



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0044573
(51)^{2020.01} H01L 31/18; H01L 31/02; H01L 31/0256 (13) B

(21) 1-2021-00231 (22) 27/06/2019
(86) PCT/US2019/039436 27/06/2019 (87) WO2020/009891 09/01/2020
(30) 62/694,644 06/07/2018 US; 62/743,178 09/10/2018 US
(45) 25/04/2025 445 (43) 26/04/2021 397A
(71) MERLIN SOLAR TECHNOLOGIES, INC. (US)
5891 Rue Ferrari, San Jose, California 95138, United States of America
(72) CHARI, Arvind (US); MURALI, Venkatesan (US); BRAINARD, Robert (US);
PRABHU, Gopal (US); DAM, Jesse (US).
(74) Công ty Luật TNHH ROUSE Việt Nam (ROUSE LEGAL VIETNAM LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT DỤNG KIM LOẠI DÙNG CHO TẾ BÀO
QUANG ĐIỆN

(21) 1-2021-00231

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện. Phương pháp bao gồm bước tạo ra trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn. Vật dụng kim loại được đúc điện. Vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai. Chất hàn được mạ trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá. Vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập. Dung dịch được sử dụng để tạo ra phần nhuộm đen của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện. Chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

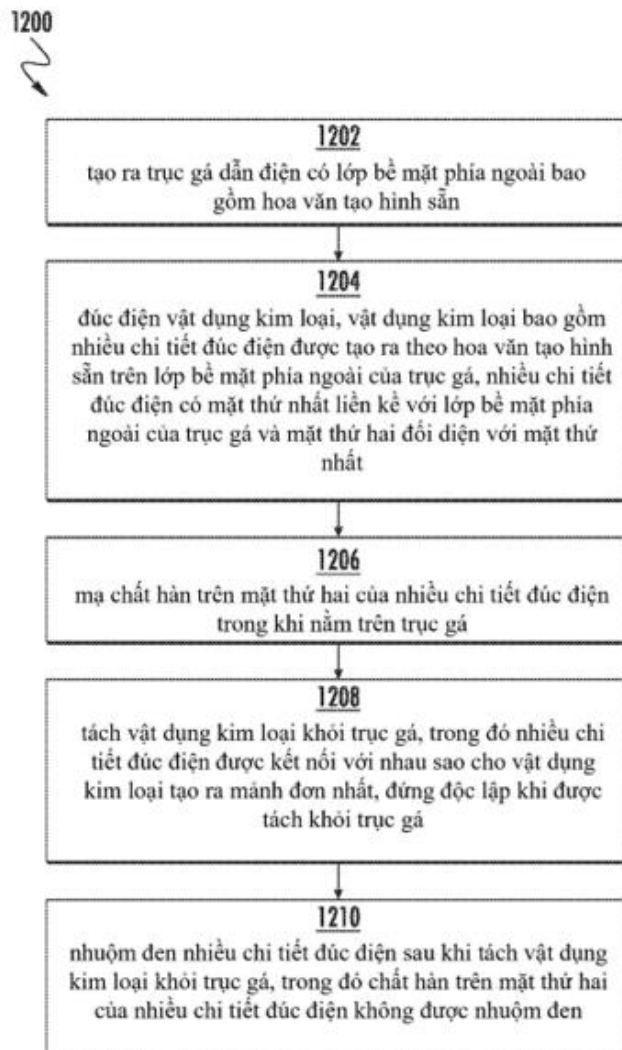


FIG. 10

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực thuộc các công nghệ năng lượng mặt trời, cụ thể là đề cập đến phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Pin mặt trời là thiết bị chuyển đổi các photon thành năng lượng điện. Năng lượng điện được sản xuất bởi pin được thu thập thông qua các phần tiếp xúc điện được ghép nối với vật liệu bán dẫn, và được định tuyến qua các phần kết nối với các tế bào quang điện khác trong môđun. Việc sử dụng năng lượng mặt trời ngày càng trở nên phổ biến bởi nhiều lợi ích mà công nghệ này mang lại. Các môđun có thể được sử dụng cho cá nhân, dân sự, quân sự hoặc thương mại.

Các phần tiếp xúc điện và các phần kết nối của mặt hướng ra ánh sáng của các môđun thường là vật liệu kim loại mà có thể sáng bóng, phản chiếu ánh sáng, và có độ tương phản cao về màu sắc so với pin mặt trời mà nó được gắn vào, do đó có thể nhìn thấy bằng mắt người. Do đó, môđun có thể không đẹp về mặt thẩm mỹ và làm giảm đi ứng dụng cụ thể. Ví dụ, các hệ thống mái dành cho thị trường dân dụng như các tấm lợp năng lượng mặt trời có sẵn và các khách hàng mong muốn mái nhà nhìn đẹp, thu hút mà không bị giảm giá trị bởi dây dẫn và/hoặc các phần kết nối lộ ra ngoài. Trong sử dụng thương mại, như ngành vận tải đường bộ, tấm năng lượng mặt trời có thể được sử dụng trên nóc xe tải. Các khách hàng mong muốn vẻ bên ngoài chuyên nghiệp, đồng nhất của các môđun năng lượng mặt trời trên xe tải. Trong một số ứng dụng, cần phải không phát hiện được sự hiện diện của các môđun năng lượng mặt trời, như trong các hoạt động quân sự. Ví dụ, năng lượng mặt trời có thể được thu thập và sử dụng cho các máy phát điện, các bộ pin hoặc công nghệ có thể mang được nhưng các môđun cần phải được làm tàng hình và không bị kẻ thù nhìn thấy để phát hiện ra vị trí của người sử dụng. Trong trường hợp sử dụng khác, các môđun năng lượng mặt trời có thể được đặt trên đỉnh của phương tiện, bằng điện hoặc khí, để tăng hiệu quả của chúng và phải đảm bảo tính thẩm mỹ cho người sử dụng cuối mua sản phẩm này.

Một số môđun năng lượng mặt trời có thể bị thay đổi hình dáng bên ngoài để trông đẹp mắt hơn bằng cách sử dụng hoa văn chấm trên tấm kính hoặc tấm nhựa che

phủ trên môđun. Hoa văn chấm có thể tạo ra các hình ảnh mà có thể nhìn thấy được ở khoảng cách xa, nhưng khi ở gần, các chấm riêng lẻ có thể nhìn thấy được cũng như các thành phần phía sau tấm kính hoặc tấm nhựa che phủ, như các phần tiếp xúc điện và các phần kết nối ở mặt hướng ra ánh sáng của môđun. Ngoài ra, hoa văn chấm có thể làm giảm hiệu suất của môđun năng lượng mặt trời vì một số ánh sáng bị chặn bởi hoa văn chấm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là khắc phục các nhược điểm trong tình trạng kỹ thuật. Mục này đạt được bằng phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện theo sáng chế.

Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, phương pháp bao gồm bước tạo ra trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn. Vật dụng kim loại được đúc điện. Vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liên kết với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai đối diện với mặt thứ nhất. Chất hàn được mạ trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá. Vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện được kết nối sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá. Dung dịch được áp vào vật dụng kim loại sau khi tách vật dụng kim loại khỏi trục gá để tạo ra phần nhuộm đen của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện. Chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Mỗi khía cạnh và phương án của sáng chế được mô tả ở đây có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp với nhau. Các khía cạnh và phương án bây giờ sẽ được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 thể hiện hình vẽ phối cảnh của trục gá đúc điện làm ví dụ theo một phương án.

Các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C thể hiện các hình chiếu mặt cắt của các giai đoạn ví dụ trong quá trình sản xuất vật dụng kim loại được đúc điện đứng độc lập.

