



(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)



1-0034726

(51)⁸ H01L 35/34; B22F 3/105

(13) B

(21) 1-2018-03657

(22) 06/01/2017

(86) PCT/EP2017/050248 06/01/2017

(87) WO2017/125268 27/07/2017

(30) 16152219.8 21/01/2016 EP

(45) 25/01/2023 418

(43) 26/11/2018 368A

(73) EVONIK OPERATIONS GMBH (DE)

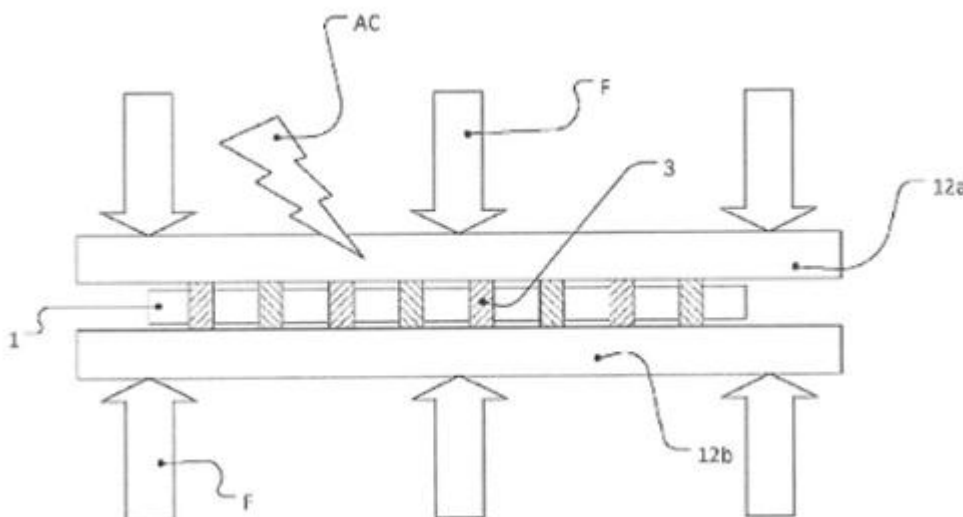
Rellinghauser Straße 1-11, 45128 Essen, Germany

(72) HOCH Sascha (DE); KERN Magdalena (DE); STENNER Patrik (DE); BUSSE Jens (DE); GIESSELER Mareike (DE); DEIS Wolfgang (DE); RAJIC Zeljko (DE).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT BỘ PHẬN NHIỆT ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất bộ phận nhiệt điện hoặc ít nhất một kết cấu bán thành phẩm của nó. Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp mà có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các thiết bị tiêu chuẩn. Ngoài ra, các bước xử lý sau để làm ngang bằng đế và các chân nhiệt cần được tránh tới mức có thể. Để đạt điều đó, các bước xử lý ép, định vị và nung kết được thực hiện trên các thiết bị khác nhau sao cho các thiết bị tiêu chuẩn có thể được dùng cho càng nhiều công đoạn này càng tốt. Theo một khía cạnh chủ yếu, sáng chế bao gồm các công đoạn nung kết và làm ngang bằng được thực hiện ở một bước xử lý mà ở đó các điện cực nung kết phẳng được bố trí trên mặt phẳng song song với đế được sử dụng, chúng được dịch chuyển gần về phía đế sau khi có sự co do nung kết. Vào lúc kết thúc công đoạn nung kết, khoảng cách giữa các điện cực đặc trưng cho cả chiều dày đế lẫn chiều dài của các chân nhiệt, nhờ đó đảm bảo việc hoàn thiện ngang bằng của các chân nhiệt với đế mà không cần xử lý sau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất bằng cách luyện kim bột bộ phận nhiệt điện hoặc ít nhất là kết cấu bán thành phẩm của nó.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bộ phận nhiệt điện là bộ biến đổi năng lượng mà chuyển hoá nhiệt năng thành điện năng trên cơ sở hiệu ứng nhiệt điện được mô tả bởi Peltier và Seebeck. Do hiệu ứng nhiệt điện này là thuận nghịch, nên cũng có thể sử dụng bộ phận nhiệt điện bất kỳ để dùng chuyển hoá điện năng thành nhiệt năng: các bộ phận đã biết như các bộ phận Peltier thường được dùng để làm nguội hoặc nung nóng các vật đồng thời với việc tiêu thụ điện năng. Do đó, các bộ phận Peltier cũng được xem là các bộ phận nhiệt điện trong phạm vi của sáng chế này. Các bộ phận nhiệt điện, dùng cho việc chuyển hóa nhiệt năng thành điện năng, thường được gọi là bộ phát nhiệt điện (TEG: Thermoelectric generator).

Các bộ phận nhiệt điện công nghiệp bao gồm ít nhất một cặp nhiệt điện bằng vật liệu có hoạt tính nhiệt điện, cấu thành bởi hai chân nhiệt (thermoleg), và một vỏ bọc mang và bao quanh và cách điện cặp nhiệt điện này với bên ngoài.

Nhiều vật liệu có hoạt tính nhiệt điện được mô tả trong các tài liệu chuyên ngành. Để dùng nhằm mục đích thương mại, ví dụ, nhóm hợp kim bismut telurit bán dẫn (đặc biệt với các chất phụ gia selen và/hoặc antimon) là thích hợp, chúng được thêm vào, thứ nhất là để tạo tính dẫn điện p và thứ hai là để tạo tính dẫn điện n để tạo ra một cặp nhiệt điện.

Các nhóm vật liệu hoạt tính nhiệt điện khác bao gồm: các vật liệu Semi-Heusler, các loại silicua khác nhau (đặc biệt là magie, sắt), các loại telurit khác nhau (chì, thiếc, lantan, antimon, bạc), skuterudit, các loại antimonua khác nhau (kẽm, xeri, sắt, yterbi, mangan, coban, bismut, đôi khi còn được gọi là các pha Zintl), TAGS, silic germanua, các loại clathrat (đặc biệt là trên cơ sở germani). Cũng như các vật liệu bán dẫn này, các bộ phận nhiệt điện cũng có thể được cấu thành bởi việc kết hợp các kim loại tiêu chuẩn phổ biến nhất, như trường hợp, ví dụ, đối với các cặp nhiệt điện thông thường dùng để đo nhiệt độ, ví dụ, Ni-CrNi.

Tuy nhiên, hệ số chất lượng có thể đạt được (mức độ hiệu suất nhiệt điện) là thấp hơn đáng kể so với các vật liệu bán dẫn nêu trên.

Các bộ phận nhiệt điện phổ biến thông thường gồm các khối đặc của các bán dẫn có hoạt tính nhiệt điện và các vỏ cách điện cứng, thường là bằng gốm. Khi các khối đặc được sử dụng, chúng thường được đưa ra từ các thỏi rắn.

Do các thỏi thường có các khuyết tật hoặc các lỗ co ngót, nên thường là đầu tiên chúng được nghiền thành bột và nung kết bột này để tạo ra khối đúc đã được nén rất chặt theo yêu cầu. Sau đó, các lõi TE dạng đặc được đưa ra từ khối đúc có độ rỗng thấp, đặc theo yêu cầu.

WO 2008061823 A1 mô tả việc sản xuất kết cấu bán thành phẩm của bộ phận nhiệt điện bằng cách đưa vật liệu nhiệt điện dưới dạng bột vào đế phẳng có lỗ. Các chân nhiệt của bộ phận đã được tạo ra này kéo dài theo hướng vuông góc với mặt phẳng đế.

Một phương pháp luyện kim bột khác để sản xuất các bộ phận nhiệt điện được mô tả trong DE102012205087A1. Việc ép chất có hoạt tính đã được tạo ra ở dạng bột được thực hiện trong các lỗ của khuôn đúc lỗ, mà sẽ trở thành một chi tiết của bộ phận nhiệt điện đã được sản xuất, cụ thể là đế.

Hạn chế của phương pháp đó có thể được xem xét là này phải làm ngang bằng vật liệu cách điện và nhiệt do nó nằm lại trong đế TEG. Đồng thời, việc khuôn này phải chịu được tải trọng cơ học cao trong khi ép các khối đúc, sẽ hạn chế việc lựa chọn vật liệu đế cách điện và nhiệt.

Một phương pháp cải tiến để sản xuất bằng cách luyện kim bột các bộ phận nhiệt điện được mô tả trong WO2015/043824A1. Theo phương pháp này, vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột được ép trong khuôn đúc được bố trí bên ngoài đế để tạo ra khối đúc, các khối đúc này được ép ra khỏi khuôn đúc vào các lỗ nằm trong đế và ở đó chúng được nung kết để tạo ra các chân nhiệt.

Một nhược điểm của phương pháp này là khuôn đúc được bố trí bên ngoài đế và trong đó chất có hoạt tính được ép để tạo ra các khối đúc phải được bố trí thẳng hàng với các lỗ của đế mà các khối đúc được ấn vào đó. Việc định hướng này và việc chuyển các khối đúc từ khuôn đúc vào đế cần phải có một thiết bị đặc biệt được phát triển và được sản xuất riêng nhằm mục đích này. Điều đó làm tăng đáng kể chi phí đầu tư cho dây chuyền thiết bị sản xuất áp dụng phương pháp này.

Hơn thế nữa, các khối đúc sẽ bị co khi nung kết, điều đó có nghĩa là thể tích bị giảm trong công đoạn nung kết. Kết quả là, việc các chân nhiệt bị co ngắn trong đế, dẫn đến chúng có thể khó tiếp xúc. Nói chung, vật liệu đế nhô ra phải được mài để đạt được sự hoàn thiện ngang bằng của các chân nhiệt với bề mặt của đế, là một điều kiện tiên quyết đối với một tiếp xúc điện đáng tin cậy. Bước xử lý này làm tăng chi phí sản xuất.

Một nhược điểm đáng kể khác của phương pháp được mô tả trong WO2015/043824A1 là nó không cho phép kiểm soát khối lượng riêng của các chân nhiệt. Điều đó khiến cho khó duy trì các giới hạn đặc tính kỹ thuật thu nhỏ về tính đồng nhất của mật độ các chân hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trên cơ sở tình trạng kỹ thuật nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp luyện kim bột để sản xuất bộ phận nhiệt điện hoặc kết cấu bán thành phẩm tương ứng, mà có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các thiết bị tiêu chuẩn để làm giảm các chi phí đầu tư và để làm tăng tính ổn định xử lý. Ngoài ra, lý tưởng là không cần phải có bước xử lý sau để làm ngang bằng giữa đế và các chân nhiệt. Nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho việc đảm bảo chất lượng, có thể thực hiện được việc kiểm soát khối lượng của các chân nhiệt riêng rẽ và/hoặc các khối đúc của chúng.

Mục đích này đạt được bởi quy trình bao gồm các bước sau:

- a) tạo ra đế gần như phẳng bằng vật liệu đế cách điện và cách nhiệt, có các lỗ thông qua đó theo hướng gần như vuông góc với mặt phẳng đế này;
- b) tạo ra vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột;
- c) ép vật liệu hoạt tính này để tạo ra khối đúc, trong đó việc ép được thực hiện trong khuôn đúc mà không có đế;
- d) cắm các khối đúc này vào các lỗ thông của đế để sao cho, trong mỗi lỗ thông, dọc theo trục của nó, có một khối đúc xuyên qua đế;
- e) bố trí đế cùng với các khối đúc đã được cắm vào giữa hai điện cực gần như phẳng, để sao cho cả các điện cực lẫn đế được định hướng gần như song song với nhau;

- f) cho các đầu mút của các khối đúc tiếp xúc với các điện cực để sao cho sự nối thông được tạo ra giữa hai điện cực qua các khối đúc, sự nối thông này không chỉ để dòng điện chạy qua mà còn truyền cả lực ép cơ học;
- g) cấp điện cho các khối đúc chạy giữa các điện cực để sao cho nhiệt được sinh ra trong vật liệu hoạt tính nhiệt điện;
- h) tác động lực ép lên các khối đúc mà tác động giữa các điện cực để sao cho vật liệu hoạt tính nhiệt điện bị ép dưới áp lực;
- i) nung kết các khối đúc này để tạo ra các chân nhiệt, cùng với tác động của áp suất và nhiệt;
- k) làm ngang bằng đế và các chân nhiệt có ở nó bằng cách đưa chúng sát vào các điện cực hơn trong khi duy trì tính song song của chúng, sao cho các chân nhiệt ngang bằng với đế, trong đó độ lệch trục bất kỳ của các khối đúc có trong đế và sự co do nung kết bất kỳ được bù.

