giữa phần đầu 200 và cổng ra của ống phân phối 102.

Các kênh vào xen kẽ và các kênh điều hướng trên Fig.11A là giống với dãy kênh thứ nhất 6a và dãy kênh thứ hai 6b trên Fig.6. Các bố trí trên Fig.11A khác với cách bố trí trên Fig.6 bởi có hai kênh phụ 170, 172 thay cho một kênh. Trong các bố trí mà ở đó ống phân phối 102 trên Fig.10A và Fig.10B không có các kênh phụ 160, 162 nhưng thay vì có một kênh thay cho các kênh phụ 160, 162, ống trao đổi nhiệt 103 sẽ như được thể hiện trên FIG.6 và như nêu trên.

Fig.11B là mặt cắt ngang qua đường D-D trên Fig.11A. Các bố trí kênh phụ có thể được thấy rõ trên Fig.11B. Cách bố trí được thể hiện trên Fig.11B có thể được áp dụng cho các kênh vào hoặc các kênh điều hướng.

Dựa vào Fig.12A và Fig.12B, phần đầu 200 có các kênh phụ mà nối với kênh vào khí và kênh thoát khí tương ứng trong ống trao đổi nhiệt 103. Cần hiểu rằng, phần đầu này có thể có các kênh đơn gần như kéo dài qua chiều rộng của phần đầu (nghĩa là, theo hướng vuông góc với đường E-E).

Các kênh (hoặc các kênh phụ) trong phần đầu 200 liên kết kênh vào khí (hoặc các kênh phụ) của ống trao đổi nhiệt 103 với kênh điều hướng khí tương ứng (hoặc các kênh phụ) của ống trao đổi nhiệt 103. Do đó, mỗi kênh trong phần đầu 200 là một phần của một đường dẫn khí được bịt kín giữa cổng vào và cổng ra tương ứng của ống phân phối 102. Đường dẫn khí được bịt kín có kênh trong ống phân phối 102 mà được nối với cổng vào của ống phân phối 102, kênh vào khí trong ống trao đổi nhiệt 103,

kênh trong phần đầu 200, kênh thoát khí trong ống trao đổi nhiệt 103 và kênh được nối trong ống phân phối 102 mà được nối với cổng ra của ống phân phối 102.

Đường dẫn của khí mà đi vào qua cổng vào của ống phân phối 102 đi qua ống trao đổi nhiệt 103, vào trong phần đầu 200, và sau đó trở lại vào trong ống trao đổi nhiệt 103. Các kênh bên trong phần đầu 200 được làm cong để thay đổi hướng của khí đi vào phần đầu 200 từ kênh vào khí của ống trao đổi nhiệt 103 để ta khỏi phần đầu vào trong kênh thoát khí của ống trao đổi nhiệt 103.

Trong cách bố trí được thể hiện trên Fig.12A và Fig.12B, mà ở đó các kênh phụ có mặt, khí sẽ đi vào thiết bị thông qua cổng vào trên ống phân phối 102, và tách biệt thành hai kênh phụ 160, 162 trong ống phân phối 102. Sau đó, khí sẽ được hướng đến ống trao đổi nhiệt 103, trong đó nó sẽ di chuyển dọc theo các kênh phụ 170, 172 mà được nối với các kênh phụ 160, 162 tương ứng của ống phân phối 102. Sau đó, khí được hướng đến các kênh phụ các kênh phụ 180, 180' tương ứng trong phần đầu 200, trong đó, khí này được đổi hướng về phía ống trao đổi nhiệt 103. Cụ thể hơn, khí được hướng về phía các kênh phụ điều hướng lại 170', 172' tương ứng trong ống trao đổi nhiệt 103. Khí di chuyển dọc theo các kênh phụ điều hướng lại 170', 172' của ống trao đổi nhiệt và được hướng vào trong các kênh phụ 160', 162' của ống phân phối. Sau đó, khí trong các kênh phụ 160', 162' kết hợp lại, trước khi ra khỏi ống phân phối thông qua cổng ra. Cần phải lưu ý rằng, mặc dù khí được tách biệt trong ống phân phối, song chính đường dẫn khí vẫn được bịt kín giữa cổng vào và cổng ra.

Các kênh (hoặc các kênh phụ 180, 180') của phần đầu 200 được làm cong sao cho khí đi vào phần đầu 200 từ kênh vào khí (hoặc kênh phụ) của ống trao đổi nhiệt 103 được khiến cho thay đổi hướng để đi vào kênh điều hướng khí của ống trao đổi nhiệt 103 mà tương ứng với kênh vào khí. Tốt hơn, nếu độ cong của các kênh trong phần đầu 200 là sao cho không có điểm nào dọc theo thành của kênh (hoặc kênh phụ) là ở các góc vuông ( $90^\circ$ ) với hướng của dòng chất lưu. Điều này ngăn không cho chất lưu bị tổn đọng bên trong phần đầu, nhờ đó cho phép tốc độ dòng cao và giảm đáng kể khả năng bị tắc nghẽn. Điều này cho phép tránh được sự ứ lại. Tốt hơn, nếu các kênh trong phần đầu có dạng hình chữ U. Trong cách bố trí được thể hiện trên Fig.12B, các kênh phụ trong phần đầu khiến cho hướng của khí thay đổi  $180^\circ$ . Các độ cong khác sẽ là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Cũng

cần hiểu rằng, khí có thể được hướng đến các kênh tương ứng hoặc các kênh phụ của ống trao đổi nhiệt 103 thông qua thiết bị trung gian. Tương tự, cần hiểu rằng khí có thể được hướng đến các kênh tương ứng hoặc các kênh phụ của phần đầu 200 từ ống trao đổi nhiệt 103 thông qua thiết bị trung gian.