Các hình vẽ Fig.3A và Fig.3B là các hình chiếu từ trên của hai phương án của các vật dụng kim loại.

Fig.4 thể hiện hình chiếu từ trên của vật dụng kim loại với các đặc điểm thích ứng, theo một phương án.

Các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B là hình chiếu cận cảnh của phần kết nối tế bào với tế bào theo phương án.

Các hình vẽ Fig.6A và Fig.6B thể hiện các hình chiếu mặt cắt của trục gá ví dụ và chi tiết đúc điện tương ứng có phần mạ tràn.

Fig.7 thể hiện các mặt cắt của các hình dạng được mạ tràn theo các phương án ví dụ.

Fig.8 thể hiện hình chiếu mặt cắt của các phương án về các kim loại tạo khuôn mẫu mà có thể được mạ lên trên trục gá đúc điện, và các phương án về các mảnh được đúc điện mà có thể được sản xuất.

Các hình vẽ Fig.9A và Fig.9B là các hình chiếu mặt cắt của các lớp làm ví dụ mà có thể được mạ trên các chi tiết đúc điện.

Fig.10 là lưu đồ được đơn giản hóa của phương pháp nhuộm đen vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, theo một số phương án.

Fig.11 là lưu đồ với các phần biểu diễn dạng giản đồ của phương pháp nhuộm đen vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, theo một số phương án.

Fig.12 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp nhân ngáp vật dụng kim loại bằng quy trình nhúng, theo một số phương án.

Fig.13 thể hiện dung dịch ví dụ trong quy trình nhuộm đen, theo một số phương án.

Fig.14 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp phun vật dụng kim loại, theo một số phương án.

Fig.15 là hình vẽ dạng giản đồ của vật dụng kim loại trong quá trình phun, theo một số phương án.

Fig.16 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp phun vật dụng kim loại, theo một số phương án.

Fig.17 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp nhuộm đen vật dụng kim loại, theo một số phương án.

Fig.18 thể hiện sự biểu diễn dạng giản đồ của phương pháp nhuộm đen vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, theo một số phương án.

Fig.19 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, theo một số phương án.

Fig.20 thể hiện hình vẽ nhìn từ trên của tế bào quang điện với vật dụng kim loại chưa được nhuộm đen, theo một số phương án.

Fig.21 là hình vẽ nhìn từ trên của tế bào quang điện với vật dụng kim loại được nhuộm đen, theo một số phương án.

Các hình vẽ Fig.22A, Fig.22B và Fig.22C thể hiện sự minh họa quá trình thực hiện phương pháp nhuộm đen, theo một số phương án.

Các hình vẽ Fig.23A, Fig.23B và Fig.23C thể hiện các kiểu dáng của vật dụng kim loại với các đường dẫn cong của các chi tiết đúc điện, theo một số phương án.

Các hình vẽ Fig.24A, Fig.24B và Fig.24C thể hiện các kiểu dáng của phần kết nối tế bào với tế bào bao gồm các bề mặt cong, theo một số phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sự phủ kim loại của các pin mặt trời thường đạt được bằng các chất sệt bạc được in lưới trên bề mặt của tế bào, và các phần kết nối tế bào với tế bào mà sử dụng các dải băng được phủ chất hàn. Vật dụng kim loại của sáng chế được sản xuất trong trục gá đúc điện, mà tạo ra lớp kim loại theo mẫu mà được thiết kế riêng cho pin mặt trời hoặc thiết bị bán dẫn khác. Ví dụ, vật dụng kim loại có thể có các đường lưới với các tỷ lệ phương diện chiều cao so với chiều rộng mà làm giảm thiểu việc tạo bóng cho pin mặt trời và vật dụng kim loại có thể được phủ với vật liệu nhuộm đen. Vật dụng kim loại có thể thay thế sự phủ kim loại thanh dẫn điện chính và sự căng dải băng cho sự phủ kim loại tế bào, sự kết nối tế bào với tế bào và sự tạo môđun thông thường. Vật dụng kim loại có bề mặt “được nhuộm đen” giúp cải thiện đáng kể vẻ ngoài thẩm mỹ của môđun năng lượng mặt trời, mà không ảnh hưởng xấu đến hiệu quả của sản phẩm. Thuật ngữ “được nhuộm đen” trong sáng chế này sẽ được sử dụng để mô tả sự thay đổi vật dụng kim loại từ màu kim loại tự nhiên của nó thành màu sắc khác, mà thường chỉ đến màu tối hoặc màu đen tương tự như pin mặt trời mà vật dụng kim loại được gắn trên đó. Tuy nhiên, các phương án của sáng chế có thể cũng được sử dụng để tạo ra các màu khác trên các vật dụng kim loại.

Theo Babayan và cộng sự, đơn sáng chế Mỹ số 13/798,123, được cấp bằng sáng chế Mỹ số 8,916,038, có tên “Free-Standing Metallic Article for Semiconductors” được nộp vào ngày 13 tháng 3 năm 2013, các ống dẫn điện cho các chất bán dẫn như các tế bào quang điện được gia công như vật dụng kim loại đứng độc lập được đúc điện. Các ống dẫn điện bổ sung cũng được bộc lộ theo Babayan và cộng sự, bằng sáng chế Mỹ số 8,936,709, có tên “Adaptable Free-Standing Metallic Article for Semiconductors” được nộp vào ngày 13 tháng 11 năm 2013; và theo Brainard và cộng sự, đơn sáng chế Mỹ số 14/079,544, có tên “Free-Standing Metallic Article With Expansion Segment” được nộp vào ngày 13 tháng 11 năm 2013, tất cả các đơn trên được sở hữu bởi bên nhận chuyển nhượng của đơn sáng chế và được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn. Các vật dụng kim loại được sản xuất tách riêng khỏi pin mặt trời và có thể bao gồm nhiều chi tiết như các thanh dẫn điện phụ và các thanh dẫn điện chính mà có thể được chuyển ổn định như mảnh đơn nhất và được căn chỉnh dễ dàng với thiết bị bán dẫn. Các chi tiết của vật dụng kim loại được tạo ra liền khối với nhau trong quá trình đúc điện. Vật dụng kim loại được sản xuất trong trục gá đúc điện, mà tạo ra lớp kim loại theo mẫu mà được thiết kế riêng cho pin mặt trời hoặc thiết bị bán dẫn khác. Ví dụ, vật dụng kim loại có thể có các đường lưới với các tỷ lệ phương diện chiều cao so với chiều rộng mà làm giảm thiểu việc tạo bóng cho pin mặt trời. Vật dụng kim loại có thể thay thế sự phủ kim loại thanh dẫn điện chính và sự căng dải băng cho sự phủ kim loại tế bào, sự kết nối tế bào với tế bào và sự tạo môđun thông thường. Khả năng sản xuất lớp phủ kim loại cho tế bào quang điện như thành phần độc lập mà có thể được chuyển ổn định giữa các bước xử lý tạo ra nhiều ưu điểm về chi phí vật liệu và sản xuất.

Fig.1 thể hiện hình vẽ phối cảnh của một phần của trục gá đúc điện làm ví dụ 100 theo một phương án của đơn sáng chế Mỹ số 13/798,123. Trục gá 100 có thể được làm bằng vật liệu dẫn điện như thép không gỉ, đồng, nhôm được anốt hóa, titan hoặc molybden, niken, hợp kim niken-sắt (ví dụ, Invar), đồng hoặc các dạng kết hợp bất kỳ của các kim loại này, và có thể được thiết kế với diện tích đủ để cho phép các dòng mạ cao và cho phép năng suất cao. Trục gá 100 có bề mặt phía ngoài 105 với hoa văn tạo hình sẵn mà bao gồm các chi tiết hoa văn 110 và 112 và có thể được tùy chỉnh cho hình dạng mong muốn của chi tiết ống dẫn điện cần được sản xuất. Theo phương án này, các chi tiết hoa văn 110 và 112 là các khe hoặc các rãnh có mặt cắt hình chữ nhật, mặc dù theo các phương án khác, các chi tiết hoa văn 110 và 112 có thể có các hình dạng mặt

cắt khác. Các chi tiết hoa văn 110 và 112 được thể hiện như các đoạn giao cắt để tạo ra hoa văn kiểu lưới, trong đó các tập hợp gồm các đường song song giao cắt vuông góc với nhau theo phương án này.