Sáng chế đề cập đến quy trình như vậy.

Dấu hiệu cơ bản của sáng chế là tiến hành các bước xử lý ép, cắm và nung kết trên các thiết bị khác nhau sao cho có thể sử dụng được các thiết bị tiêu chuẩn cho càng nhiều công đoạn xử lý càng tốt.

Một khía cạnh chủ yếu của sáng chế đó là việc nung kết và làm ngang bằng được thực hiện trong một công đoạn xử lý trong đó các điện cực nung kết phẳng được bố trí trên mặt phẳng song song với đế được sử dụng, chúng được dịch chuyển gần về phía đế sau khi có sự co do nung kết. Các khối đúc được tạo ra với kích thước vượt chuẩn đủ để bù đắp cho sự co do nung kết. Vào lúc kết thúc công đoạn nung kết, khoảng cách giữa các điện cực đặc trưng cho cả chiều dày đế lẫn chiều dài của các chân nhiệt. Điều đó đảm bảo cho việc hoàn thiện ngang bằng của các chân nhiệt với đế mà không cần đến việc xử lý sau tiếp theo.

Một ưu điểm khác của việc hợp lý hoá sản xuất theo phương pháp của sáng chế có thể có đó là các đế cùng với các khối đúc đã được cắm được kết hợp để tạo thành chồng, trong đó các đế mở rộng trong chồng này song song song với nhau và trong mọi trường hợp một tấm ngăn cách gần như phẳng được đặt giữa hai đế liền kề trong chồng này, tấm ngăn cách này mở rộng song song với các đế và tạo ra sự nối thông dẫn điện và truyền nhiệt giữa các khối đúc của các đế liền kề, và toàn bộ chồng này được bố trí giữa hai điện cực. Nhờ sử dụng tấm ngăn cách, trong một

công đoạn nung kết trên một thiết bị nung kết, nhiều kết cấu bán thành phẩm (điều đó có nghĩa là các đế có các chân nhiệt đã được cắm) được tạo ra.

Theo phương pháp chung được nêu trên, các đế có các khối đúc đã được cắm có thể được bố trí riêng biệt hoặc được xếp chồng trong mặt phẳng giữa hai điện cực. Do đó, việc sản xuất được cải thiện hơn nữa.

Tốt hơn, nếu các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách phẳng được làm ngang bằng graphit, do chất liệu này có tính dẫn điện tốt, chịu được nhiệt độ nung kết cao và không bám dính vào vật liệu hoạt tính nhiệt điện. Graphit có đặc tính là độ bền cơ học của nó tăng theo nhiệt độ. Để tận dụng hiệu ứng này, phương pháp theo sáng chế đề xuất các khối đúc, dùng để tiếp xúc, được tác động lực ép thứ nhất, tiếp đó các khối đúc dưới tác động của lực ép thứ nhất được cấp điện cho đến khi các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách làm ngang bằng graphit đạt được nhiệt độ mà ở đó các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách làm ngang bằng graphit có khả năng chịu tải cao hoặc tải trọng phá huỷ cao hơn lực ép thứ nhất, và sau đó các khối đúc được tác động lực ép thứ hai, cao hơn lực ép thứ nhất và dưới khả năng chịu tải cao và/hoặc tải trọng phá huỷ. Do đó, lực ép thứ hai cần thiết cho công đoạn ép được thiết lập đầu tiên khi các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách đã đạt được đủ độ bền nhờ nhiệt độ. Cho tới khi nhiệt độ này đã đạt được, việc tác động chỉ được thực hiện bằng cách sử dụng lực ép thấp, thứ nhất.

Phương pháp theo sáng chế được dự định để xử lý vật liệu hoạt tính nhiệt điện là hợp kim được chọn từ nhóm các bismut telurit, chì telurit, kẽm antimonua, silicua, skuterudit, vật liệu semi-Hausler. Silic cỡ nano cũng có thể được sử dụng làm vật liệu có hoạt tính. Sự ưu tiên được đưa ra đối với bismut telurit (Bi_2Te_3).

Trong quá trình ép vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột để tạo ra các khối đúc, vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột được nén chặt. Tốt hơn là, bột, tuy nhiên, không được nén chặt tới mật độ thực (lý tưởng), mà chỉ tới mật độ nén thứ nhất bằng 75% tới 85% mật độ thực của vật liệu hoạt tính. Mật độ thực được dùng để chỉ mật độ mà một thân rắn lý tưởng làm ngang bằng vật liệu hoạt tính được sử dụng. Mật độ thực của hợp kim bismut telurit kỹ thuật, ví dụ, là $6,9\text{g/cm}^3$. Do mật độ nén thứ nhất thấp hơn mật độ thực, nên khối đúc có lỗ rỗng. Mật độ nén thứ nhất về mặt lý thuyết lại phải cao hơn mật độ thể tích của vật liệu hoạt tính nhiệt

điện dạng bột, do bột này sẽ được nén chặt trong khi ép. Tốt hơn, nếu mật độ thể tích của bột được sử dụng bằng 30% tới 50% mật độ thực.

Để đạt được mật độ nén thứ nhất, sự phân bố cỡ hạt của vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột và lực nén trong máy dập viên phải được chọn một cách thích hợp. Thông thường, trong trường hợp bismut telurit được dùng làm chất có hoạt tính, trước khi ép, nó sẽ phải có cỡ hạt trung bình d_{50} nằm trong khoảng từ $3\mu\text{m}$ đến $30\mu\text{m}$; áp suất mà tại đó vật liệu hoạt tính nhiệt điện được ép để tạo ra các khối đúc sẽ phải nằm trong khoảng từ 541MPa đến 955MPa. Sự phân bố cỡ hạt được xác định bằng kỹ thuật tán xạ ánh sáng laser tính theo lý thuyết Mie. Phương pháp phân tích này được đặc tả theo tiêu chuẩn DIN-ISO 13320; phép đo ướt được sử dụng. Máy đo thích hợp là thiết bị quang phổ tán xạ ánh sáng laser HORIBA LA 950 của hãng Retsch Technology GmbH, Haan (Germany). Áp suất được áp dụng trong máy dập viên trong khi ép bột có thể được đọc nhanh trên máy dập viên này. Nhằm mục đích này lực được xác định khi dập, ví dụ, nhờ sử dụng bộ cảm biến tải trọng (các dải đo kéo dài) và liên quan tới vùng dập.

Chiều dài của các khối đúc sẽ tương ứng bằng 105% tới 150% chiều dày đế ở trạng thái đã làm ngang bằng. Điều đó có nghĩa là các khối đúc được cắm vào đế nhô ra khỏi đế cho phép sự tiếp xúc cơ học và điện tốt với các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách. Sau đó, sự co do nung kết cho phép các chân nhiệt có ngắn bằng chiều dày đế, và vì vậy sau đó việc làm ngang bằng là không cần thiết.

Nhiệt độ được thiết lập trong các khối đúc trong khi nung kết sẽ tương ứng bằng 50% tới 70% nhiệt độ nóng chảy của chất có hoạt tính. Nhiệt độ nóng chảy tùy thuộc vào chất có hoạt tính được sử dụng. Trong trường hợp bismut telurit, nhiệt độ nóng chảy là 573°C . Nếu hợp kim thuộc nhóm bismut telurit được sử dụng, nhiệt độ nung kết tối ưu tương sẽ nằm trong khoảng từ 287°C đến 401°C , tùy thuộc vào hợp kim cụ thể.

Nhiệt độ hầu như không thể đo được trong chính các khối đúc. Theo cách khác, trong khi nung kết, nhiệt độ được đo nhờ sử dụng nhiệt kế ở các điện cực. Nhiệt độ nung kết được kiểm soát bởi dòng điện cấp cho các khối đúc.

Nếu bismut telurit được sử dụng làm vật liệu hoạt tính, các khối đúc trong khi nung kết cần được cấp dòng điện với cường độ theo thứ tự sau:

Mật độ dòng tính theo diện tích mặt cắt của các khối đúc: 10kA/m^2 tới 100kA/m^2

Thời gian cấp: 600 giây tới 1100 giây

Công suất tiêu thụ điện năng/khối lượng ban đầu của vật liệu hoạt tính: 150kJ/g tới 250kJ/g

Dòng điện có thể được cấp dưới dạng dòng điện xoay chiều có tần số nằm trong khoảng từ 20Hz đến 100Hz. Dòng điện xoay chiều có tần số điện lưới tiêu chuẩn 50Hz hoặc 60Hz là thích hợp. Cũng có thể áp dụng dòng điện một chiều.

Do việc cấp dòng điện, các điện cực và các khối đúc được nung nóng tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 300°C đến 400°C. Nhiệt độ có thể được đo trên các điện cực và được sử dụng làm một thống số điều chỉnh. Nhiệt độ cao có tác dụng nung kết vật liệu hoạt tính. Khối đúc đã nung kết tương ứng với chân nhiệt. Do việc nung kết như vậy, điện trở của các vật liệu hoạt tính giảm, hoạt tính nhiệt điện của các chân nhiệt đã được nung kết tăng so với các khối đúc có lỗ rỗng.

Đối với mỗi cặp nhiệt điện, cần đến hai vật liệu hoạt tính nhiệt điện có tính dẫn khác nhau, chúng được nối điện với nhau, trong đó vật liệu hoạt tính thứ nhất, ví dụ, có tính dẫn p, và vật liệu hoạt tính thứ hai có tính dẫn n, hoặc ngược lại. Tính dẫn "khác nhau" theo sáng chế này có nghĩa là hai vật liệu hoạt tính có hệ số Seebeck khác nhau. Các bán dẫn có tính dẫn p và n đặc biệt được ưu tiên làm các vật liệu hoạt tính, do các hệ số Seebeck của chúng có dấu ngược nhau (âm đối với các bán dẫn n, dương đối với các dẫn p), và do đó sự sai khác số học giữa các hệ số Seebeck là rất lớn. Nó nâng cao hiệu quả của bộ phận nhiệt điện.

Theo một phương án của phương pháp sản xuất này, cả hai vật liệu hoạt tính này lần lượt được ép để tạo ra các khối đúc tương ứng và được sử dụng. Điều đó có nghĩa là các khối đúc đầu tiên được tạo ra từ vật liệu có tính dẫn p và được cắm vào đế và sau đó vật liệu hoạt tính có tính dẫn n được xử lý. Thời gian thay đổi thiết bị nhờ được giảm xuống. Tất nhiên, theo một phương án khác vật liệu có tính dẫn n có thể được xử lý trước, tiếp đó là vật liệu có tính dẫn p.

Tuy nhiên, theo một phương án thứ hai được ưu tiên, hai máy dập viên được sử dụng, máy dập viên thứ nhất dùng cho vật liệu hoạt tính có tính dẫn p, và máy dập viên thứ hai dùng cho vật liệu hoạt tính có tính dẫn n. Chi phí đầu tư bị nhân đôi so với phương án thứ nhất được hoàn trả nhanh chóng do việc rút ngắn thời gian thay đổi thiết bị: Bởi vì trong cùng một chân nhiệt, các vật liệu có tính dẫn n và p không được trộn lẫn, nên nhất thiết phải làm sạch hoàn toàn khi thay đổi vật

liệu. Cụ thể, khi các máy ép quay phức tạp được sử dụng, thời gian thay đổi thiết bị sẽ rất dài. Khi hai máy được sử dụng, mỗi máy phải được vận hành theo một cách riêng biệt, mất thời gian thay đổi thiết bị và thời gian bảo dưỡng thiết bị bị kéo dài một cách đáng kể. Hơn thế nữa, việc áp dụng ép riêng rẽ các vật liệu hoạt tính có tính dẫn n và có tính dẫn p cho phép cải thiện chất lượng, do mức độ làm bẩn các chân nhiệt bởi các chất ngoại lai bị loại trừ hoàn toàn.