Trong một ví dụ mà trong đó bộ trao đổi nhiệt 1 được sử dụng để làm nóng trước khí được xử lý trong hệ thống xử lý nhiệt tiên tiến, nguồn khí thứ ba có thể là nguồn nhiệt. Ví dụ, nếu khí đã làm nóng đi lại vào bộ trao đổi nhiệt 1 từ cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến 14 không đủ nhiệt độ để làm nóng trước khí mà sắp đi vào cơ cấu xử lý nhiệt tiên tiến 14, chất lưu làm nóng chuyên dụng từ nguồn nhiệt có thể được đưa qua bộ trao đổi nhiệt để nâng nhiệt độ của các khí trong đó. Tương tự, nếu khí đã được làm nóng không đủ nguội, chất làm nguội có thể được sử dụng thay cho chất lưu làm nóng chuyên dụng.

Tất nhiên, trong cách bố trí với bốn nguồn chất lưu (và các dãy kênh kết hợp kênh trong các ống phân phối và các khối trao đổi nhiệt), cả chất lưu làm nóng chuyên dụng và chất làm nguội có thể được sử dụng. Ống phân phối theo khía cạnh này sẽ có bốn dãy kênh với mỗi kênh trong bốn dãy này có miệng theo hướng thứ nhất. Các kênh trong dãy kênh thứ nhất cũng sẽ có miệng theo hướng thứ hai, các kênh trong dãy kênh thứ hai cũng sẽ có miệng theo hướng thứ ba, các kênh trong dãy kênh thứ ba cũng sẽ có miệng theo hướng thứ tư, và các kênh trong dãy thứ tư của các kênh cũng sẽ có miệng theo hướng thứ năm, trong đó hướng thứ nhất hướng thứ năm là khác nhau.

Cần hiểu rằng, sáng chế đề xuất phương tiện để khiến cho các chất lưu từ hai nguồn chất lưu khác nhau chảy theo hướng song song trong bộ trao đổi nhiệt.

Cần hiểu thêm rằng, sáng chế đề xuất bộ trao đổi nhiệt có phương tiện để tiếp nhận nhiều đầu vào chất lưu và khiến cho các dòng này chảy tách rời nhau theo cách song song, và phương tiện phân phối nhiều chất lưu trên lối ra của bộ trao đổi nhiệt. Như nêu trên, bộ trao đổi nhiệt có thể cho phép dòng chảy ngược (nghĩa là dòng chất lưu không song song) hoặc dòng cùng chảy (nghĩa dòng chất lưu song song).

Cần phải hiểu thêm nữa rằng, sáng chế đề xuất bộ trao đổi nhiệt dòng song song có thể tiếp nhận các nguồn chất lưu nóng và một nguồn chất lưu tương đối nguội, sao cho nhiệt được truyền từ các chất lưu nóng đến chất lưu tương đối nguội.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ống phân phối (2) dùng cho bộ trao đổi nhiệt dòng song song, ống phân phối này bao gồm:

các kênh thứ nhất (5a, 15a) mà mỗi kênh có miệng quay về hướng thứ nhất và miệng quay về hướng thứ hai khác với hướng thứ nhất; và

các kênh thứ hai (5b, 15b) được xen kẽ với các kênh thứ nhất, các kênh thứ hai có miệng quay về hướng thứ ba và miệng quay về hướng thứ nhất, trong đó hướng thứ ba khác với hướng thứ nhất và hướng thứ hai;

các kênh thứ ba (15c) có miệng quay về hướng thứ tư và miệng quay về hướng thứ nhất, trong đó hướng thứ tư khác với hướng thứ nhất, hướng thứ hai, và hướng thứ ba

2. Ống phân phối theo điểm 1, trong đó ống phân phối được làm thích ứng để vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1.070°C và 1.350°C.

3. Ống phân phối theo điểm bất kỳ nêu trên, trong đó ống phân phối là silic cacbua hoặc nguyên liệu bắt nguồn từ silic cacbua.

4. Ống phân phối theo điểm 1, trong đó số lượng định trước của các kênh xen kẽ từ mỗi kênh trong số nhóm kênh thứ nhất và nhóm kênh thứ hai được bố trí giữa các kênh nối tiếp từ các nhóm kênh thứ ba.

5. Ống phân phối theo điểm 4, trong đó số lượng định trước là lớn hơn một.

6. Ống phân phối theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 5, trong đó ống phân phối này còn có:

các kênh thứ tư có miệng quay về hướng thứ năm và miệng quay về hướng thứ nhất, trong đó hướng thứ năm khác với hướng thứ nhất, hướng thứ hai, hướng thứ ba, và hướng thứ tư.