Các chi tiết hoa văn 110 có chiều cao 'H' và chiều rộng 'W', trong đó tỷ lệ chiều cao so với chiều rộng định ra tỷ lệ phương diện. Bằng cách sử dụng các chi tiết hoa văn 110 và 112 trong trục gá 100 để tạo ra vật dụng kim loại, các phần kim loại được đúc điện có thể được thiết kế riêng cho các ứng dụng quang điện. Ví dụ, tỷ lệ phương diện có thể là từ khoảng 0,01 đến khoảng 10 như mong muốn, để đáp ứng các giới hạn tạo bóng của pin mặt trời.

Tỷ lệ phương diện, cũng như hình dạng mặt cắt và bố cục dọc của các chi tiết hoa văn, có thể được thiết kế để đáp ứng các thông số kỹ thuật mong muốn như công suất dòng điện, điện trở nối tiếp, các tổn hao tạo bóng, và bố cục tế bào. Quá trình đúc điện bất kỳ có thể được sử dụng. Ví dụ, vật dụng kim loại có thể được tạo ra bởi quá trình mạ điện. Cụ thể, bởi vì việc mạ điện nói chung là quá trình đẳng hướng, việc giới hạn quá trình mạ điện với trục gá có hoa văn để tùy chỉnh hình dạng của các phần là sự cải tiến đáng kể để tối đa hóa hiệu quả. Hơn nữa, mặc dù các hình dạng mặt cắt nhất định có thể không ổn định khi đặt chúng trên bề mặt bán dẫn, các hoa văn tùy chỉnh bao gồm các chi tiết cong mà có thể được sản xuất thông qua việc sử dụng trục gá cho phép các đặc điểm như các đường liên kết để tạo sự ổn định cho các ống dẫn điện này. Theo một số phương án, ví dụ, các hoa văn tạo hình sẵn có thể được tạo kết cấu như lưới liên tục với các đường giao nhau. Kết cấu này không chỉ tạo ra sự ổn định cơ học cho nhiều chi tiết đúc điện mà tạo ra lưới, mà còn cho phép điện trở nối tiếp thấp vì dòng điện được lan truyền qua nhiều ống dẫn điện hơn. Kết cấu kiểu lưới có thể còn làm tăng độ cứng vững của tế bào. Ví dụ, nếu một số phần của lưới bị hỏng hoặc không hoạt động, dòng điện có thể chạy xung quanh khu vực bị hỏng do sự hiện diện của hoa văn lưới.

Các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C là các hình chiếu mặt cắt được đơn giản hóa của các giai đoạn ví dụ trong quá trình sản xuất mảnh dạng lớp kim loại bằng cách sử dụng trục gá, như được bộc lộ trong đơn sáng chế Mỹ số 13/798,123. Trên Fig.2A, trục gá 102 với các chi tiết hoa văn 110 và 115 được bố trí. Chi tiết hoa văn 115 có mặt cắt dọc dạng côn, rộng hơn về phía bề mặt phía ngoài 105 của trục gá 102. Mặt cắt dọc dạng côn có thể tạo ra một số lợi ích chức năng nhất định, như làm tăng lượng kim loại để cải thiện tính dẫn điện, hoặc hỗ trợ việc lấy ra mảnh được đúc điện từ trục gá 102. Trục gá

102 được cho trải qua quá trình đúc điện, trong đó các chi tiết đúc điện 150, 152 và 154 làm ví dụ được tạo ra nằm trong các chi tiết hoa văn 110 và 115 như được thể hiện trên Fig.2B. Các chi tiết đúc điện 150, 152 và 154 có thể là, ví dụ, chỉ đồng hoặc các hợp kim của đồng. Theo các phương án khác, trước tiên có thể mạ lớp niken lên trên trục gá 102, tiếp theo là đồng để niken tạo ra lớp chắn chống lại sự nhiễm đồng của thiết bị bán dẫn hoàn thiện. Lớp niken bổ sung có thể được tùy ý mạ trên đỉnh của các chi tiết đúc điện để bao bọc đồng, như được thể hiện bởi lớp niken 160 trên chi tiết đúc điện 150 trên Fig.2B. Theo các phương án khác, nhiều lớp có thể được mạ nằm trong các chi tiết hoa văn 110 và 115, sử dụng các kim loại khác nhau như mong muốn để đạt được các đặc tính cần thiết của vật dụng kim loại cần được sản xuất.

Trên Fig.2B các chi tiết đúc điện 150 và 154 được thể hiện là được tạo ra ngang bằng với bề mặt phía ngoài 105 của trục gá 102. Chi tiết đúc điện 152 minh họa phương án khác trong đó các chi tiết có thể được mạ tràn. Đối với chi tiết đúc điện 152, việc mạ điện liên tục đến khi kim loại mở rộng ở trên bề mặt 105 của trục gá 102. Phần mạ tràn, mà thường sẽ tạo ra như đỉnh bo tròn do tính chất đẳng hướng của quá trình đúc điện, có thể đóng vai trò như nút để tạo điều kiện rút ra chi tiết đúc điện 152 từ trục gá 102. Đỉnh bo tròn của chi tiết đúc điện 152 cũng có thể tạo ra ưu điểm quang học trong tế bào quang điện bởi, ví dụ, làm bề mặt phản xạ để hỗ trợ thu ánh sáng. Theo các phương án khác nữa không được thể hiện, vật dụng kim loại có thể có các phần mà được tạo ra ở trên cùng của bề mặt trục gá 105, như thanh dẫn điện chính, ngoài các phần được tạo ra nằm trong các hoa văn tạo hình sẵn 110 và 115.

Trên Fig.2C các chi tiết đúc điện 150, 152 và 154 được lấy ra từ trục gá 102 làm vật dụng kim loại đứng độc lập 180. Lưu ý là các hình vẽ từ Fig.2A đến Fig.2C thể hiện ba loại khác nhau của các chi tiết đúc điện 150, 152 và 154. Theo các phương án khác nhau, các chi tiết đúc điện nằm trong trục gá 102 có thể đều thuộc cùng một loại, hoặc có thể có các dạng kết hợp khác nhau của các hoa văn được đúc điện. Vật dụng kim loại 180 có thể bao gồm các chi tiết giao cắt 190, như được tạo ra bởi các hoa văn thành phần cắt ngang 112 của Fig.1. Các chi tiết giao cắt 190 có thể giúp tạo ra vật dụng kim loại 180 ở dạng mảnh đơn nhất, đứng độc lập sao cho có thể dễ dàng được chuyển đến các bước xử lý khác trong khi giữ các chi tiết riêng lẻ 150, 152 và 154 được căn chỉnh với nhau. Các bước xử lý bổ sung có thể bao gồm các bước như phương pháp nhuộm đen cho vật dụng kim loại đứng độc lập 180 và các bước lắp ráp để kết hợp nó vào trong

thiết bị bán dẫn. Bằng cách sản xuất lớp kim loại bằng chất bán dẫn làm mảnh đứng độc lập, sản lượng sản xuất của cụm bán dẫn tổng thể sẽ không bị ảnh hưởng bởi sản lượng của lớp kim loại. Ngoài ra, lớp kim loại có thể được cho trải qua các nhiệt độ và các quy trình xử lý tách biệt với các lớp bán dẫn khác. Ví dụ, lớp kim loại có thể trải qua các quy trình xử lý nhiệt độ cao hoặc các bể hóa chất mà không làm ảnh hưởng đến phần còn lại của cụm bán dẫn.