Lực ép tác động lên các khối đúc trong khi nung kết là thấp hơn đáng kể so với áp lực trước đó trong quá trình ép bột để tạo ra các khối đúc.

Tốt hơn là, các khối đúc, trong khi tác động lực ép tác động giữa các điện cực, được ép tới mật độ ép thứ hai bằng 90% tới 97% mật độ thực của vật liệu hoạt tính. Mặc dù mật độ của các khối đúc ngay trước khi nung kết được tăng lên nữa, song mật độ thực lý thuyết (như xác định ở trên) không thể đạt được.

Trong trường hợp bismut telurit, khối đúc phải được tác động lực ép để tạo ra áp suất nằm trong khoảng từ 10MPa đến 50MPa trong vật liệu hoạt tính nhiệt điện.

Graphit lạnh thường có độ bền nén nằm trong khoảng từ 60MPa đến 120MPa. Do đó, các điện cực/các tấm ngăn cách graphit đầu tiên phải được nung nóng tới nhiệt độ khoảng 300°C trước khi tác động lực ép cuối. Ở nhiệt độ này, các nguyên tố graphit đã đạt được độ bền phá huỷ cần thiết để chịu áp mà không bị phá huỷ. Tốc độ nung nóng cho việc thiết lập nhiệt độ này sẽ phải khoảng 50°K/phút.

Các khối đúc được sử dụng theo phương pháp này có thể có các dạng hình học khác nhau. Trước tiên, dạng hình trụ nói chung sẽ được xét đến. Không nhất thiết phải có dạng tròn, nó cũng có thể có dạng hình elip, hình chữ nhật, hình vuông hoặc hệ lục giác. Các khối đúc hình trụ cũng hữu ích khi có dạng đa giác lồi n cạnh đều hoặc không đều. Tuy nhiên, đặc biệt tốt, nếu các khối đúc có dạng hình trạng trụ tròn.

Ngoài dạng hình trụ, các khối đúc cũng có thể dạng hơi côn. Điều đó có nghĩa là khi diện tích mặt cắt giảm theo hướng trục, thì khối đúc côn. Lợi ích của khối đúc côn là nó sẽ được cắm chặt vào lỗ thông của đế và không bị rơi ra khi đế có khối đúc đã được cắm được xử lý. Góc côn cần được chọn một cách thích hợp để sao cho lực kẹp thoả đáng sinh ra giữa đế và khối đúc đã được cắm. Tương tự,

góc côn này phải không được quá dốc, để đế không bị sút mẻ dưới tác động nện. Góc côn thích hợp cũng tùy thuộc vào hệ số ma sát và do đó tùy thuộc vào cặp đôi vật liệu.

Hiệu quả tương tự cũng có thể đạt được bằng cách tạo côn lỗ thông hoặc bởi việc các khối đúc cắm vào các lỗ thông có kích thước vượt chuẩn theo hướng kính (ép ráp các bộ phận).

Để có thể cho phép cắm một cách dễ dàng các khối đúc hình trụ tròn vào đế, mỗi khối đúc này sẽ phải có phần vát ở phía đầu. Điều này được áp dụng nhiều hơn khi các khối đúc có kích thước vượt chuẩn theo hướng kính. Nhờ có phần vát, khi các khối đúc được cắm vào, không xuất hiện sự sút mẻ vật liệu (các mép sắc dễ bị sút mẻ). Các khối đúc cũng ít bị hư hỏng hơn khi va đập. Cuối cùng, nguy cơ phát triển “đầu hình nấm” (hoặc “tạo dạng đỉnh tán”) của phần nhô trong khi nung kết được làm giảm.

Các khối đúc cũng cần phải có bề mặt trơn nhẵn, sao cho chúng trượt một cách dễ dàng vào các lỗ của đế. Chất lượng bề mặt của các khối đúc được quyết định bởi hình dạng, trị số định lượng và áp suất trong khi ép. Tốt hơn là, mặt bên của các khối đúc có trị số độ nhám trung bình R_a đo được theo tiêu chuẩn DIN 4766 T2 nằm trong khoảng từ $12\mu\text{m}$ đến $24\mu\text{m}$.

Một ưu điểm quan trọng của phương pháp theo sáng chế đó là các khối đúc có thể được ép trên máy ép tiêu chuẩn ở bên ngoài đế. Điều ngạc nhiên là, các máy dập viên hiện có là thích hợp cho việc này, như các máy ép được sử dụng trong công nghiệp dược phẩm để dập viên cho thuốc dạng bột. Phát hiện này là đáng ngạc nhiên, bởi vì các máy dập viên là để dùng cho việc bào chế dược phẩm có thành phần khác hẳn về mặt vật lý và hoá học so với vật liệu hoạt tính nhiệt điện. Ví dụ, bismut telurit có tỷ trọng cực kỳ cao so với thuốc thông thường.

Tuy nhiên, các máy dập viên kiểu quay hoặc lệch tâm cho dù không cải biến vẫn có thể tạo ra các lực nén cần thiết cho việc ép vật liệu hoạt tính nhiệt điện để tạo ra khối đúc và có thể tạo ra lượng lớn các khối đúc hoàn toàn tự động với năng suất cao từ vật liệu hoạt tính. Thay vì nạp thuốc, máy dập viên này được nạp vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột. Các lực ép dập cần phải được thiết lập để sao cho các lực ép cần thiết (700MPa tới 1200MPa trong trường hợp Bi_2Te_3) đạt được trong khuôn đúc. Do đó, các khuôn dập chịu tải trọng cao phải được chọn. Do đó,

việc phát triển một máy riêng biệt có thể được bỏ qua bằng cách tận dụng ngay các máy dập viên hiện có.

Máy dập viên kiểu quay thích hợp là kiểu 1200i của hãng Fette Compacting GmbH, Schwarzenbek (Germany). Như nêu trên, tốt hơn là hai máy dập viên được tận dụng, để tạo ra các khối đúc được pha thêm n và p riêng biệt.

Một ưu điểm khác của các máy dập viên được phẩm đó là chúng được trang bị ngay từ đầu các thiết bị định lượng vận hành chính xác; nhờ đó, vật liệu hoạt tính được định lượng vào khuôn đúc với độ chính xác cao "out-of-the-box". Việc định lượng này thực hiện thông qua phép đo thể tích.

Một ưu điểm khác của việc sử dụng các khối đúc riêng rẽ được tạo ra ngay tại máy dập viên đó là các khối đúc hỏng có thể cách dễ dàng được loại bỏ, và vật liệu hoạt tính được tái chế bằng cách nghiền. Nếu các khối đúc được ép tại chỗ (điều đó có nghĩa là ép trong đế) hoặc được chuyển đồng loạt thẳng từ khuôn đúc vào đế, thì các khối đúc bị lỗi có thể nằm trong đế và làm giảm chất lượng của TEG thành phẩm.

Máy dập viên đùn các khối đúc một cách ngẫu nhiên. Để cầm riêng rẽ các khối đúc này vào đế, có thể sử dụng kết cấu cô lập và truyền tải thương mại, như các kết cấu tiêu chuẩn dùng để cầm các viên nén vào các vỉ thuốc. Tốt hơn là, các máy truyền tải có bộ dẫn động áp lực, hoặc các băng chuyền rung được sử dụng. Các máy thích hợp là có bán sẵn của hãng Harro Hoflinger Verpackungsmaschinen GmbH, Allmersbach im Tal, Germany. Các máy phân phối tự động khác có thể được sử dụng, hoặc các khối đúc được cầm thủ công vào đế.

Về cơ bản, phương pháp theo sáng chế cho phép có thể lựa chọn từ nhiều loại vật liệu đế khác nhau. Nhằm làm tăng hiệu quả của máy phát nhiệt điện, vật liệu đế được chọn sẽ phải là có tính cách điện và cách nhiệt càng cao càng tốt. Tuy nhiên, vật liệu đế này cũng phải có giá thành hợp lý để đảm bảo tính khả thi về mặt kinh tế. Ngoài ra, vật liệu đế này phải có tính bền nhiệt (thay đổi) phù hợp với quá trình xử lý tiếp sau và việc sử dụng sau này trong bộ phận nhiệt điện. Chúng cũng cần phải có độ bền cơ học nhất định.

Ví dụ về các vật liệu đế đặc biệt hiệu quả kinh tế là các vật liệu composit được cấu thành bởi các vật liệu vô cơ và chất kết dính. Tốt hơn, nếu các vật liệu vô cơ là mica, perlit, phlogopit hoặc muscovit. Để làm chất kết dính, silicon, nhựa silicon và/hoặc nhựa epoxy được ưu tiên sử dụng. Với các chất này, đặc biệt có thể tạo lớp các đế dưới dạng vật liệu nhiều lớp. Thích hợp nhất để làm đế là các tấm ngăn cách có bán sẵn dưới tên thương mại Miglasil[®] và Pamitherm[®] của hãng von Roll AG, Switzerland. Chúng là các tấm dạng lớp được cấu thành bởi muscovit được liên kết bằng silicon. Vật liệu ngăn cách bền nhiệt này có thể được xử lý một cách khác thường trong quy trình theo sáng chế.

Khi sử dụng vật liệu đế dạng nhiều lớp làm ngang bằng các vật liệu vô cơ và chất kết dính, điều quan trọng là phải điều chỉnh các thông số thiết bị thích hợp trong khi gia công cơ học để tránh làm hỏng vật liệu. Do vậy, trong trường hợp tạo lỗ cắt các tấm Pamitherm bằng các mũi khoan hợp kim cứng rắn, phải duy trì vận tốc cắt nằm trong khoảng từ 0,3m/giây đến 1,5m/giây. Với đường kính khoan 4mm, tương đương với tốc độ quay nằm trong khoảng từ 1500/phút đến 7500/phút. Vận tốc dẫn phải nằm trong khoảng từ 50 mm/phút đến 250 mm/phút. Việc áp dụng cũng có thể được thực hiện bằng các mũi khoan và các mũi khoan phay được phát triển đặc cho các tấm dạng lớp.

Theo một cách khác để tạo lỗ, có thể tạo lỗ cho đế mà không cần cắt, ví dụ, sử dụng dụng cụ đột lỗ.

Đế được dùng là vật liệu phẳng có chiều dày nằm trong khoảng 1mm đến 10mm. Tốt hơn là, chiều dày nằm khoảng từ 1,5mm đến 4mm, rất tốt là nằm trong khoảng từ 2mm đến 3mm. Các tấm Pamitherm[®] được cung cấp với chiều dày lớp này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phương pháp theo sáng chế tiếp theo sẽ được minh họa một cách chi tiết hơn có dựa vào các hình vẽ. Trong số đó:

Fig.1: thể hiện phần nhô ra của đế;

Fig.2a tới Fig.2f: thể hiện phần nhô ra của vật liệu hoạt tính và việc ép vật liệu hoạt tính này để tạo ra các khối đúc;

Fig.3: thể hiện việc cắm các khối đúc vào đế;

Fig.4: thể hiện cách bố trí để giữa hai điện cực;

Fig.5: thể hiện sự tiếp xúc giữa các mặt đầu của các khối đúc với các điện cực;

Fig.6: thể hiện việc cấp điện năng cho các khối đúc và tác động lực ép nhằm nung kết các khối đúc này để tạo ra các chân nhiệt;

Fig.7: thể hiện việc làm ngang bằng đế và các chân nhiệt bằng cách áp sát các điện cực;

Fig.8: thể hiện kết cấu bán thành phẩm;

Fig.9: thể hiện bộ phận nhiệt điện;

Fig.10: thể hiện kết cấu ở dạng xếp chồng các đế nằm giữa hai điện cực nhờ sử dụng các tấm ngăn cách theo một phương án của sáng chế;

Fig.11: thể hiện việc nung kết chồng này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Đầu tiên, đế 1 được tạo ra. Đế 1 là tấm phẳng làm ngang bằng PamithermÔ. Tấm này là vật liệu dạng lớp cách điện và cách nhiệt làm ngang bằng muscovit được liên kết bằng silicon. Kích thước bề mặt và hình dạng tùy thuộc vào mục đích sử dụng TEG thành phẩm. Ví dụ, tấm hình chữ nhật có kích thước 52mm x 52mm có thể được sử dụng. Chiều dày vật liệu của tấm PamithermÔ là 2mm. Kích thước thể trên hình vẽ là không theo tỷ lệ.