7. Phương pháp chế tạo ống phân phối theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, phương pháp này bao gồm bước in 3D ống phân phối này.
8. Bộ trao đổi nhiệt (1) có hai ống phân phối (2, 2a, 2b) được nối vào các phía đối diện của ống trao đổi nhiệt (3), trong đó:
 

mỗi ống phân phối là ống phân phối theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6; và

ống trao đổi nhiệt có ít nhất một khối trao đổi nhiệt (4), có các kênh (6) qua đó, các kênh của khối trao đổi nhiệt xếp thẳng hàng với các kênh của mỗi ống phân phối để tạo ra dãy đường dẫn khí chứa cả các ống phân phối và ống trao đổi nhiệt.
9. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm 8, trong đó mỗi khối trao đổi nhiệt có vùng tiếp nhận (8) được làm thích ứng để tiếp nhận vòng đệm, vùng tiếp nhận này được bố trí trên bề mặt của khối và bao quanh các kênh trên bề mặt của khối.
10. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm 8, trong đó đường dẫn chất lưu thứ nhất có các kênh thứ nhất trong một ống phân phối và các kênh thứ nhất trong ống phân phối khác và đường dẫn chất lưu thứ hai có các kênh thứ hai trong một ống phân phối và các kênh thứ hai trong ống phân phối khác, bộ trao đổi nhiệt này còn có:
 

bộ nối thứ nhất (10) được làm thích ứng để nối đường dẫn chất lưu thứ nhất với nguồn chất lưu thứ nhất; và

bộ nối thứ hai (12) được làm thích ứng để nối đường dẫn chất lưu thứ hai với nguồn chất lưu thứ hai.
11. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm 10, trong đó bộ trao đổi nhiệt này còn có bộ nối thứ ba (11) để nối đường dẫn chất lưu thứ nhất với nguồn chất lưu thứ hai ở đầu của đường dẫn chất lưu thứ nhất đối diện với bộ nối thứ nhất.
12. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm 10 hoặc 11, trong đó bộ nối thứ nhất và bộ nối thứ hai được lắp vào cùng một ống phân phối.

13. Bộ trao đổi nhiệt theo điểm 10 hoặc 11, trong đó bộ nối thứ nhất và bộ nối thứ hai được lắp vào các ống phân phối khác nhau.