Sau khi vật dụng kim loại 180 được lấy ra khỏi trục gá 102 trên Fig.2C, trục gá 102 có thể được tái sử dụng để sản xuất các phần bổ sung. Việc có thể tái sử dụng trục gá 102 giúp giảm chi phí đáng kể so với các kỹ thuật hiện tại mà quá trình mạ điện được thực hiện trực tiếp trên pin mặt trời. Trong các phương pháp mạ điện trực tiếp, các trục gá được tạo ra trên chính tế bào, và do đó phải được tạo dựng và thường bị phá hủy trên mỗi tế bào. Việc có trục gá có thể tái sử dụng giúp giảm các bước xử lý và tiết kiệm chi phí so với các kỹ thuật yêu cầu tạo hoa văn và sau đó là mạ thiết bị bán dẫn. Trong các phương pháp thông thường khác, lớp hạt in mỏng được áp vào bề mặt chất bán dẫn để bắt đầu quá trình mạ. Tuy nhiên, các phương pháp dùng lớp hạt dẫn đến các năng suất thấp. Ngược lại, các phương pháp dùng trục gá có thể tái sử dụng như được mô tả ở đây có thể sử dụng các trục gá bằng kim loại dày mà cho phép công suất dòng điện cao, dẫn đến các dòng điện mạ cao và do đó các năng suất cao. Ví dụ, độ dày trục gá kim loại có thể từ 0,2 đến 5 mm.

Các Fig.3A và Fig.3B minh họa các hình chiếu từ trên của các lớp kim loại làm ví dụ 500a và 500b mà có thể được sản xuất bởi các trục gá đúc điện được mô tả ở đây. Các lớp kim loại 500a và 500b bao gồm các chi tiết đúc điện được thực hiện ở đây như các thanh dẫn điện phụ gần như song song 510, mà được tạo ra bởi các khe gần như song song trong trục gá dẫn điện. Lớp kim loại 500b còn bao gồm các chi tiết đúc điện được thực hiện ở đây làm các thanh dẫn điện phụ ngang 520 mà giao cắt các thanh dẫn điện phụ dọc 510, trong đó các thanh dẫn điện phụ 510 và 520 giao cắt ở góc gần vuông. Theo các phương án khác, các thanh dẫn điện phụ 510 và 520 có thể giao cắt ở các góc khác, trong khi vẫn tạo ra lưới liên tục hoặc hoa văn mắt lưới. Các lớp kim loại 500a và 500b còn bao gồm chi tiết khung 530 mà có thể hoạt động như thanh dẫn điện chính để thu thập dòng điện từ các thanh dẫn điện phụ 510 và 520. Việc có thanh dẫn điện chính được tạo ra theo cách liền khối làm một phần của vật dụng kim loại có thể tạo ra các cải tiến sản xuất. Trong các phương pháp sản xuất mô đun năng lượng mặt trời với khối

lượng lớn hiện nay, các kết nối tế bào thường đạt được bằng cách hàn các dải kim loại với các tế bào theo cách thủ công. Điều này thường dẫn đến các tế bào bị hỏng hoặc bị hư hại do xử lý thủ công và ứng suất truyền lên các tế bào bởi các dải chất hàn. Ngoài ra, quá trình hàn thủ công dẫn đến các chi phí sản xuất liên quan đến lao động cao. Do đó, việc có thanh dẫn điện chính hoặc dải băng được tạo ra sẵn và được nối với lớp phủ kim loại, như có thể thực hiện được với các vật dụng kim loại được đúc điện được mô tả ở đây, cho phép các phương pháp sản xuất tự động, chi phí thấp.

Chi tiết khung 530 có thể cũng tạo ra tính ổn định cơ học sao cho các lớp kim loại 500a và 500b là các mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được lấy ra khỏi trục gá. Nghĩa là, các lớp kim loại 500a và 500b là đơn nhất trong đó chúng là thành phần đơn, với các thanh dẫn điện phụ 510 và 520 vẫn được nối, khi tách xa khỏi tế bào quang điện hoặc cụm bán dẫn khác. Chi tiết khung 530 có thể còn hỗ trợ trong việc duy trì khoảng cách và sự căn chỉnh giữa các chi tiết thanh dẫn điện phụ 510 và 520 khi chúng được gắn vào tế bào quang điện. Chi tiết khung 530 được thể hiện trên các hình vẽ Fig.3A và Fig.3B là kéo dài qua một mép của các lớp kim loại 500a và 500b. Tuy nhiên, theo các phương án khác, chi tiết khung có thể kéo dài chỉ một phần qua một mép, hoặc có thể tạo viền nhiều hơn một mép, hoặc có thể được tạo kết cấu như một hoặc nhiều vấu trên mép, hoặc có thể nằm trong chính lưới này. Hơn nữa, chi tiết khung 530 có thể được đúc điện ở cùng thời điểm như các thanh dẫn điện phụ 510 và 520, hoặc theo các phương án khác có thể được đúc điện trong các bước riêng biệt, sau khi các thanh dẫn điện phụ 510 và 520 đã được tạo ra.

Mặc dù các trục gá được bộc lộ ở đây được thể hiện cho việc tạo ra các vật dụng kim loại đơn hoặc các chi tiết đúc điện, các trục gá có thể cũng được tạo kết cấu để tạo ra nhiều vật dụng. Ví dụ, trục gá có thể bao gồm các hoa văn để tạo ra nhiều hơn một vật dụng kim loại 500a hoặc 500b, như để tạo ra số lượng mong muốn của các lưới ống dẫn điện dùng cho dàn năng lượng mặt trời hoàn chỉnh.

Các vật dụng kim loại được gia công bởi trục gá đúc điện cho phép các đặc điểm được thiết kế riêng sâu hơn để đáp ứng các nhu cầu về chức năng và sản xuất mong muốn của tế bào quang điện cụ thể, như được bộc lộ trong bằng sáng chế Mỹ số 8,936,709, được sở hữu bởi bên nhận chuyển nhượng của đơn sáng chế và được kết hợp ở đây bằng cách viện dẫn. Ví dụ, các hình dạng riêng lẻ của các chi tiết trong vật dụng kim loại có thể được thiết kế tùy chỉnh, hoặc các chi tiết trong một vùng của vật dụng

kim loại có thể được thiết kế với các đặc điểm hình học khác với các chi tiết trong vùng khác. Các đặc điểm tùy chỉnh có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc kết hợp với nhau. Việc sử dụng trực gá đúc điện làm tách ra các ràng buộc về kích thước của mảnh được đúc điện tổng thể để các đặc điểm có thể được tối ưu hóa cho khu vực cụ thể trong vật dụng kim loại.