Đế 1 được tạo các lỗ thông 2 xuyên qua đế theo hướng vuông góc với mặt phẳng của đế 1. Do các tấm PamithermÔ được cung cấp ở dạng phôi, các lỗ thông 2 phải được khoan qua chúng. Chúng được tạo ra nhờ sử dụng mũi khoan hợp kim cứng. Các lỗ thông này, một cách tương ứng, có mặt cắt tròn có đường kính 4,07mm. Tất nhiên, các hình dạng mặt cắt khác có thể được tạo ra cho các lỗ thông này, như, ví dụ, hình lục giác, nhằm làm tăng mật độ xếp chặt. Mật độ xếp chặt trung bình cho các lỗ hình tròn có đường kính 4,07mm là từ hai tới ba lỗ thông trên một cm² bề mặt đế cho bề rộng dải 2mm. Trên hình vẽ, nhằm mục đích minh họa, tám lỗ thông 2 được thể hiện.

Fig.2a tới Fig.2f thể hiện, theo tình bước, trình tự quy trình sản xuất khối đúc 3 trên máy dập viên 4. Máy dập viên được thể hiện một cách đơn giản là loại lệch tâm.

Để tạo ra các khối đúc 3, đầu tiên vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột 5 được tạo ra. Nó là bột bismut telurit có cỡ hạt d_{50} khoảng $8\mu\text{m}$. Bột này được cấp vào phễu nạp 6 của máy dập viên 4; xem Fig.2a.

Máy dập viên 4 định lượng khoảng 200mg bột bismut telurit 5 vào khuôn đúc 7; xem Fig.2b.

Khuôn đúc 7 là một bộ phận của máy dập viên 4 và thường được các nhà sản xuất máy dập viên gọi là gọi là “khuôn dưới”. Khuôn dưới như vậy là cố ý không được thể hiện, do một số nhà sản xuất máy phát nhiệt điện gọi bộ phận TEG được xác định là để theo sáng chế là khuôn dưới. Trong bản mô tả này, thuật ngữ “khuôn đúc” thường là để chỉ một bộ phận của máy dập viên và thuật ngữ “đế” thường là để chỉ một bộ phận của TEG.

Khuôn đúc 7 được bịt kín ở đáy bởi đầu dập dưới 9. Khuôn đúc 7 có dạng hình trụ tròn có đường kính gần như bằng với đường kính của các lỗ thông 2. Chiều dài của các khối đúc nằm trong khoảng từ 2,2mm đến 2,6mm. Do đó, chiều dài bằng 110% tới 135% chiều dày đế. Do đó, các khối đúc có kích thước vượt chuẩn hướng trục so với đế. Tùy ý, đường kính của khuôn đúc 7 có thể là lớn hơn một chút so với đường kính của các lỗ thông 2 để tạo ra các khối đúc có kích thước vượt chuẩn theo hướng kính.

Sau khi khuôn đúc được nạp vật liệu hoạt tính, phễu nạp 6 được đặt sang một bên; xem Fig.2c.

Đầu dập trên tịnh tiến thẳng 10 nén chặt bột 5 trong khuôn đúc 7 để tạo ra khối đúc hình trụ tròn 3 (Fig.2d). Lực dập khoảng 8,5kN. Áp lực 676MPa sinh ra trong khuôn đúc này.

Sau đó, đầu dập trên 10 được rút ra. Đầu dập dưới 9 chạy theo nó và do vậy ấn khối đúc 3 ra khỏi khuôn đúc 7 (Fig.2e).

Cuối cùng, phễu nạp 6 quay trở lại vị trí lúc trước trên khuôn đúc và do vậy đùn khối đúc 3 ra khỏi máy dập viên 4. Khối đúc 3 đã đùn ra được thu gom trong thùng thu gom 11 một cách hỗn độn (Fig.2f). Đầu dập đáy 9 được dịch chuyển chạy xuống, và do vậy máy dập này quay trở về trạng thái ban đầu được thể hiện trên Fig.2a. Phễu nạp 6 lại nạp vật liệu hoạt tính 5.

Các bước 2a tới 2f được lặp lại trên máy dập viên 4 với tốc độ cao, và vì vậy rất nhiều khối đúc có thể được tạo ra lần lượt. Do sử dụng cùng một khuôn đúc 7

và bột có thể được định lượng một cách chính xác, nên các khối đúc có chất lượng không đổi về tính ổn định kích thước, tỷ trọng và chất lượng bề mặt. Tránh được việc ép sai hỏng bất kỳ.

Nhằm tăng năng suất, thay vì máy ép lệch tâm đã được thể hiện, máy ép quay có thể được sử dụng. Máy ép quay có nhiều đầu đập trên, đầu đập dưới và các khuôn đúc được bố trí theo dạng hình tròn xung quanh một đường dẫn quay. Các đầu đập trên và đầu đập dưới hoạt động dọc theo một đường dẫn cố định để tạo ra sự dịch chuyển nâng hạ dọc trục của các đầu đập so với khuôn đúc. Các lực ép được tác động lên các đầu đập bởi máy ép. Các máy ép quay như vậy được sử dụng trong việc sản xuất công nghiệp các viên nén dược phẩm và được tối ưu hoá để có sản lượng cao.

Do hai chân của cặp nhiệt điện phải có hệ số Seebeck khác nhau càng nhiều càng tốt, nên để sinh ra điện thế nhiệt điện cao, hai loại vật liệu hoạt tính nhiệt điện khác nhau được ép, tức là một vật liệu là bismut telurit có phụ gia n và một vật liệu có phụ gia p. Do đó, hai loại khối đúc khác nhau được tạo ra lần lượt trên cùng một máy dập, một loại được làm từ vật liệu hoạt tính có phụ gia n và một loại làm từ vật liệu hoạt tính có phụ gia p. Để các phần tồn dư của vật liệu hoạt tính có phụ gia n không có mặt trong các khối đúc có chất phụ gia p, máy ép phải được làm sạch kỹ giữa các lần ép. Nhằm tránh việc này, các vật liệu hoạt tính có phụ gia n và có phụ gia p cũng có thể được xử lý trên các máy riêng biệt.

Fig.3 thể hiện hai thùng thu gom 11p và 11n trong đó thùng 3p được nạp các khối đúc có chất phụ gia p và thùng 3n được nạp các khối đúc có chất phụ gia n, một cách tương ứng. Các khối đúc 3n, 3p nằm dưới các dạng đơn lẻ trong các thùng thu gom tương ứng 11n, 11p, nhưng chưa được phân loại theo dạng hình học.

Các khối đúc 3n, 3p được lấy ra khỏi các thùng thu gom tương ứng 11p, 11n và được cắm riêng biệt vào các lỗ thông 2 của đế 1, để sao cho các khối đúc kéo dài xuyên tâm qua các lỗ thông và vì vậy vuông góc với mặt phẳng đế. Máy phân phối tự động được phẩm được sử dụng cho việc này (nó không được thể hiện). Theo cách khác, các khối đúc 3n, 3p có thể được cắm thủ công vào đế 1.

Các khối đúc có chất phụ gia p và n 3p, 3n được bố trí xen kẽ nhau. Một khối đúc có chất phụ gia p và một khối đúc có chất phụ gia n liền kề sau đó cấu

thành một cặp nhiệt điện. Sẽ không được xem là quan trọng nếu như đầu tiên toàn bộ các khối đúc cùng một loại được cắm vào và sau đó là các khối đúc loại kia, hoặc luân phiên nhau hoặc theo từng đợt, hoặc theo kiểu hình mong muốn khác bất kỳ.

Sau đó, đế 1 có các khối đúc đã được cắm 3 được bố trí giữa hai điện cực gần như phẳng 12a, 12b; xem Fig.4. Điều quan trọng là đế 1, điện cực thứ nhất 12a và điện cực thứ hai 12b được định hướng song song với nhau.

Trái lại, sẽ không được xem là quan trọng nếu như các mặt đầu của các khối đúc 3 được sử dụng nằm trong cùng một mặt phẳng sắc nhọn. Như có thể thấy được trên Fig.4, các khối đúc được cắm vào đế 1 với độ lệch tâm không đều, đó chính là lý do mà các mặt đầu không nằm trên cùng một mặt phẳng. Nguyên nhân là do máy phân phối tự động hoạt động không chính xác, nhưng bù lại hoạt động nhanh chóng.

Theo sáng chế, các mặt đầu của các khối đúc được đưa về cùng một mặt phẳng bằng cách sử dụng các điện cực. Nhằm mục đích này, hai điện cực 12a, 12b được dịch chuyển về phía nhau dọc theo đường Δx , đồng thời duy trì tính song song của chúng. Trong trường hợp này, các điện cực phẳng tiếp xúc các mặt đầu của các khối đúc và căn thẳng hàng chúng trên cùng một mặt phẳng của các điện cực tương ứng 12a, 12b tiếp xúc với các mặt đầu. Như có thể thấy được trên Fig.5 là các khối đúc 3n, 3p hiện đã được căn thẳng hàng trên cùng một mặt phẳng.

Do các mặt đầu của tất cả các khối đúc 3n, 3p nằm trực tiếp trên các điện cực 12a, 12b, nên không chỉ dòng điện, mà cả lực ép cơ học đều có thể được truyền qua các khối đúc giữa các điện cực.

Như có thể thấy được trên Fig.6. Cả hai điện cực đều được lực F tác động theo hướng đế 1 được định hướng đồng trục lên các khối đúc. Điều này được thực hiện, có tính đến việc tiếp xúc các mặt đầu của các khối đúc, sao cho áp lực cơ học 30MPa tác động lên vật liệu hoạt tính. Ngoài ra, điện áp xoay chiều AC 50Hz được cấp giữa hai điện cực này, điện áp này được cấp sao cho, có tính đến việc tiếp xúc các mặt đầu của các khối đúc, dòng điện xoay chiều có mật độ dòng 50 kA/m² đi qua các khối đúc.

Điện trở ôm làm cho các khối đúc nóng lên tới nhiệt độ nằm trong khoảng từ 300°C đến 400°C, vùng mà nhiệt độ nung kết tối ưu cũng nằm trong đó. Dưới

tác động của lực cơ học, các hạt riêng biệt của các khối đúc nung kết cùng với nhau, và vì vậy khối nung kết rắn được tạo ra từ vật liệu dạng bột đã được ép. Các khối đúc đã được nung kết là các chân nhiệt 13.

Trong khi nung kết, các khối đúc được nén chặt, và vì vậy các chân nhiệt có thể tích nhỏ tương ứng (sự co do nung kết). Để duy trì sự tiếp xúc điện và cơ học giữa các khối đúc 3 và các điện cực 12, cho dù có tiến triển sự co do nung kết, cả hai điện cực 12a, 12b đều được định vị lại sau khi có sự co do nung kết theo hướng đế 1, dọc theo đường Δy trong khi giữ nguyên tính song song của chúng (Fig.7).