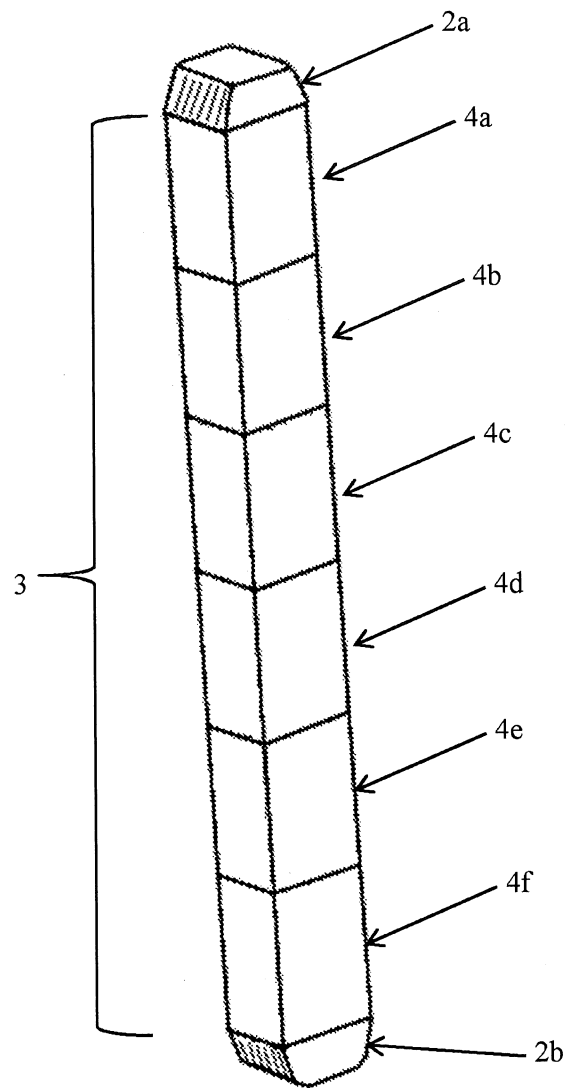


Fig.1

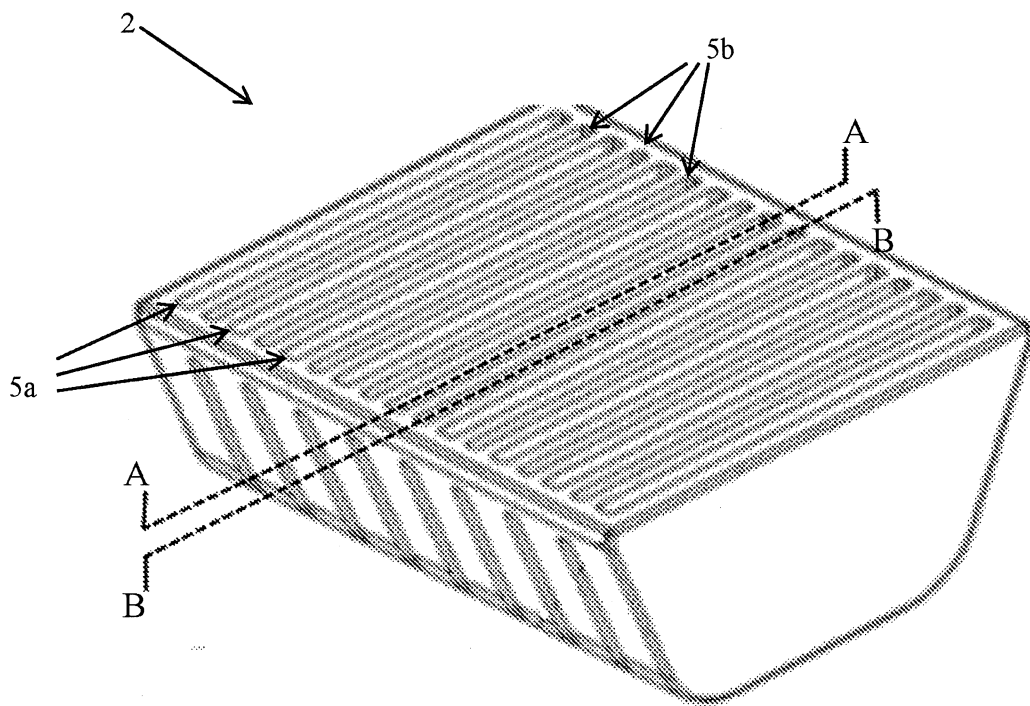


Fig.2

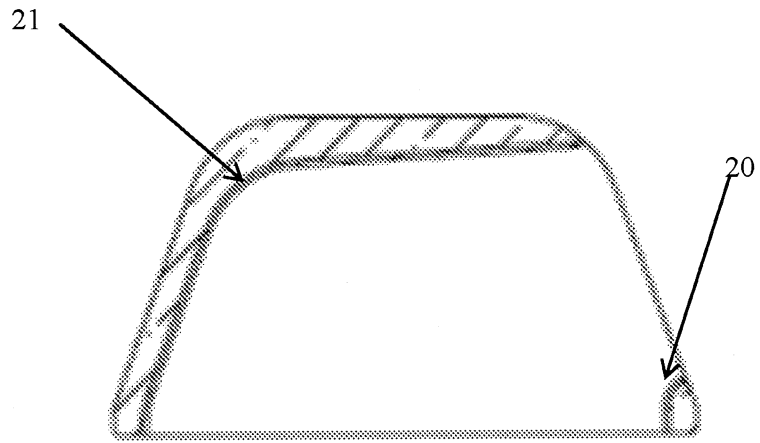


Fig.3