Fig.4 thể hiện hình chiếu từ trên của vật dụng kim loại 400 của sáng chế với các phương án về các đặc điểm khác nhau được làm phù hợp cho tế bào quang điện. Nền bán dẫn 402 được thể hiện bằng các nét đứt để minh họa vị trí của vật dụng kim loại trên tế bào quang điện, trong đó vật dụng kim loại 400 được tạo kết cấu ở đây như lưới cho mặt trước của tế bào. Tuy nhiên, các đặc điểm được mô tả ở đây có thể được áp dụng cho ống dẫn điện cho mặt sau của tế bào quang điện. Trong sáng chế này, đề cập đến các vật liệu bán dẫn dùng để tạo ra thiết bị bán dẫn hoặc tế bào quang điện có thể bao gồm silic vô định hình, silic tinh thể hoặc vật liệu bán dẫn bất kỳ khác phù hợp để sử dụng trong tế bào quang điện. Các vật dụng kim loại có thể cũng được áp dụng cho các loại thiết bị bán dẫn khác ngoài các tế bào quang điện. Nền bán dẫn 402 được thể hiện trên Fig.4 như tế bào đơn tinh thể với các góc được bo tròn, còn được gọi là hình giả vuông. Theo các phương án khác, nền bán dẫn có thể là đa tinh thể, với hình dạng vuông hoàn toàn. Nền bán dẫn 402 có thể có các đường ống dẫn điện (không được thể hiện) trên bề mặt của nó, như các thanh dẫn điện phụ bằng bạc, mà mang dòng điện được tạo ra bởi nền 402.

Vật dụng kim loại 400 bao gồm vùng thứ nhất 456 có nhiều chi tiết đúc điện mà được tạo kết cấu để hoạt động như ống dẫn điện cho bề mặt nhận ánh sáng tới của tế bào quang điện. Phần kết nối tế bào với tế bào 440 là liền khối với vùng thứ nhất 456. Các thanh dẫn điện phụ bằng bạc có thể được in lưới lên trên nền bán dẫn 402 theo các phương pháp thông thường. Ví dụ, các thanh dẫn điện phụ bằng bạc có thể là các đường mà vuông góc với hướng của các đường lưới 410 trong vùng thứ nhất 456. Khi đó các chi tiết của vật dụng kim loại 400 hoạt động như các ống dẫn điện để mang dòng điện từ các thanh dẫn điện phụ bằng bạc. Theo phương án này của Fig.4, các đường lưới 410 (theo hướng ngang trên Fig.4) và các đoạn 420 (theo hướng dọc trên Fig.4) trong vùng thứ nhất 456 của vật dụng kim loại 400 được ghép nối điện với nền bán dẫn 402, như bằng cách hàn, để thu thập và phân phối dòng đến chi tiết kết nối hoặc phần kết nối tế bào với tế bào 440. Các đường lưới 410 có thể là vuông góc với mép của vùng thứ nhất

456. Phần kết nối tế bào với tế bào 440 cho phép các sự kết nối tế bào với tế bào cho mô đun mặt trời để tạo ra giàn năng lượng mặt trời. Việc gia công vật dụng kim loại 400 với kim loại như đồng làm giảm chi phí so với tế bào trong đó bạc được sử dụng cho tất cả các ống dẫn điện, và có thể còn cải thiện hiệu quả tế bào do tính dẫn điện được cải thiện.

Nhiều chi tiết đúc điện có thể bao gồm nhiều chi tiết thứ nhất mà giao cắt nhiều chi tiết thứ hai. Ví dụ, các đường lưới 410 và các đoạn 420 của Fig.4 được thể hiện là giao cắt và gần như vuông góc với nhau; tuy nhiên, theo các phương án khác chúng có thể tạo các góc không vuông với nhau. Mặc dù cả các đường lưới 410 và các đoạn 420 đều có khả năng mang dòng điện, các đường lưới 410 tạo ra đường dẫn có điện trở ít nhất đến chi tiết kết nối 440 và sẽ hoạt động như các phần mang dòng điện chính. Các đoạn 420 tạo ra hỗ trợ cơ học cho vật dụng kim loại đứng độc lập 400, cả về độ bền và duy trì các thông số kỹ thuật về kích thước của lưới. Tuy nhiên, các đoạn 420 có thể còn hoạt động như các ống dẫn điện, như trong việc cung cấp dự phòng nếu các đường lưới 410 gặp sự cố. Theo một số phương án, các đường lưới 410 và các đoạn 420 lần lượt có thể có các chiều rộng 412 và 422, mà khác nhau như để tối ưu hóa độ bền cơ học hoặc đạt được hệ số lấp đầy mong muốn cho tế bào. Ví dụ, chiều rộng 412 của các đường lưới 410 có thể là nhỏ hơn so với chiều rộng 422 của các đoạn 420, để các đoạn 420 tạo ra đủ tính ổn định cơ học cho vật dụng kim loại 400 trong khi các đường lưới 410 được thiết kế riêng để đạt được hệ số lấp đầy cao nhất có thể. Theo các phương án khác, một số đường lưới 410 có thể có các chiều rộng khác với các đường lưới 410 khác, như để giải quyết độ bền cơ học hoặc công suất điện của vùng cụ thể. Khoảng cách hàng của các đường lưới 410 có thể cũng thay đổi so với các đoạn 420, hoặc có thể thay đổi khác nhau trong các vùng khác nhau trong vật dụng kim loại 400 để đáp ứng các yêu cầu dẫn điện cần thiết của thiết bị. Theo một số phương án, mức độ mắt lưới thô hơn hoặc mịn hơn có thể được chọn dựa trên, ví dụ, các thiết kế đường dẫn phụ bằng bạc của phiên bản dẫn, độ chính xác của quá trình in lưới của bạc, hoặc loại tế bào đang được sử dụng.

Theo phương án khác, hoa văn của các chi tiết để thu thập và phân phối dòng đến chi tiết kết nối trong vùng thứ nhất 456 của vật dụng kim loại 400 có thể bao gồm các đường lưới (theo hướng ngang) và các đường lưới (theo hướng dọc) mà được ghép nối điện với nền bán dẫn 402. Các đường lưới theo hướng dọc có thể khác với các đoạn 420 trên Fig.4 trong đó các đường lưới theo hướng dọc chạy từ thành phần mép 450 này của

vật dụng kim loại 400 đến thành phần mép 450 khác của vật dụng kim loại 400 và gần như vuông góc với các đường lưới ngang. Các đường lưới ngang và các đường lưới dọc tạo ra kết cấu mắt lưới.

Các đặc điểm khác mà có thể được thiết kế riêng có thể được đưa vào thiết kế trực gá đúc điện mà vật dụng kim loại được gia công trong trực gá này. Ví dụ, vật dụng kim loại có thể có các đường lưới giao cắt tạo ra kết cấu mắt lưới trên phần lớn của vùng thứ nhất 456 của vật dụng kim loại. Các đường lưới có thể có chiều rộng mà không đồng nhất dọc theo chiều dài của nó. Theo một phương án, chiều rộng của đường lưới ngang rộng hơn khi gần hơn chi tiết kết nối (hoặc phần kết nối tế bào với tế bào 440), mà là đầu thu thập dòng điện của tế bào. Chiều rộng tăng lên này tích lũy dòng điện cao hơn ở đầu này, khi dòng được tập trung bởi vật dụng kim loại ngang qua bề mặt của nó của vùng thứ nhất 456. Do đó, chiều rộng tăng lên làm giảm tổn hao điện trở. Chiều cao của đường lưới có thể cũng được điều chỉnh như mong muốn trong các khu vực có chiều rộng tăng lên.

Ngoài ra, biên dạng theo chiều dài có thể bị thay đổi về hình dạng ngoài việc thay đổi về chiều rộng. Các đường lưới ngang và dọc có thể được tạo kết cấu với hoa văn phi tuyến tính cho phép các đường lưới mở rộng theo chiều dài, do đó hoạt động như đoạn mở rộng. Theo một phương án, cả đường lưới ngang và dọc có thể có hoa văn kiểu sóng với các chi tiết cong, như được ví dụ bởi các đường lưới 410 và các đoạn 420. Hoa văn sóng có thể được tạo kết cấu như, ví dụ, sóng hình sin hoặc các dạng hình học hoặc hình dạng cong khác. Hoa văn sóng có thể tạo ra thêm độ dài giữa các điểm hàn để cho phép vật dụng kim loại giãn ra và co lại, như để giúp giảm nhẹ sự biến dạng do các chênh lệch về hệ số giãn nở nhiệt (coefficients of thermal expansion - CTE) giữa vật dụng kim loại và nền bán dẫn mà vật dụng này được nối vào đó. Ví dụ, đồng có CTE gấp khoảng năm lần so với silic. Do đó, vật dụng kim loại bằng đồng được hàn vào nền silic sẽ chịu biến dạng đáng kể trong các bước làm nóng và làm mát trong quá trình sản xuất cụm phụ vào pin mặt trời thành phẩm. Theo các phương án khác chỉ một số đường lưới có thể được tạo kết cấu làm các đoạn mở rộng. Theo các phương án khác nữa, chỉ một phần nhất định của đường lưới đơn có thể được tạo kết cấu làm đoạn mở rộng, trong khi phần còn lại của độ dài là tuyến tính.