Chiều dài của các khối đúc 3 được chọn, có tính đến sự co do nung kết, để sao cho các chân nhiệt 13n, 13p sau khi nung kết ngang bằng với đế 1; xem Fig.8. Trong trường hợp sử dụng kết hợp các vật liệu Pamitherm[®]/bismut telurit, kích thước vượt chuẩn của các khối đúc cần phải bằng khoảng 15% chiều dày đế, để trong khi nung kết các khối đúc này co lại bằng chiều đế. Theo cách này, công đoạn làm ngang bằng riêng cho các chi tiết gia công này là không cần thiết. Hơn thế nữa, việc giới hạn trên hành trình Δy ngăn không đế 1 bị chệch ra khỏi mép và được ép giữa hai điện cực 12a, 12b. Sự đàn hồi bất kỳ của vật liệu đế có thể gây ra sự toè đế theo các mặt đầu của các chân nhiệt, khiến cho khả năng tiếp xúc sau đó của các chân nhiệt khó khăn hơn. Tất nhiên, kết cấu bán thành phẩm 14 của bộ phận nhiệt điện sau đó thu được trực tiếp từ quá trình nung kết là ngang bằng trên cả hai mặt và trong đó các mặt đầu của các chân nhiệt 13 là ngang bằng với bề mặt của đế trên cả hai mặt. Kết cấu bán thành phẩm 14 được thể hiện trên Fig.8.

Để chế tạo bộ phận nhiệt điện 15 từ kết cấu bán thành phẩm, cần phải kết hợp các chân nhiệt theo từng cặp để tạo ra các cặp nhiệt điện 16. Trong mọi trường hợp, một chân nhiệt 13p làm ngang bằng vật liệu hoạt tính có phụ gia p và một chân nhiệt 13n làm ngang bằng vật liệu hoạt tính có phụ gia n cấu thành một cặp nhiệt điện 16. Hơn thế nữa, các cặp nhiệt điện 16 phải được nối tiếp với nhau. Điều đó đạt được bằng cách sử dụng các cầu nối tiếp xúc 17 là các dây dẫn điện và nhiệt được hàn lên trên các mặt đầu của các cặp nhiệt điện 13n, 13p trên các mặt xen kẽ (Fig.9).

Do đó, bộ phận nhiệt điện 15 thu được sẽ có chức năng: khi đế 1 được đặt giữa nguồn nhiệt và bộ phận tiêu nhiệt, để sao cho nhiệt truyền qua các cầu nối

tiếp xúc và qua các chân nhiệt 13 từ một mặt của đế sang mặt kia, thì thế nhiệt điện có thể được sinh ra trên các cầu nối tiếp xúc 17+, 17- tự do trên một mặt. Khi đó, bộ phận nhiệt điện 15 hoạt động như một máy phát nhiệt điện. Trái lại, khi cấp điện áp lên các cầu nối tiếp xúc 17+, 17- tự do trên một mặt, lực ép nhiệt từ mặt nguội của đế sang mặt ấm có thể được sinh ra (bộ phận Peltier). Để tránh sự hình thành ngắn mạch, toàn bộ bộ phận nhiệt điện 15 có thể được tạo thêm một vỏ bọc cách điện và dẫn nhiệt mà còn để bảo vệ nó khỏi các tổn hại cơ học (điều này không được thể hiện).

Trên Fig.10, một phương án cụ thể khác của phương pháp theo sáng chế được thể hiện, trong đó các đế 1i, 1ii và 1iii có các khối đúc đã được cắm được nung kết đồng thời. Nhằm mục đích này, ba đế 1i, 1ii và 1iii được bố trí giữa hai điện cực 12a và 12b. Cả hai tấm ngăn cách phẳng 18a, 18b, trong mọi trường hợp, được đặt giữa đế nằm trong 1ii và hai đế nằm ngoài 1i và 1iii. Chồng 19 được tạo ra. Hai tấm ngăn cách phẳng 18a, 18b được làm ngang bằng graphit, giống như các điện cực 12a, 12b. Tất cả các đế 1i, 1ii và 1iii, cả hai điện cực 12a, 12b và cả các tấm ngăn cách 18a, 18b đều được định hướng trên mặt phẳng song song với nhau, và cấu thành chồng 19.

Chồng 19 này được nung kết trong một công đoạn và do đó, ba kết cấu bán thành phẩm được tạo ra đồng thời (Fig.11). Cụm 19 được nung kết như được mô tả cho Fig.6.

Các đế có các khối đúc đã được cắm cũng có thể được nung kết đồng thời mà không cần xếp chồng chúng. Nhằm mục đích này, các đế được đặt giữa các điện cực trên cùng một mặt phẳng nối tiếp nhau. Điều đó tránh được việc phải có các tấm ngăn cách, nhưng lại đòi hỏi các điện cực phải có diện tích bề mặt lớn hơn so với diện tích bề mặt của một đế đơn. Phương án này của sáng chế không được minh họa.

Việc kết hợp cả hai phương án trên cũng có thể có.

Không phụ thuộc vào cách thức bố trí và số lượng đế giữa các điện cực, quá trình nung kết có thể, cũng được kiểm soát để sao cho các khối đúc đầu tiên được tác động lực F_1 thấp hơn lực $R_{nguội}$, tương ứng với tải trọng phá huỷ của các điện cực 12a,b hoặc của các tấm ngăn cách 18a,b ở trạng thái nguội (nhiệt độ trong phòng T_0). Sau đó, điện áp xoay chiều được cấp và nhờ đó, các khối đúc được nung

nóng tới nhiệt độ $T_{\text{giới hạn}}$, thấp hơn nhiệt độ nung kết $T_{\text{nung kết}}$, tuy nhiên, ở nhiệt độ đó tải trọng phá huỷ của các nguyên tố graphit sẽ tăng lên $R_{\text{nóng}}$. Sau khi độ bền cơ học cao đã đạt được, lực tác động được tăng lên tới F_2 để có được áp lực nung kết cơ học cần thiết. Sau khi áp lực nung kết đã đạt được, nhiệt độ được tăng lên tới nhiệt độ nung kết cần thiết $T_{\text{nung kết}}$ và công đoạn nung kết được thực hiện trong các điều kiện này. Do đó, hai mối tương quan sau được áp dụng:

$$F_1 < R_{\text{nguội}} < F_2 < R_{\text{nóng}} \quad (1)$$

$$T_0 < T_{\text{giới hạn}} < T_{\text{nung kết}} \quad (2)$$

Phương pháp này có thể được áp dụng khi nung kết các đế riêng rẽ (Fig.6), các đế nằm nối tiếp nhau không có các tấm ngăn cách, hoặc các chồng đế có các tấm ngăn cách (Fig.11). Điều quan trọng là tải trọng phá huỷ thấp nhất thường xuyên phải được áp dụng.

Các số chỉ dẫn

- 1 đế
- 1i đế thứ nhất (bên ngoài)
- 1ii đế thứ hai (bên trong)
- 1iii đế thứ ba (bên ngoài)
- 2 lỗ thông
- 3 khối đúc
- 3n khối đúc có chất phụ gia n
- 3p khối đúc có chất phụ gia p
- 4 máy dập viên
- 5 vật liệu hoạt tính nhiệt điện ở dạng bột (Bi_2Te_3)
- 6 phễu nạp
- 7 khuôn đúc
- 8 không có ký hiệu
- 9 đầu dập dưới
- 10 đầu dập trên
- 11 thùng thu gom (nói chung)

- 11n thùng thu gom dùng cho các khối đúc có chất phụ gia n
- 11p thùng thu gom dùng cho các khối đúc có chất phụ gia p
- 12a điện cực thứ nhất
- 12b điện cực thứ hai
- Δx đường dịch chuyển của các điện cực khi tiếp xúc
- Δy đường dịch chuyển của các điện cực khi nung kết
- F lực tác động
- AC dòng điện xoay chiều
- 13 chân nhiệt
- 13n chân nhiệt làm ngang bằng vật liệu hoạt tính có phụ gia n
- 13p chân nhiệt làm ngang bằng vật liệu hoạt tính có phụ gia p
- 14 kết cấu bán thành phẩm
- 15 bộ phận nhiệt điện
- 16 cặp nhiệt điện
- 17 cầu nối tiếp xúc
- 17⁺ cầu nối tiếp xúc tự do trên một mặt
- 17⁻ cầu nối tiếp xúc tự do trên một mặt
- 18a tấm ngăn cách thứ nhất
- 18b tấm ngăn cách thứ hai
- 19 chông

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất bộ phận nhiệt điện hoặc ít nhất một kết cấu bán thành phẩm của nó bao gồm các bước sau:

- a) tạo ra đế gần như phẳng bằng vật liệu đế cách điện và cách nhiệt, có các lỗ thông qua đó theo hướng gần như vuông góc với mặt phẳng đế này;
- b) tạo ra vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột;
- c) ép vật liệu hoạt tính này để tạo ra khối đúc, trong đó việc ép được thực hiện trong khuôn đúc mà không có đế;
- d) cắm các khối đúc này vào các lỗ thông của đế để sao cho, trong mỗi lỗ thông, dọc theo trục của nó, có một khối đúc xuyên qua đế;
- e) bố trí đế cùng với các khối đúc đã được cắm vào giữa hai điện cực gần như phẳng, để sao cho cả các điện cực lẫn đế được định hướng gần như song song song với nhau;
- f) cho các đầu mút của các khối đúc tiếp xúc với các điện cực để sao cho sự nối thông được tạo ra giữa hai điện cực qua các khối đúc, sự nối thông này không chỉ để dòng điện chạy qua mà còn truyền cả lực ép cơ học;
- g) cấp điện cho các khối đúc chạy giữa các điện cực để sao cho nhiệt được sinh ra trong vật liệu hoạt tính nhiệt điện;
- h) tác động lực ép lên các khối đúc mà tác động giữa các điện cực để sao cho vật liệu hoạt tính nhiệt điện bị ép dưới áp lực;
- i) nung kết các khối đúc này để tạo ra các chân nhiệt, cùng với tác động của áp suất và nhiệt;
- k) làm ngang bằng đế và các chân nhiệt có ở nó bằng cách đưa chúng sát vào các điện cực hơn trong khi duy trì tính song song của chúng, sao cho các chân nhiệt ngang bằng với đế, trong đó độ lệch trục bất kỳ của các khối đúc có trong đế và sự co do nung kết bất kỳ được bù.

2. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, các đế cùng với các khối đúc đã được cắm được kết hợp để tạo thành chồng, trong đó các đế mở rộng trong chồng này song song song với nhau và trong mọi trường hợp một tấm ngăn cách gần như phẳng được đặt giữa hai đế liền kề trong chồng này, tấm ngăn cách này mở rộng

song song với các đế và tạo ra sự nối thông dẫn điện và truyền nhiệt giữa các khối đúc của các đế liền kề, và toàn bộ chồng này được bố trí giữa hai điện cực.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, các đế có các khối đúc đã được cắm được bố trí riêng biệt hoặc được xếp chồng trong mặt phẳng giữa hai điện cực.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3, trong đó các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách làm ngang bằng graphit, khác biệt ở chỗ, các khối đúc, dùng để tiếp xúc, được tác động lực ép thứ nhất, tiếp đó các khối đúc này dưới tác động của lực ép thứ nhất được cấp điện cho đến khi các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách làm ngang bằng graphit đạt được nhiệt độ mà ở đó các điện cực và/hoặc các tấm ngăn cách làm ngang bằng graphit có khả năng chịu tải cao cao hơn lực ép thứ nhất, và sau đó các khối đúc này được tác động lực ép thứ hai cao hơn lực ép thứ nhất và thấp hơn khả năng chịu tải cao này.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, khác biệt ở chỗ, ở bước ép vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột để tạo ra các khối đúc, vật liệu hoạt tính được nén chặt tới mật độ nén thứ nhất bằng 75% tới 85% mật độ thực của vật liệu hoạt tính.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, khác biệt ở chỗ, các khối đúc được nung kết để tạo ra các chân nhiệt ở nhiệt độ bằng 50% tới 70% nhiệt độ nóng chảy của chất có hoạt tính.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, khác biệt ở chỗ, trong khi tác động lực ép lên các khối đúc mà tác động giữa các điện cực, các khối đúc được nén chặt tới mật độ ép thứ hai bằng 90% tới 97% mật độ thực của vật liệu hoạt tính.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, khác biệt ở chỗ, các khối đúc có hình trạng trụ tròn.