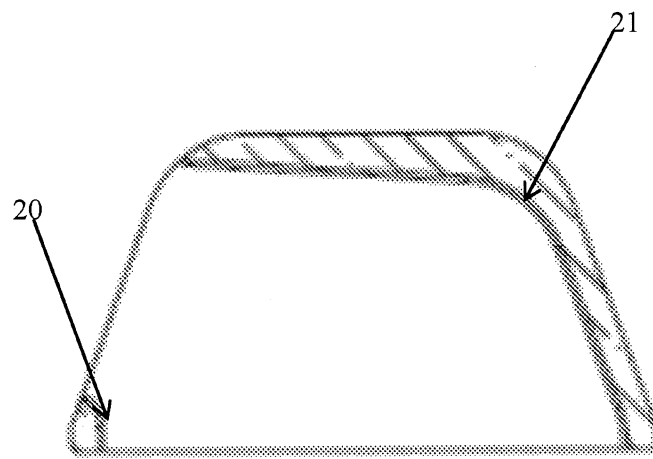


Fig.4

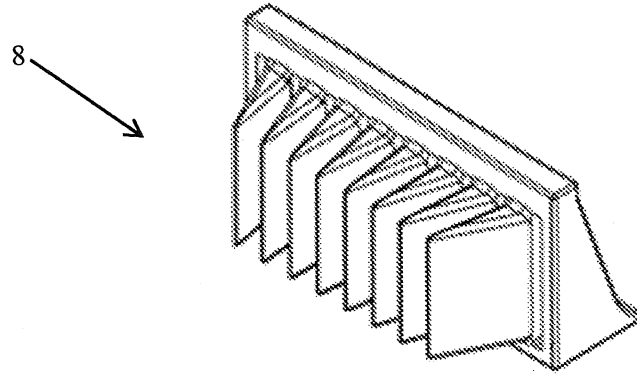


Fig.5

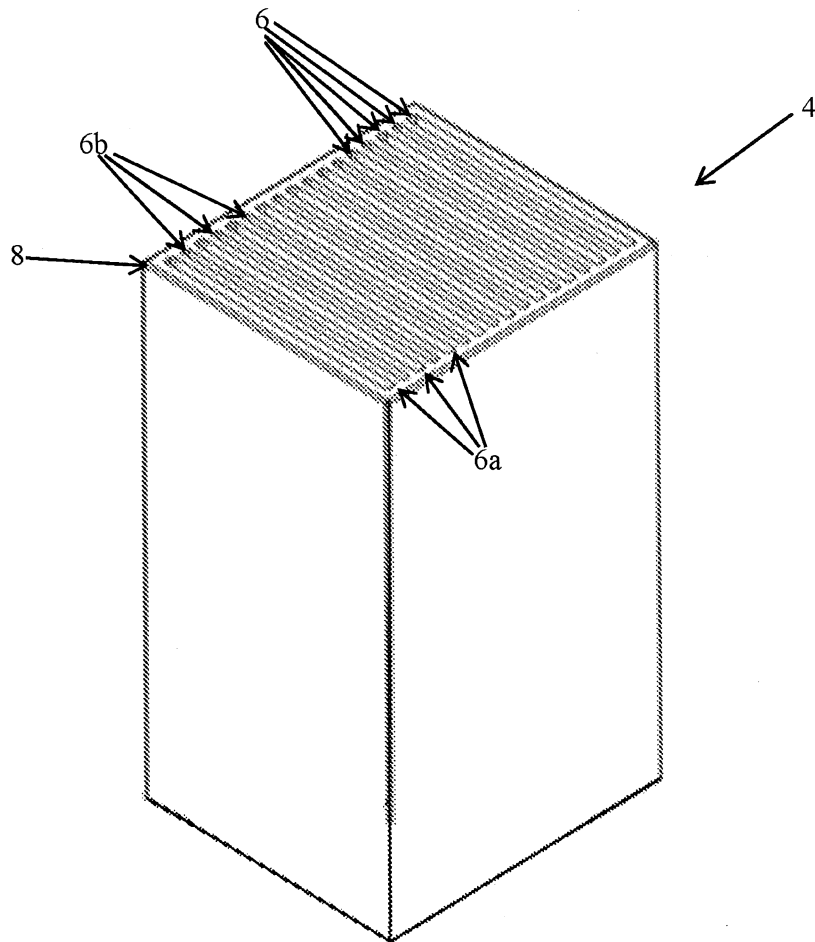


Fig.6