Theo phương án của Fig.4, các đường lưới 410 có hoa văn kiểu sóng. Đồng thời, các đoạn 420 có hoa văn kiểu sóng. Gần với phần kết nối tế bào với tế bào 440, các đoạn

ngang bổ sung 430 có thể có mặt. Các đoạn ngang bổ sung 430 tạo ra khả năng mang dòng điện bổ sung. Theo các phương án khác, các đường lưới 410 và các đoạn 420 có thể là tuyến tính hoặc là dạng kết hợp của hoa văn kiểu sóng và tuyến tính. Các đường lưới 410 và các đoạn 420 còn bao gồm các thành phần mép 450 và 455, mà được tạo kết cấu để được đặt gần chu vi của pin mặt trời. Chẳng hạn, các thành phần mép 450 và 455 có thể được đặt cách 1 đến 3 mm từ các mép của phiên bản dẫn 402. Bởi vì các thành phần mép 450 và 455 tạo ra chu vi của vật dụng kim loại 400, các thành phần mép 450 và 455 có thể là rộng hơn so với các đường lưới 410 khác và các đoạn 420 ở phía bên trong của vật dụng kim loại 400, để tạo ra sự hỗ trợ kết cấu bổ sung. Các thành phần mép 455 được tạo kết cấu như các thanh dẫn điện chính ở góc theo phương án của Fig.4, mà tạo ra góc từ thành phần mép chính 450. Nghĩa là, thành phần mép 450 có sự thay đổi theo hướng ống dẫn điện dọc theo chiều dài, như để phù hợp hình giả vuông theo phương án này. Sự thay đổi theo hướng này có thể được tạo ra theo cách liền khối bởi trực gá đúc điện, và có thể bao gồm việc thiết kế riêng chiều rộng của thanh dẫn điện chính ở góc 455 để cải thiện độ bền cơ học và làm giảm các tổn hao điện trở. Các thanh dẫn điện chính 450 và 455 rộng hơn ở chu vi của vật dụng kim loại 400 có thể còn cải thiện độ bền liên kết khi gắn vật dụng kim loại 400 vào nền bán dẫn 402.

Phần kết nối tế bào với tế bào 440 là gần mép của vật dụng kim loại 400. Phần kết nối tế bào với tế bào 440 là liền khối với vùng thứ nhất 456. Phần kết nối tế bào với tế bào 440 được tạo kết cấu để mở rộng vượt ra ngoài bề mặt nhận ánh sáng tới của vùng thứ nhất 456 và để ghép nối trực tiếp vật dụng kim loại 400 với tế bào quang điện lân cận. Các hình vẽ Fig.5A và Fig.5B là các hình chiếu cận cảnh của các phương án khác nhau của phần kết nối tế bào với tế bào. Phần kết nối tế bào với tế bào 440 bao gồm nhiều phần phụ cong, được đúc điện 460. Mỗi phần phụ 460 có đầu thứ nhất 462 được ghép nối với mép 464 của vùng thứ nhất 456 và đầu thứ hai 466 đối diện với đầu thứ nhất 462 và xa khỏi mép 464. Các phần phụ 460 được đặt cách khỏi nhau. Nhờ có các phần phụ lân cận 460 được đặt cách ra – nghĩa là, không được nối với nhau – việc giảm ứng suất được cải thiện do khả năng uốn và khả năng giãn nở nhiệt độc lập của mỗi phần phụ.

Theo một phương án, hoa văn của các phần phụ 460 tạo ra đường nét có hình đồng hồ cát hoặc hình con ki của môn bóng bowling bao gồm các bề mặt cong nằm trên mặt phẳng ban đầu của phần kết nối tế bào với tế bào 440, với ít hoặc không có mép

hoặc góc nhọn hoặc thẳng. Các hình dạng khác có thể được sử dụng mà có thể là các hình dạng sóng không đối xứng, dài và hình sin. Độ cong của các phần phụ 460 có thể lớn hơn ở một đầu 462 hoặc 466, so với đầu khác. Các phần phụ 460 có thể được đặt cách khỏi nhau và hoa văn của các phần phụ 460 có thể được lặp lại lần lượt theo kiểu nối đuôi nhau hoặc đối đầu. Các phần phụ 460 có thể có hoa văn lặp lại hoặc không lặp lại ngang qua phần kết nối tế bào với tế bào 440. Các phần phụ 460 cho phép tính dễ biến dạng phía bên và kết cấu dạng lò xo để làm giảm nhẹ sự biến dạng do các ứng suất cơ học và nhiệt. Theo phương án của Fig.5B, các phần phụ 460 có thể được lặp lại 10 lần hoặc nhiều hơn trên mỗi xentimét. Vật dụng kim loại 400, bao gồm vùng thứ nhất và phần kết nối tế bào với tế bào 440, có thể được đúc điện trên trục gá dẫn điện và được tạo ra bởi hoa văn tạo hình sẵn để tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá dẫn điện.

Theo một phương án, vật dụng kim loại 400 còn bao gồm dải kim loại 470 liền khối với phần kết nối tế bào với tế bào 440 và được ghép nối với các đầu thứ hai 466 của nhiều phần phụ được đúc điện 460. Dải kim loại 470 được tạo kết cấu để được ghép nối với mặt sau của tế bào quang điện lân cận. Dải kim loại 470 của phần kết nối tế bào với tế bào 440 hoạt động như miếng đệm hàn cho mặt sau của tế bào liền kề, trong khi các phần phụ 460 hoạt động như các ống dẫn điện giữa các pin mặt trời. Lưu ý là thiết kế của phần kết nối tế bào với tế bào 440 có diện tích bề mặt lớn so với dải chất hàn thông thường, trong đó ba dải đường dẫn điện chính được sử dụng. Do đó, thiết kế của phần kết nối tế bào với tế bào 440 cải thiện hiệu quả ở mức mô đun bằng cách tạo ra điện trở nối tiếp thấp và sự sụt áp tối thiểu. Ví dụ, chiều rộng 432 của phần kết nối tế bào với tế bào 440 có thể là 5-10 mm, như 6-8 mm, so với chiều rộng là 50-100 μm cho các đường lưới 410 và các đoạn 420.

Fig.6A thể hiện trục gá ví dụ 700 có lớp bề mặt phía ngoài 710, với các vùng kim loại được lộ ra 712 và các vùng điện môi 714 che phủ các phần của nền kim loại 720. Vùng điện môi 714 có thể là, ví dụ, flopolyme (ví dụ, Teflon[®]), lớp cảm quang được tạo hoa văn (ví dụ, lớp cảm màng dây Dupont Riston[®]), hoặc lớp dày của lớp cảm quang trên cơ sở epoxy (ví dụ, SU-8). Lớp cảm quang được phơi sáng có chọn lọc và được loại bỏ để lộ ra hoa văn mong muốn. Theo các phương án khác, vùng điện môi 714 có thể được tạo mẫu bằng cách, ví dụ, gia công hoặc cắt laze chính xác. Việc sử dụng các điện môi hoặc các lớp cảm vĩnh cửu cho phép tái sử dụng trục gá 700, giúp giảm số lượng các

bước quy trình, chi phí tiêu hao và làm tăng năng suất của quy trình sản xuất tổng thể so với các trục gá tiêu hao.