9. Phương pháp theo điểm 8, khác biệt ở chỗ, mỗi khối đúc có phần vát ở đầu mút.

10. Phương pháp theo điểm 8 hoặc 9, khác biệt ở chỗ, các khối đúc có trị số độ nhám trung bình R_a nằm trong khoảng từ $12\mu\text{m}$ đến $24\mu\text{m}$, đo được theo tiêu chuẩn DIN 4766 T2, trên mặt bên của chúng.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, khác biệt ở chỗ, các khối đúc có thể được kẹp trong các lỗ thông, như bằng cách sử dụng các khối đúc và/hoặc các lỗ thông dạng côn hoặc các khối đúc có kích thước theo hướng kính lớn hơn so với các lỗ thông.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 11, khác biệt ở chỗ, vật liệu hoạt tính nhiệt điện dạng bột được tạo ra ở dạng khô trong máy dập viên, khuôn đúc mà trong đó chất có hoạt tính được ép để tạo ra khối đúc được bố trí trong máy dập viên, và các khối đúc được ép dùn một cách ngẫu nhiên ra khỏi máy dập viên.

13. Phương pháp theo điểm 12, khác biệt ở chỗ, các khối đúc lần lượt được lấy, phân loại và được cắm vào các lỗ thông của đế bằng cách thủ công hoặc bằng dụng cụ vận chuyển.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 13, khác biệt ở chỗ, vật liệu đế là vật liệu compozit làm từ các vật liệu vô cơ và chất kết dính.

15. Phương pháp theo điểm 14, khác biệt ở chỗ, vật liệu compozit được tạo ra dưới dạng tấm dạng lớp, trong đó các vật liệu hữu cơ được chọn từ nhóm bao gồm mica, perlit, phlogopit, muscovit và chất kết dính là silicon hoặc nhựa silicon hoặc nhựa epoxy.