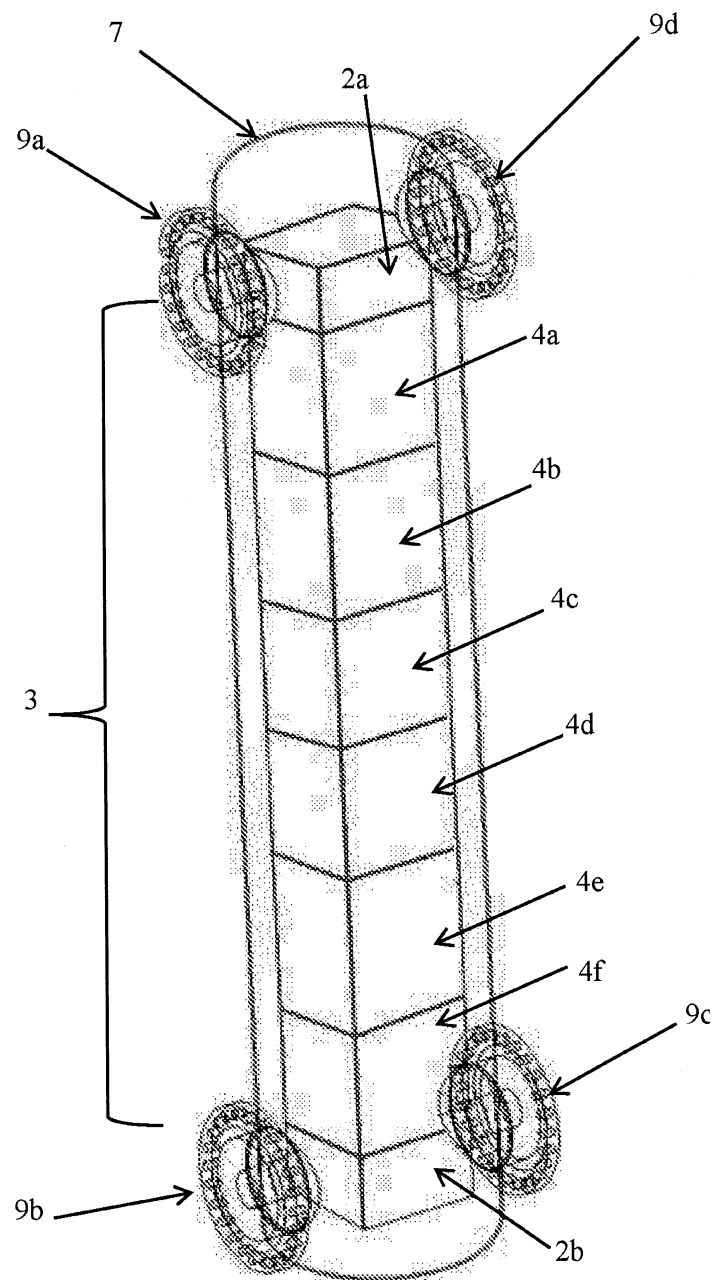


Fig.7

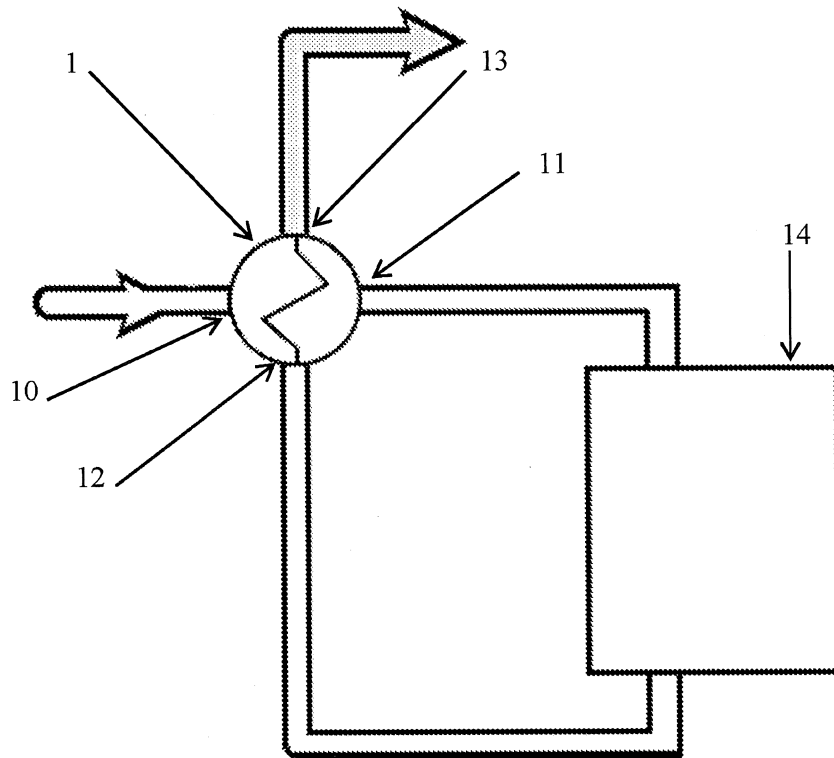


Fig.8

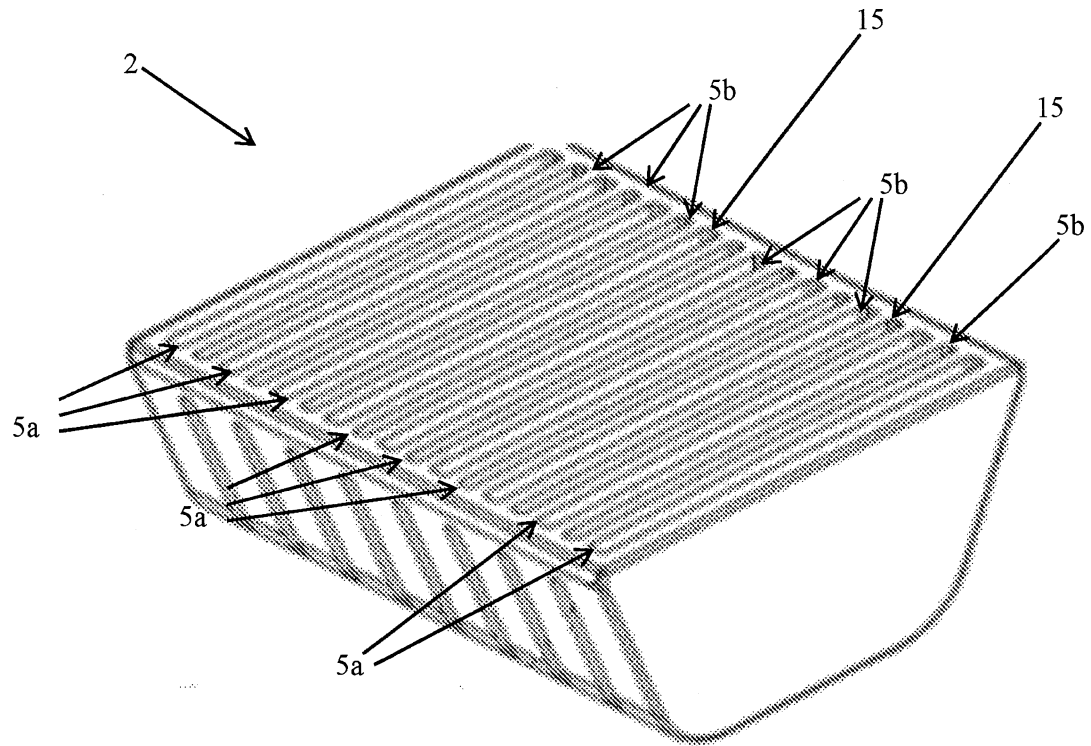


Fig.9