Cũng được thể hiện trên Fig.6A là chi tiết đúc điện 750. Chi tiết đúc điện 750 được tạo ra trên vùng kim loại được lộ ra 712, và được mạ tràn lên trên lớp bề mặt phía ngoài 710 của trục gá 700. Phần mạ tràn là một phần của chi tiết đúc điện mà mở rộng vượt quá lên bề mặt của lớp điện môi dạng hoa văn. Fig.6B thể hiện chi tiết đúc điện 750 khi được tách khỏi trục gá 700, trong đó phần mạ tràn 752 có chiều cao 760 trải dài theo tỷ lệ phần trăm của chiều cao tổng thể 765 của chi tiết đúc điện 750. Chiều cao tổng thể 765 bao gồm chiều cao 760 của phần mạ tràn 752, cũng như chiều cao của phần thân 754 (như được phác họa bởi đường nét đứt). Chiều cao 760 của phần mạ tràn 752 có thể theo tỷ lệ phần trăm của chiều cao tổng thể 765 của chi tiết đúc điện 750, trong đó tỷ lệ phần trăm có thể thay đổi theo các phương án khác nhau. Theo một số phương án, chiều cao 760 có thể trải dài phần lớn, như lớn hơn 50%, của chiều cao tổng thể 765. Theo các phương án khác, chiều cao 760 có thể bao hàm toàn bộ chiều cao 765 sao cho không có vùng thân. Kết cấu được mạ tràn có thể tạo ra các ưu điểm quang học do bề mặt đỉnh bo tròn 754 của phần mạ tràn 752. Hơn nữa, bề mặt đỉnh 754 có thể được thiết kế để hỗ trợ sự phản xạ ánh sáng để tăng cường hiệu quả của pin mặt trời. Chẳng hạn, bề mặt đỉnh 754 có thể được tạo kết cấu để tạo ra bề mặt Lambert, hoặc theo các phương án khác bề mặt đỉnh 754 có thể được phủ, như với bạc, để tăng cường sự phản xạ gương.

Lượng đúc điện và các kích thước của các vùng kim loại được lộ ra trên trục gá xác định mức độ hình dạng được đúc điện được tạo ra. Sự kết tủa của kim loại không bị hạn chế bởi trục gá, cho phép việc mạ tràn ở trên vùng điện môi của lớp bề mặt phía ngoài. Theo các phương án của 6A và 6B, các phần mạ tràn có hình dạng gần như bán cầu. Fig.7 thể hiện các mặt cắt của các hình dạng được mạ tràn có thể được tạo ra theo các phương án ví dụ khác. Theo một phương án, chi tiết đúc điện 800 có hình dạng mặt cắt hình tròn được cắt ngắn, có diện tích lớn hơn hình bán cầu. Loại chi tiết 800 này có thể được sản xuất bằng cách, ví dụ, làm tăng thời gian đúc điện hoặc dòng điện đáng kể so với thời gian và dòng điện để tạo ra phần mạ tràn hình bán cầu 752 của Fig.6B. Trong ví dụ khác, chi tiết đúc điện 850 có mặt cắt hình chữ nhật với các góc được bo tròn. Hình dạng này có thể được sản xuất bằng cách sử dụng, ví dụ, vùng trục gá kim loại rộng hơn so với chi tiết 800. Các góc đáy 855 có thể cũng được hơi bo tròn do bản chất của quá trình mạ điện.

Hình dạng của các phần mạ tràn theo sáng chế có thể được biến đổi thêm bằng cách sử dụng các kỹ thuật mạ xung, che chắn các phần của anốt hoặc catốt, sự biến đổi đối với hình dạng và vị trí của anốt, sự điều chỉnh đối với khoảng cách anốt/catốt, và các biến đổi đối với dòng chất lưu va chạm trên phần được đúc điện sao cho hình dạng có thể được làm hẹp hơn và cao hơn cho phép tạo ra hình dạng hypebol hoặc hình elip và thậm chí cho phép thu hẹp phần đúc điện nhô ra sao cho gần giống hình nón. Theo các phương án khác, vùng được mạ tràn có thể còn được điều chỉnh về hình dạng thông qua việc sử dụng các lớp cản có nhiều độ cao khác nhau. Ví dụ, lớp cản có chiều cao lớn hơn có thể được đặt trên một cạnh của rãnh hở, nằm đối diện với lớp cản có chiều cao thấp hơn – ví dụ, tạo ra lớp cản 714 trên Fig.6A dày hơn trên cạnh trái của phần lộ ra 712 so với lớp cản 714 trên cạnh phải của phần lộ ra 712. Trong ví dụ này, đoạn mạ tràn sẽ thể hiện bề mặt hình bán cầu trên cạnh này của khu vực được mạ (tức là cạnh thấp hơn), nhưng sẽ có cạnh kia phẳng đối diện với lớp cản dày hơn. Phương pháp lớp cản kép này cũng có thể được sử dụng để tạo ra các hiệu ứng khác, ví dụ, làm sạch phần tạo lỗ hoặc tạo vết rỗ, trong bộ phận được sản xuất.

Fig.8 minh họa các phương án đúc điện khác trong đó kim loại tạo khuôn mẫu có thể được mạ lên trên trục gá 900, để làm đầy ít nhất một phần các khe được tạo ra bởi các vùng kim loại được lộ ra và các vùng điện môi trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá. Theo một phương án, kim loại tạo khuôn mẫu 920 được mạ để làm đầy khe được định ra bởi vùng kim loại được lộ ra 912a và các vùng điện môi bao quanh 914, để kim loại tạo khuôn mẫu 920 gần như ngang bằng với phần đỉnh của lớp bề mặt phía ngoài 910 của trục gá 900. Chi tiết đúc điện 925 minh họa mảnh ví dụ mà sẽ được sản xuất bằng cách mạ tràn trên kim loại tạo khuôn mẫu 920, trong đó bề mặt đáy phẳng 927 được tạo ra. Nghĩa là, chi tiết đúc điện 925 không có phần thân (ví dụ, phần thân 754 của Fig.6B) do kim loại tạo khuôn mẫu 920 là ngang bằng với lớp bề mặt phía ngoài 910. Do đó, phần mạ tràn bao gồm toàn bộ chiều cao của chi tiết đúc điện 925. Theo phương án khác, kim loại tạo khuôn mẫu 930 làm đầy một phần khe trên vùng kim loại được lộ ra 912b để sản xuất chi tiết đúc điện 935 có phần thân 937 ngắn hơn so với phần thân 754 của Fig.6B trong đó không có kim loại tạo khuôn mẫu ở trong khe trục gá. Theo phương án khác nữa, kim loại tạo khuôn mẫu 940 được làm đầy tràn nhẹ trong khe của vùng kim loại được lộ ra 912c, để kim loại tạo khuôn mẫu 940 tạo ra bề mặt phía trên 942 có đường viền lồi. Kết quả là, chi tiết đúc điện 945 được tạo ra trên kim loại

tạo khuôn mẫu 940 có bề mặt đáy lõm 947. Bề mặt đáy không phẳng 947 có thể tạo ra các lợi ích như cho phép chất hàn tạo bắc bên dưới chi tiết đúc điện 945 khi được nối vào pin mặt trời, do đó làm tăng độ bền nối do lượng chất hàn hoặc vật liệu kết dính khác tăng lên.