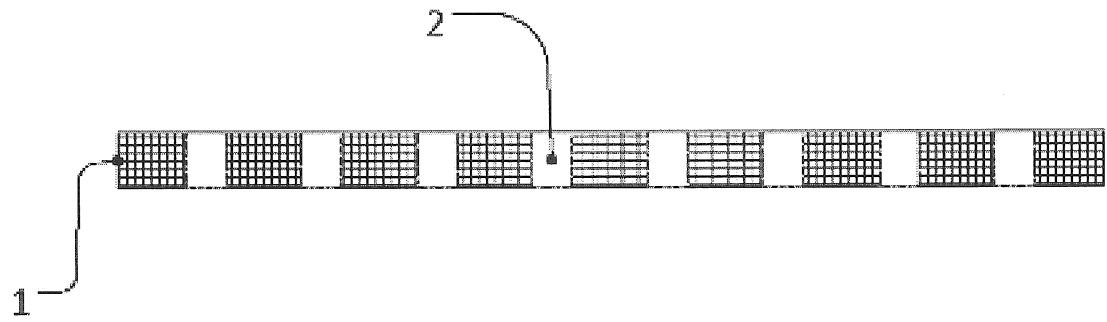


Fig. 1

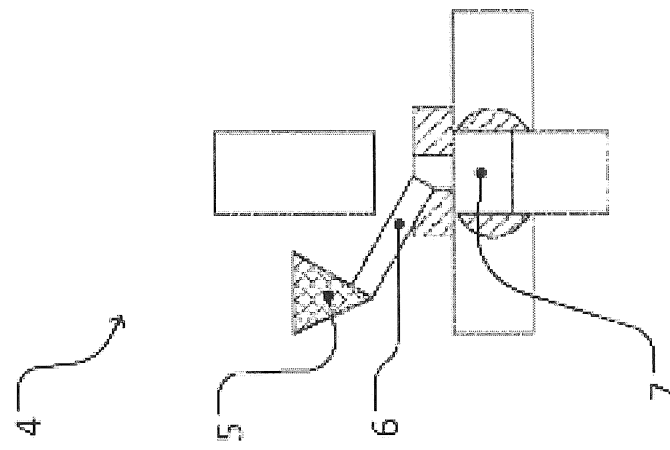


Fig. 2a

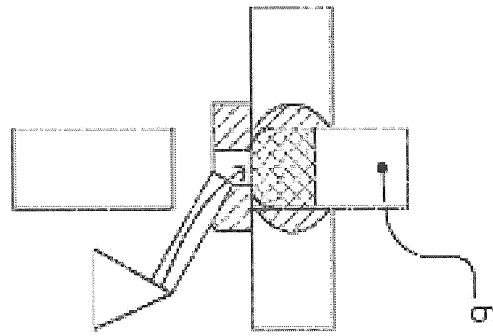


Fig. 2b

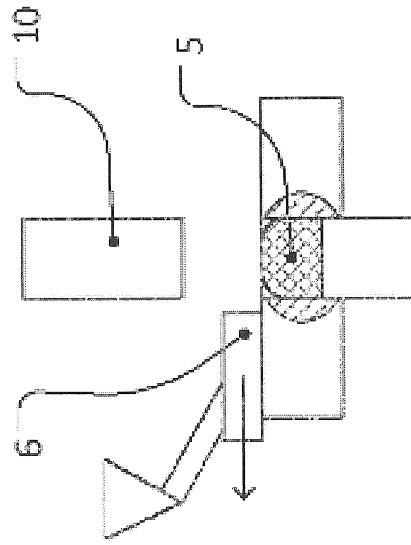


Fig. 2c

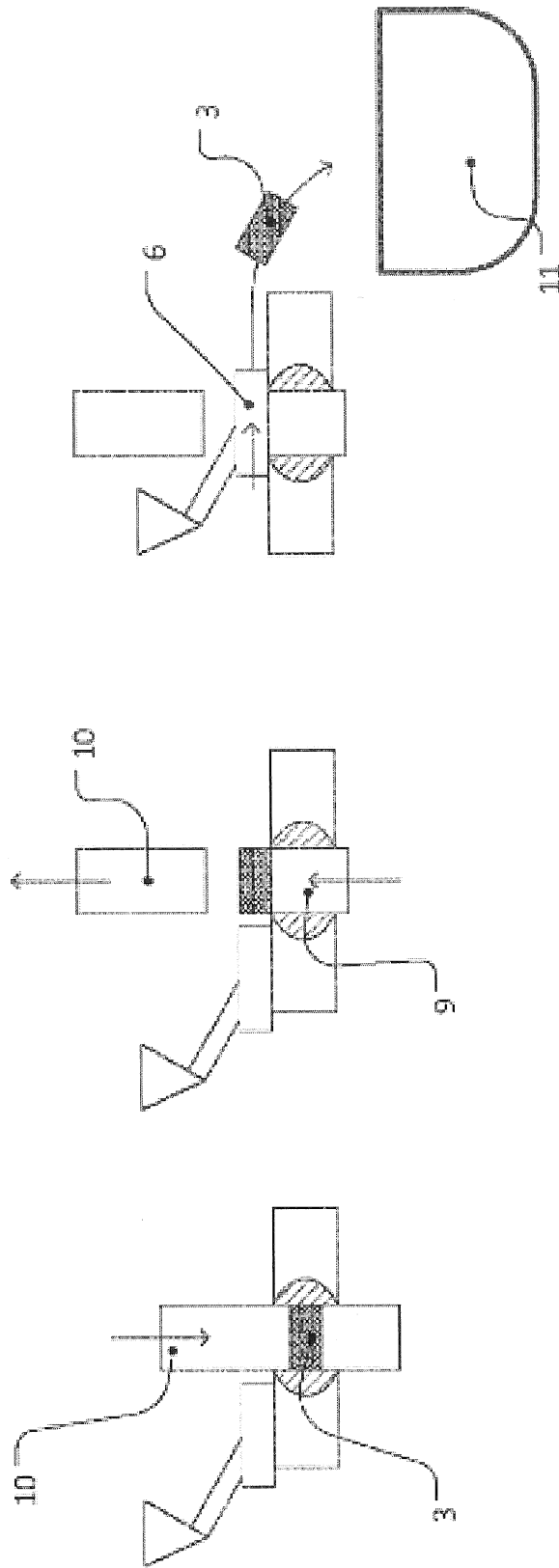


Fig. 2f

Fig. 2e

Fig. 2d

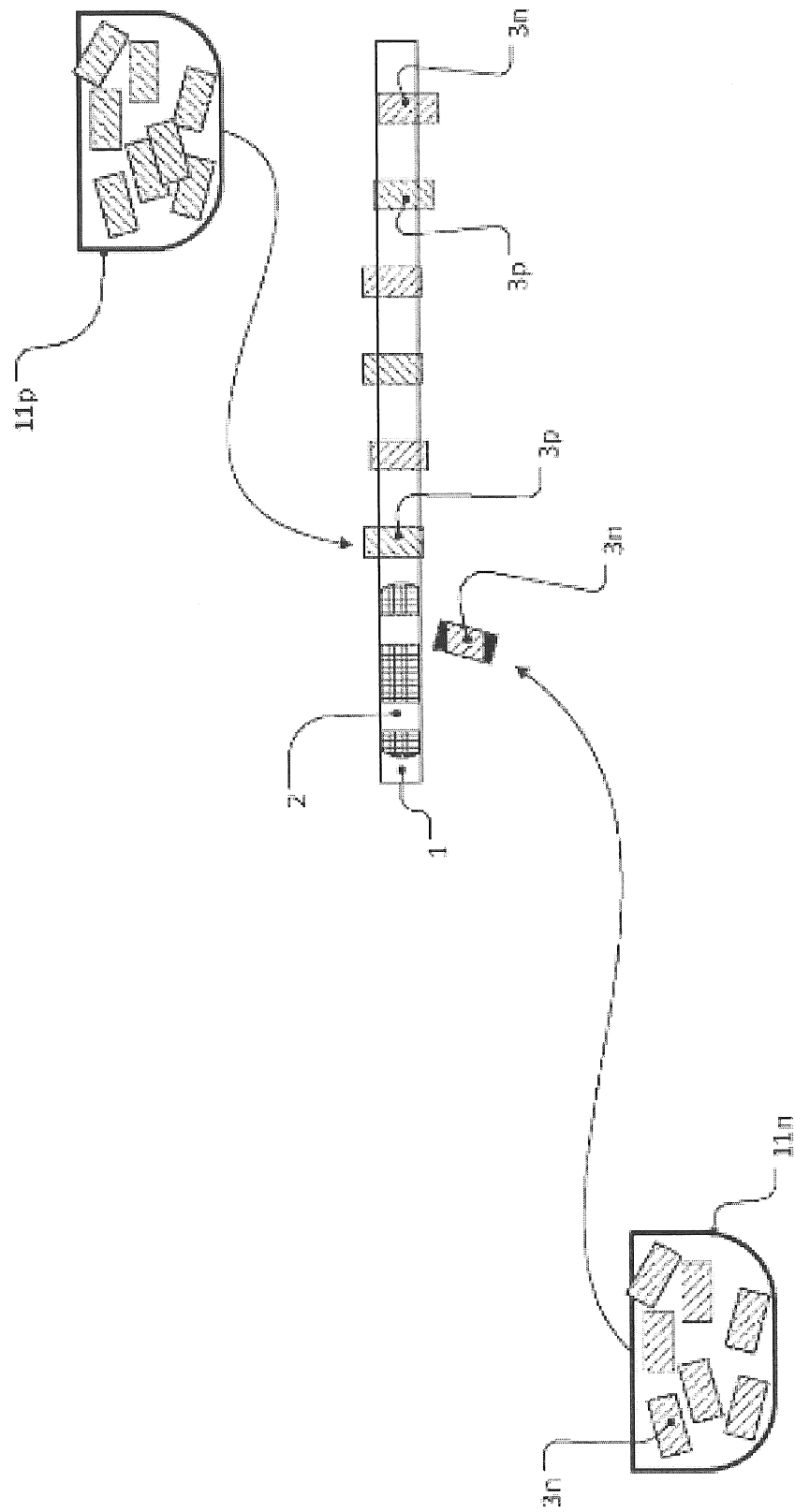


Fig. 3

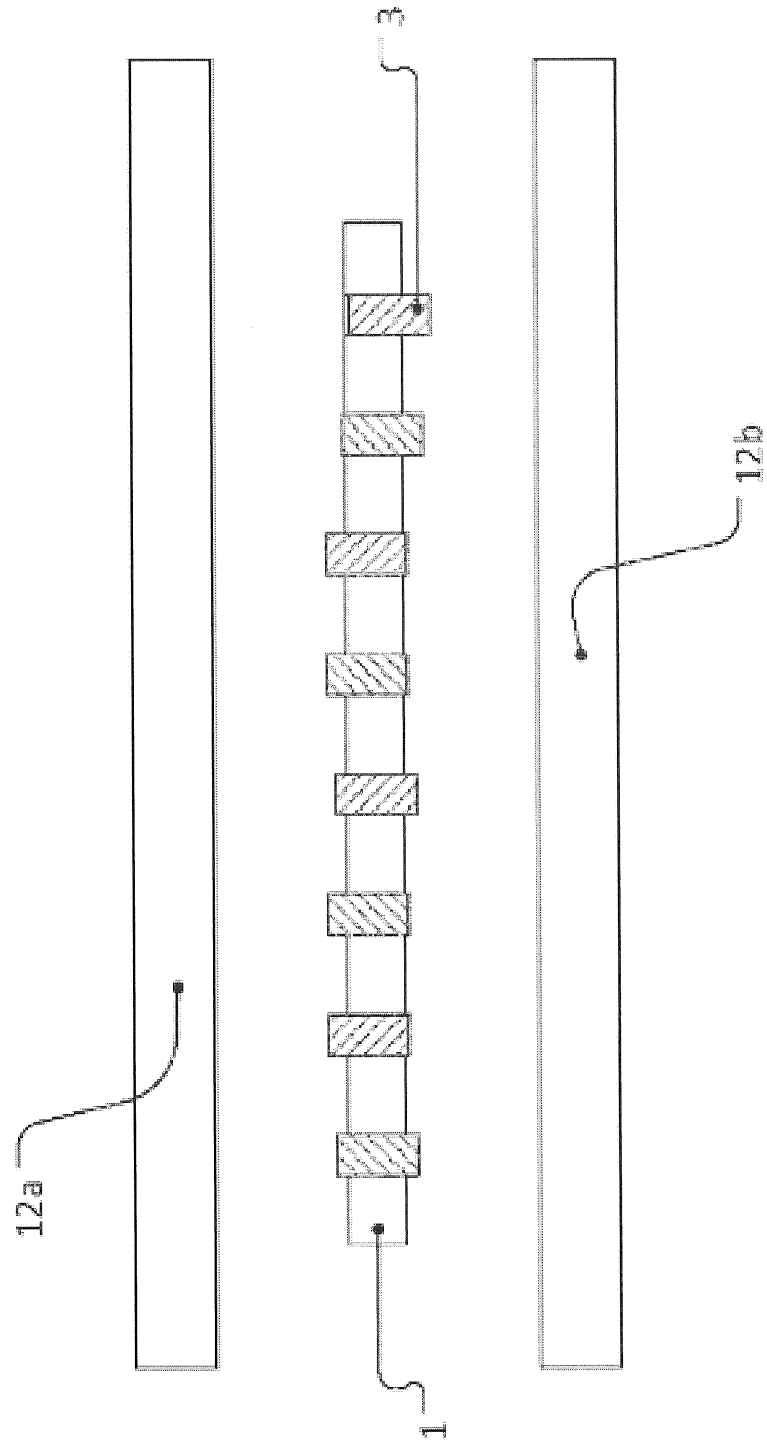