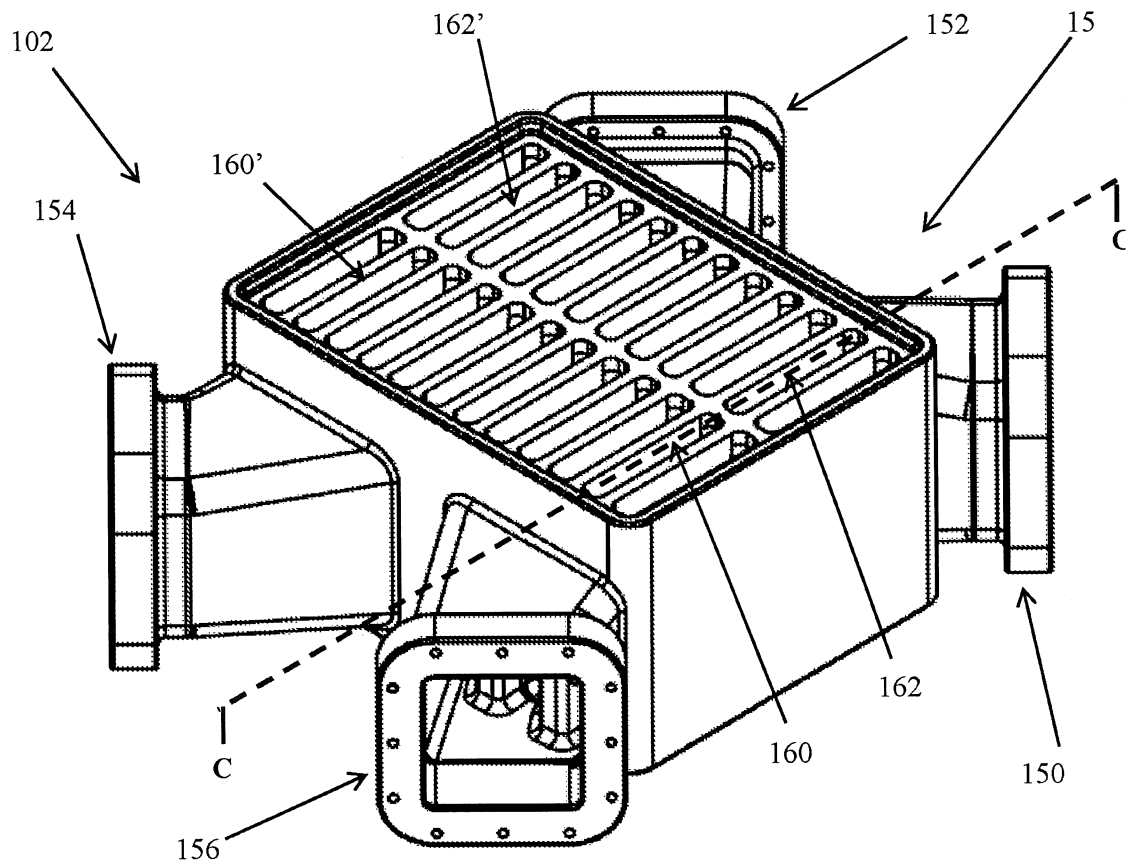


Fig.10A

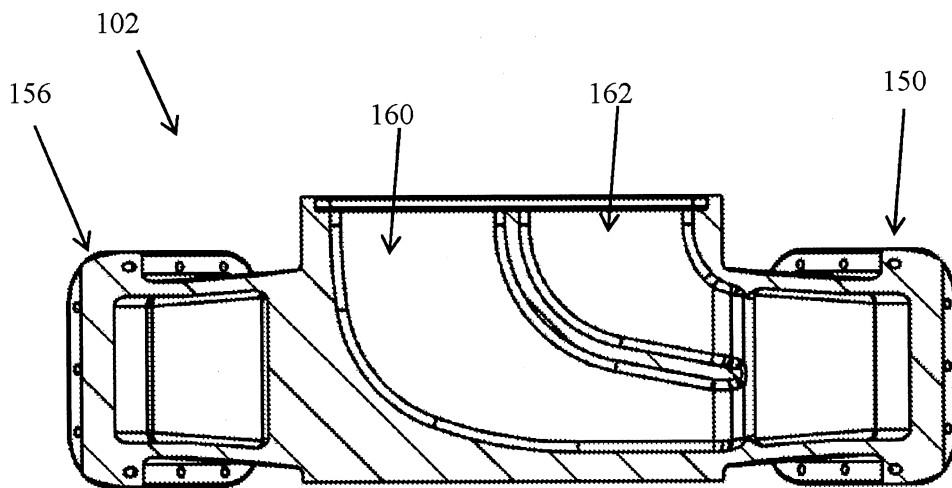


Fig.10B

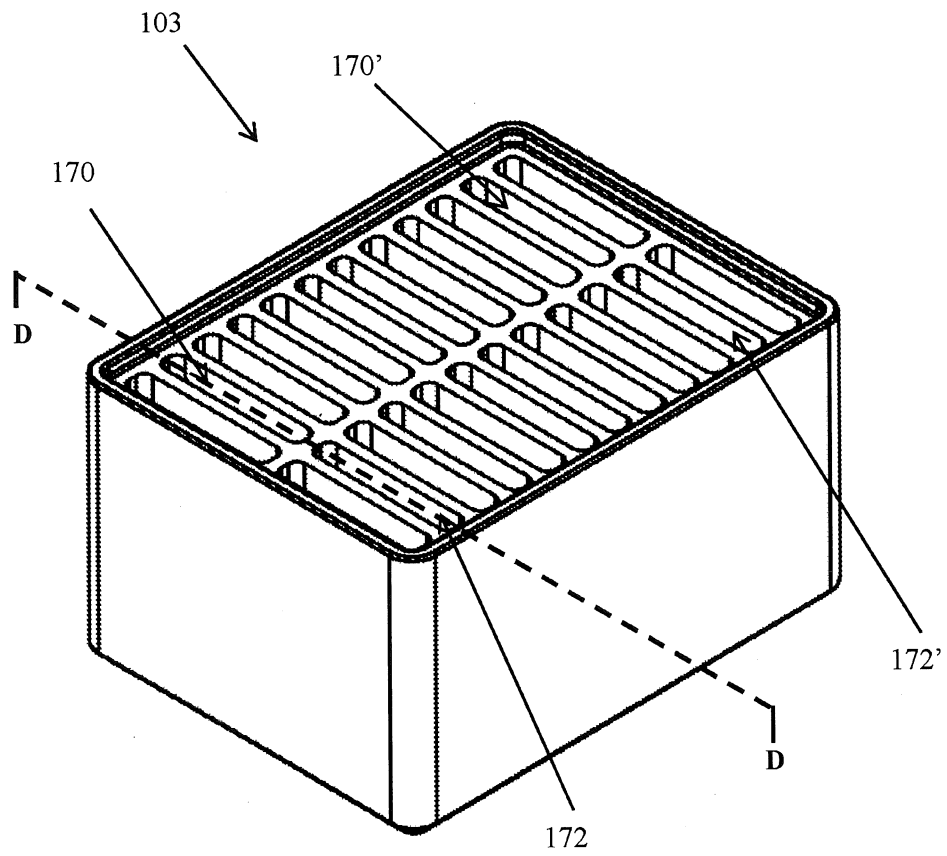


Fig. 11A