FIG. 4

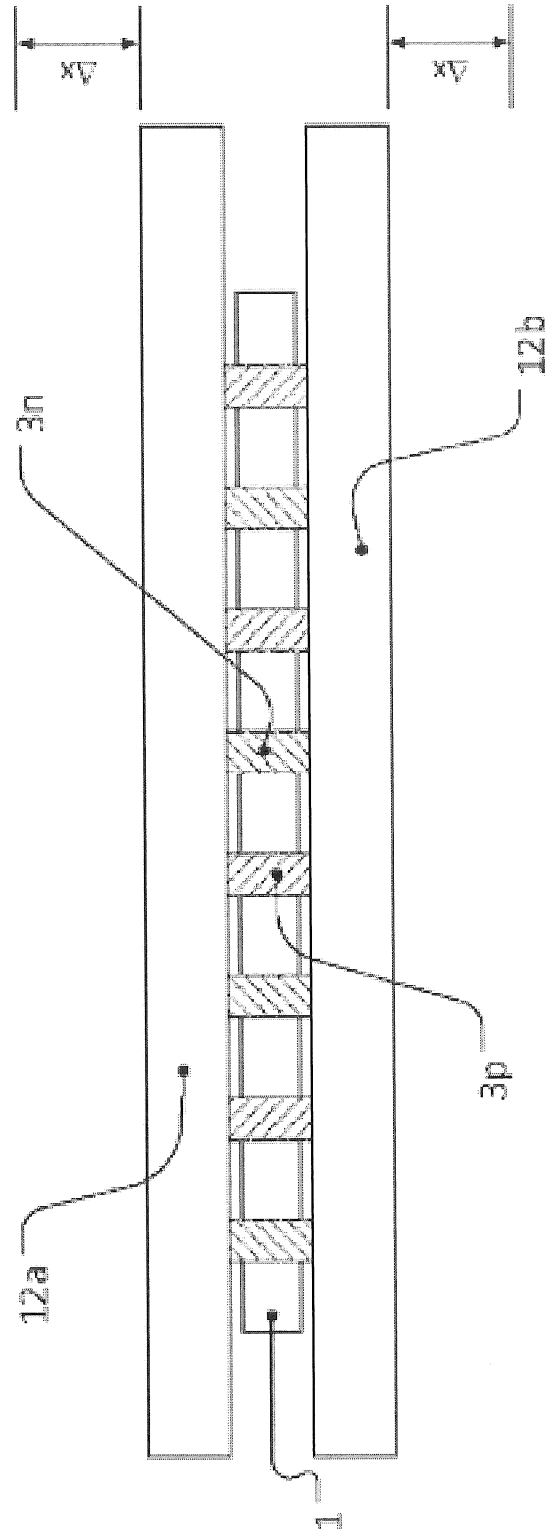


Fig. 5

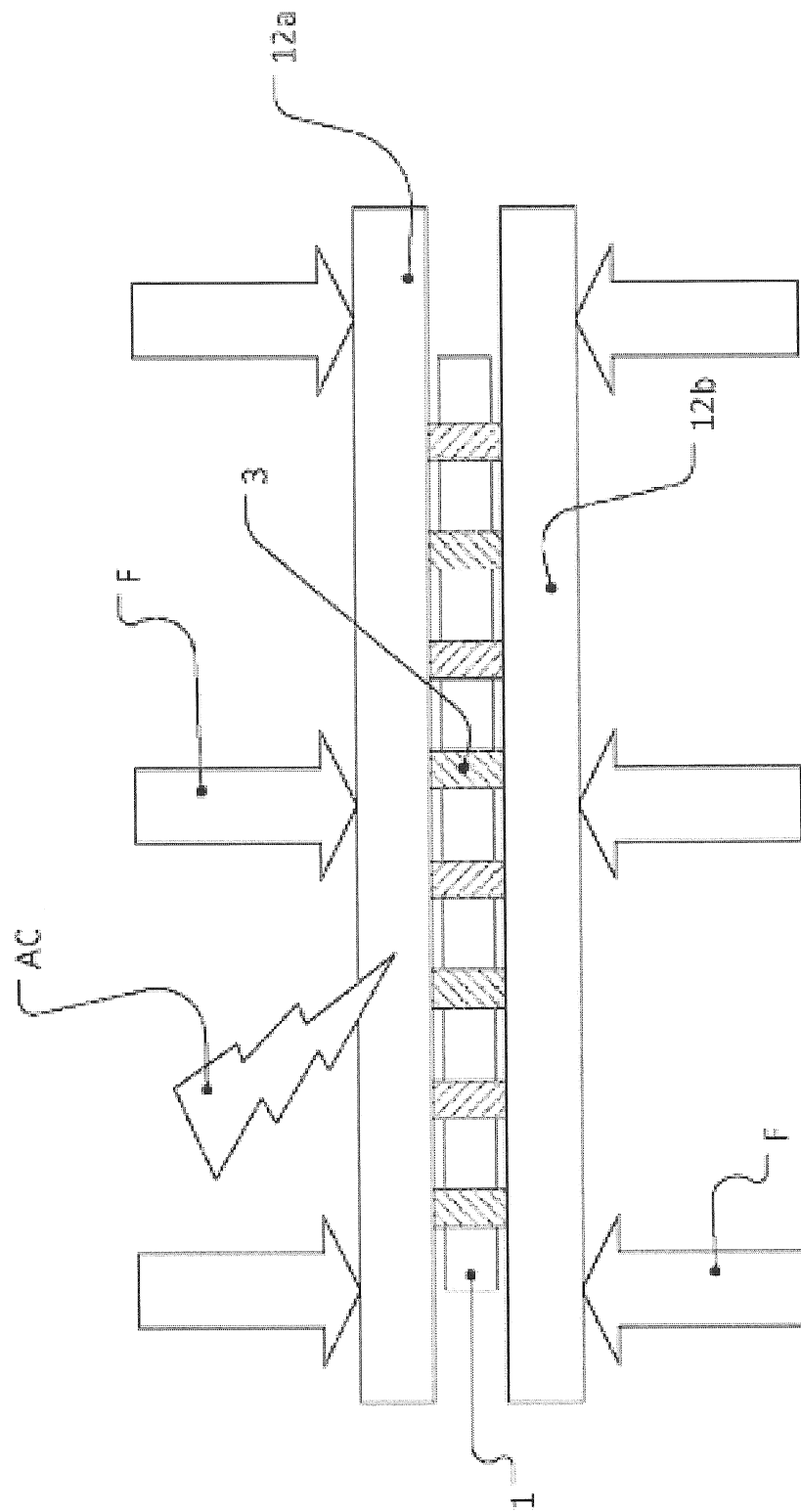


Fig. 6

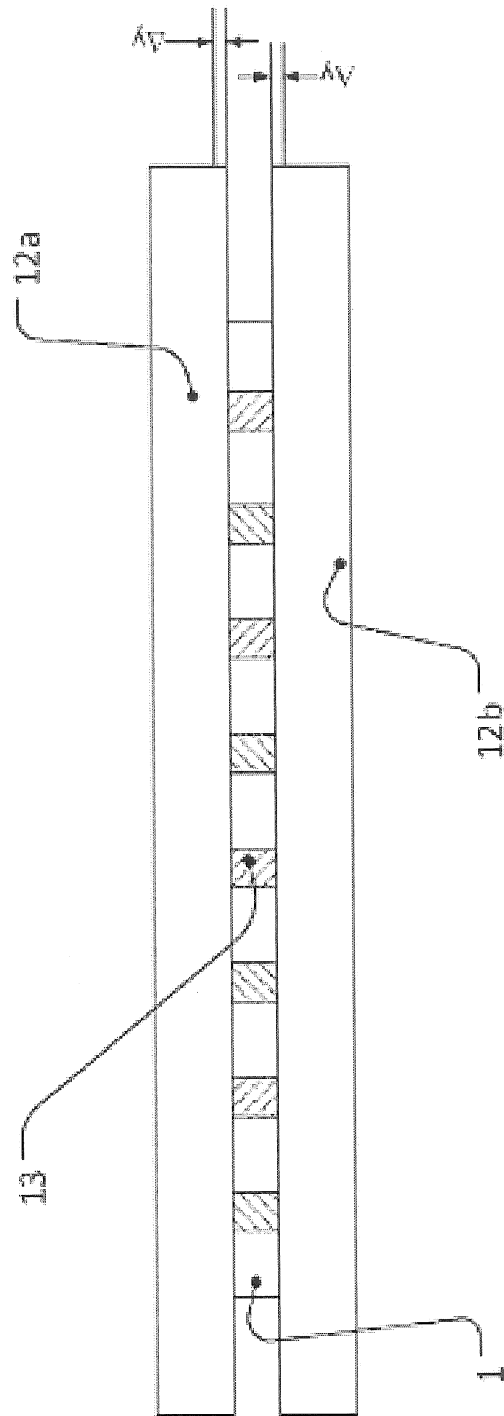


Fig. 7

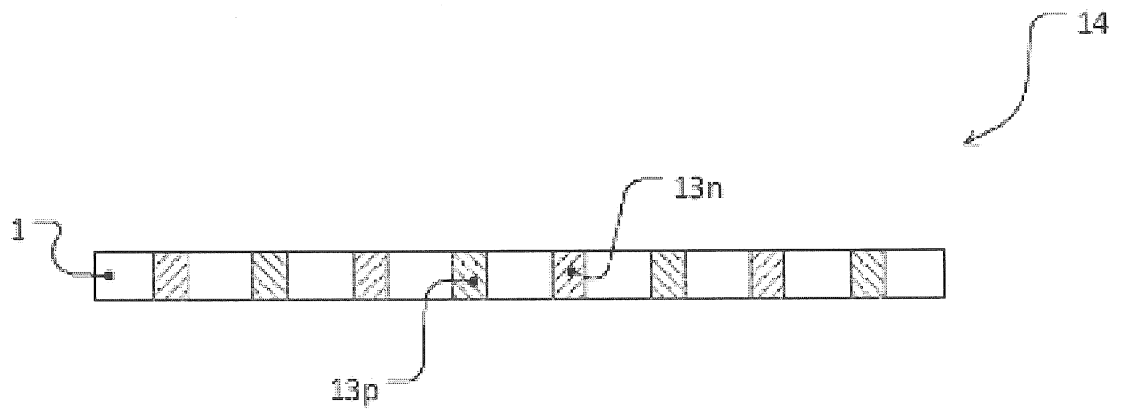


Fig. 8

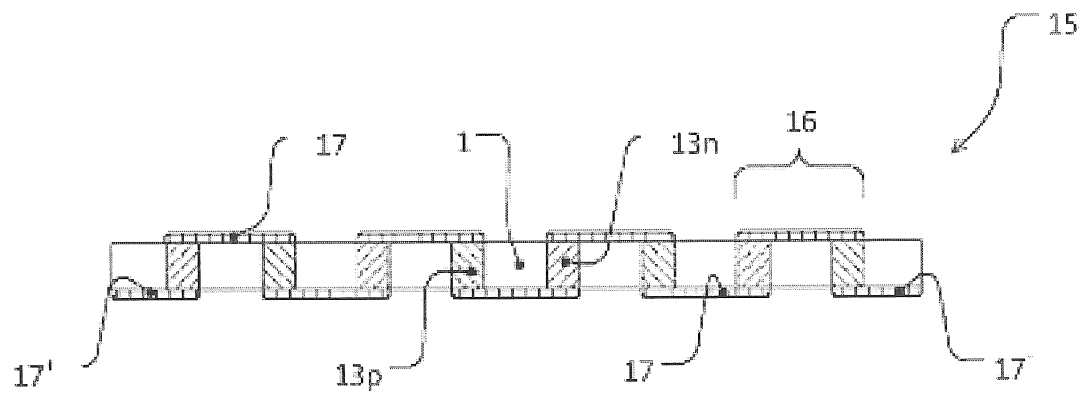


Fig. 9

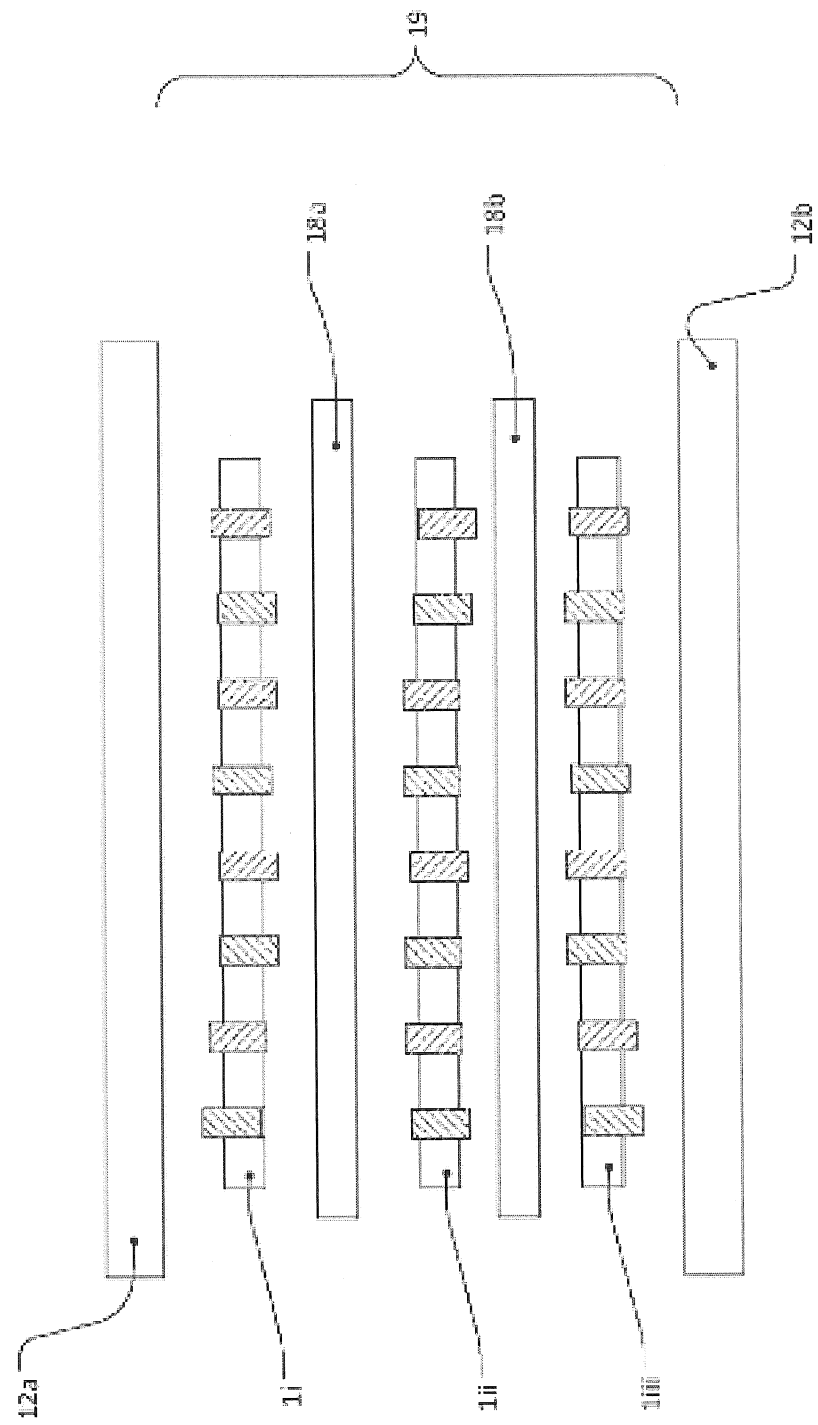


Fig. 10

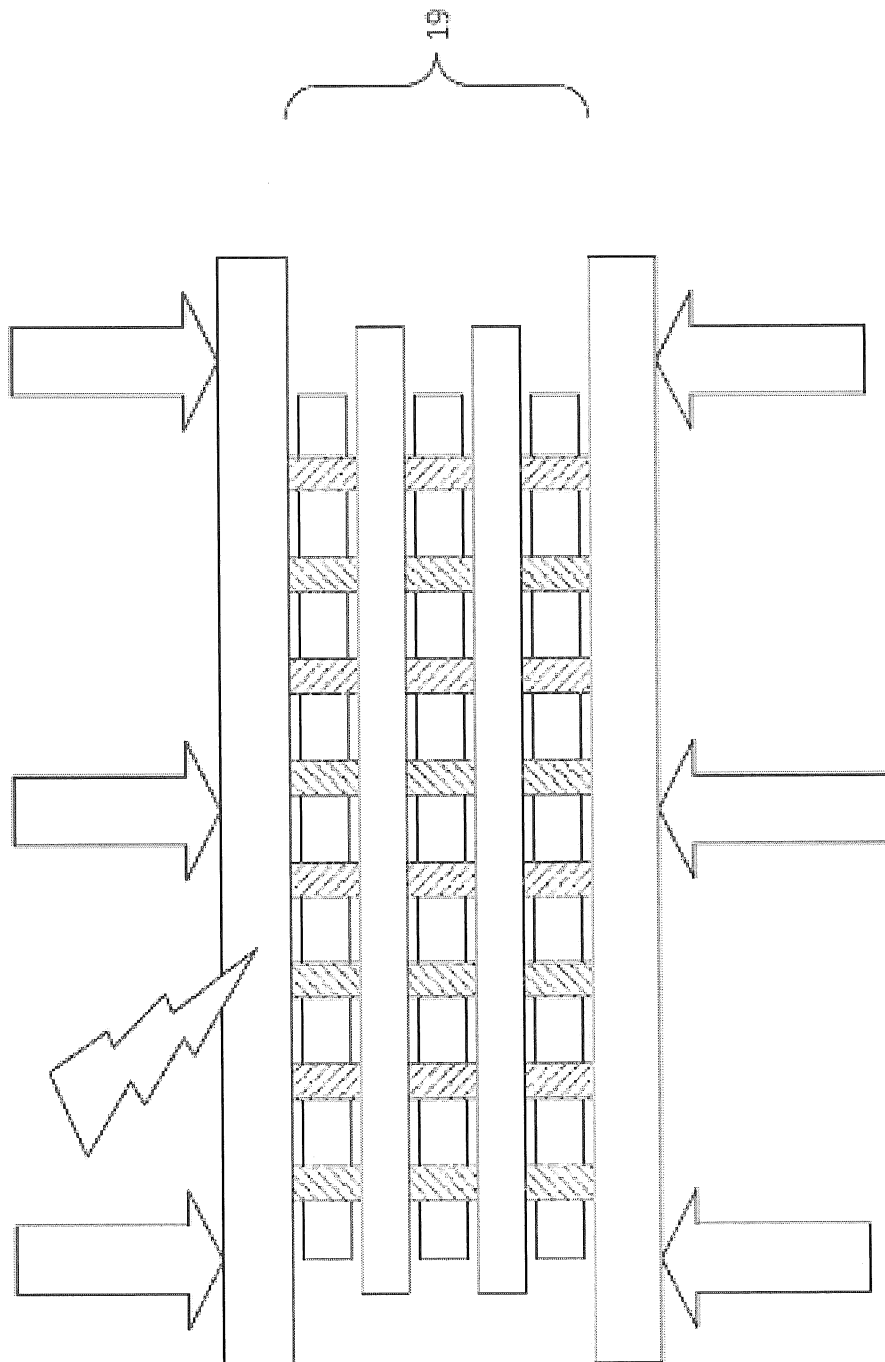


Fig. 11