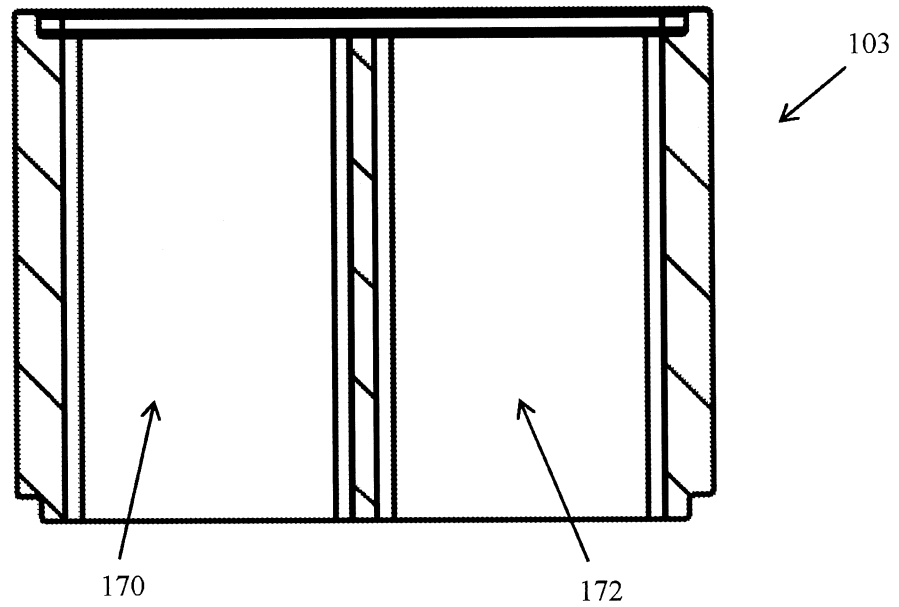


Fig. 11B

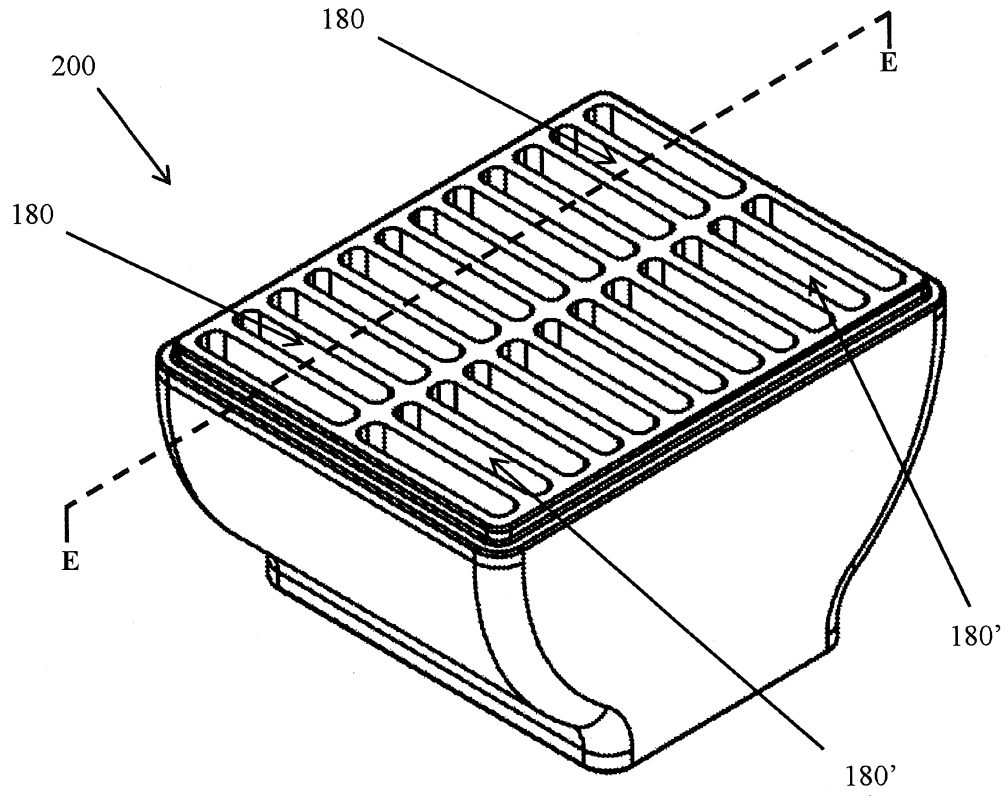


Fig.12A

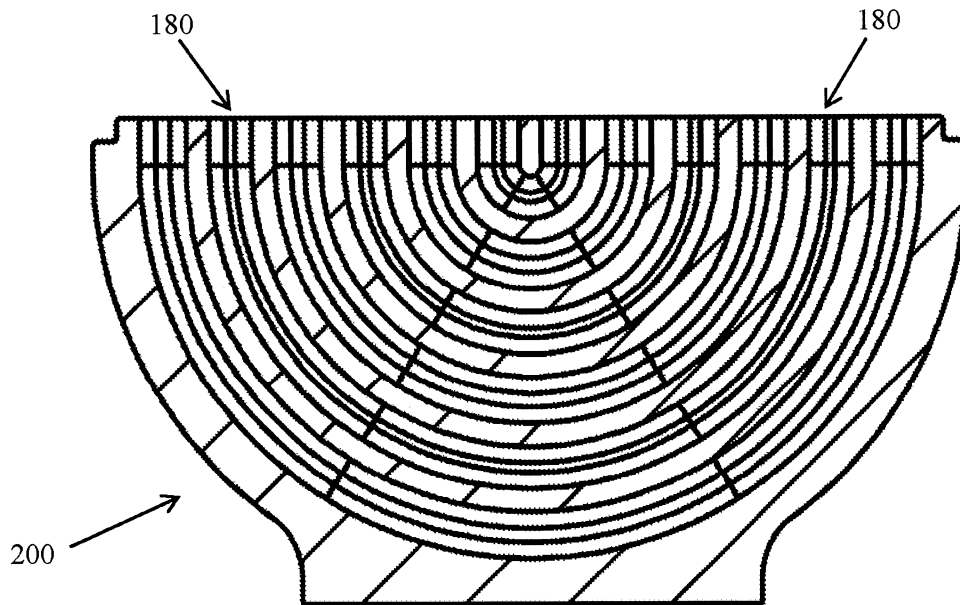


Fig.12B