Do đó, Fig.8 thể hiện việc sử dụng kim loại tạo khuôn mẫu như 920, 930 hoặc 940 ở các vùng đúc điện của trục gá đúc điện có thể truyền các hình dạng cụ thể đến các chi tiết đúc điện. Kim loại tạo khuôn mẫu có tính dẫn điện, cho phép các chi tiết kim loại được đúc điện trên đó, mà còn có thể có độ kết dính kém với chi tiết đúc điện, cho phép việc lấy ra các vật dụng được đúc điện trong khi kim loại tạo khuôn mẫu vẫn nằm trên trục gá. Do đó, kim loại tạo khuôn mẫu có thể vẫn nằm trong trục gá và được tái sử dụng sau khi vật dụng kim loại đã được sản xuất và được lấy ra từ trục gá. Kim loại tạo khuôn mẫu có thể là, ví dụ, niken, đồng, thiếc, chì, thiếc/chì, bạc hoặc vàng, và có thể được kết tủa bằng cách sử dụng các kỹ thuật đúc điện tiêu chuẩn. Theo một số phương án, kim loại tạo khuôn mẫu có thể được chọn để bảo vệ vật liệu trục gá khỏi môi trường hoặc khỏi các hóa chất được sử dụng trong quá trình đúc điện. Kim loại tạo khuôn mẫu có thể cũng được sử dụng để bảo vệ bề mặt chung giữa điện môi và phần kim loại được lộ ra của trục gá. Theo các phương án khác, bề mặt chung giữa điện môi được tạo hoa văn và nền trục gá có thể được bảo vệ khỏi môi trường bằng cách tạo hoa văn cho điện môi thứ hai ở bề mặt chung. Kim loại tạo khuôn mẫu có thể còn giúp ngăn sự tách lớp của điện môi bằng cách khóa nó tại chỗ. Kim loại tạo khuôn mẫu có thể còn được kết tủa bởi các kỹ thuật phủ chân không để cho phép sự kết tủa của các kim loại như titan và thép không gỉ mà sẽ tạo ra bề mặt bám dính thấp, tạo điều kiện giải phóng vật dụng kim loại và bảo vệ tốt hơn bề mặt chung giữa điện môi và nền trục gá. Trong trường hợp này kim loại tạo khuôn mẫu có thể cần bước tạo hoa văn thứ hai để giới hạn nó vào vùng kim loại được lộ ra của trục gá. Ứng dụng kim loại cơ bản phổ biến khác được sử dụng trong đúc điện là kết tủa không điện, mà thường được sử dụng để đặt kim loại cho sự sao chép trên các bề mặt hình học phức tạp. Phương pháp này có thể còn được sử dụng để tạo ra kim loại cơ bản cho các trục gá được thảo luận ở đây.

Các hình vẽ Fig.9A và Fig.9B mô tả các lớp khác nhau mà có thể được bao gồm trên các chi tiết đúc điện sử dụng các phương pháp theo sáng chế. Trên Fig.9A, chi tiết đúc điện 1000 có vật liệu của phần dẫn dạng khối 1010, như đồng, với lớp chắn 1020 được mạ lên trên bề mặt đỉnh của phần dẫn dạng khối 1010, và lớp chắn 1030 được mạ

trên bề mặt đáy của phần dẫn dạng khối 1010. Bề mặt đáy của chi tiết đúc điện 1000 được tạo kết cấu để hướng vào tế bào quang điện, như tạo ra bề mặt cho việc gắn kết. Vật liệu dùng làm các lớp chắn 1020 và 1030 ngăn chặn sự ăn mòn của đồng, và có thể là, ví dụ, niken, niken bo, bạc, thiếc hoặc các hợp kim thiếc-chì. Chi tiết đúc điện 1000 được gia công bằng cách mạ lớp chắn 1030 trong trục gá, tạo ra phần dẫn dạng khối 1010 trên lớp chắn 1020, và sau đó mạ lớp chắn trên cùng 1020. Do đó, các lớp chắn 1020 và 1030 bao quanh phần dẫn dạng khối 1010. Theo các phương án khác, các lớp bổ sung 1040 (được chỉ ra như đường nét đứt) có thể được kết nối trên lớp chắn 1020. Ví dụ, lớp 1040 có thể là chất hàn, mà sau đó có thể chảy lại và liên kết với các thanh dẫn điện phụ bằng bạc được in lưới trên tế bào quang điện để tạo ra phần tiếp xúc điện của chi tiết đúc điện 1000 đến tế bào. Theo các phương án khác, lớp 1040 có thể bao gồm vật liệu phản xạ như bạc hoặc thiếc, để tăng cường các đặc tính quang của chi tiết đúc điện 1000. Ví dụ, bề mặt đỉnh tạo ra sự chệch hướng và phản xạ tăng cường làm giảm hiệu quả tạo bóng của vật dụng kim loại đến nhỏ hơn vết chân của nó.

Fig.9B thể hiện phương án khác của chi tiết đúc điện 1050, trong đó chất hàn được áp vào bề mặt đáy của chi tiết đúc điện thay vì bề mặt đỉnh như trên Fig.9A. Đầu tiên, lớp ban đầu 1060 được mạ trong vùng kim loại được lộ ra của trục gá 1052. Lớp 1060 có thể là thiếc, chì, hoặc dạng kết hợp bất kỳ của chúng. Tiếp theo, lớp 1070 của đồng được kết nối không điện trên lớp 1060, sao cho các lớp 1060 và 1070 là phần hiệu quả của vùng kim loại được lộ ra của trục gá. Lớp đồng 1070 được kết nối do phản ứng oxi hóa khử giữa đồng sulfat và các kim loại của lớp 1060 (thiếc, chì, hoặc dạng kết hợp bất kỳ của cả hai), và để lại lớp bề mặt của đồng bám dính lỏng lẻo trên đỉnh của lớp kim loại ban đầu 1060. Lớp chất hàn 1080 được tạo ra trên lớp đồng 1070. Lớp đồng 1070 có độ kết dính kém vào chất hàn, và do đó tạo điều kiện lấy ra chi tiết đúc điện 1050 từ trục gá 1052. Việc sử dụng các kim loại này trong các lớp 1060 đến 1080 cho mục đích này là trái với các phương pháp đã biết, bởi vì phản ứng của chúng với đồng thường được coi là đặc điểm tiêu cực trong quá trình mạ điện. Sự tương tác của thiếc, chì hoặc dạng kết hợp bất kỳ của cả hai với đồng tạo ra lớp kim loại đồng bám dính rất kém trên bề mặt của thiếc/chì. Trong các hoạt động mạ điện thông thường, điều này cuối cùng sẽ gây ra sự tách lớp của phần được mạ điện, và do đó là không mong muốn đối với các ứng dụng mạ thông thường. Theo sáng chế, lớp đồng 1070 bám dính kém trở

thành lợi thế, vì có thể tạo ra lớp giải phóng cho lớp bất kỳ đang được kết tủa trên nó, trong trường hợp này là lớp chất hàn 1080.

Lớp chất hàn 1080 vẫn được bám dính vào chi tiết đúc điện 1050 khi được lấy ra khỏi trục gá 1052. Lớp chắn 1030 có thể, ví dụ, sau đó được mạ lên trên lớp chất hàn 1080, tạo ra bề mặt đáy cho phần dẫn dạng khối 1010 như được mô tả đối với Fig.9A. Tuy nhiên, việc mạ lớp 1030 này không được yêu cầu cho sự gắn kết của chi tiết đúc điện 1050 đến tế bào quang điện. Sau đó, phần dẫn dạng khối 1010 được tạo ra, như với kết cấu được mạ tràn theo phương án này. Lớp chắn 1020 có thể được mạ trên bề mặt đỉnh của phần dẫn dạng khối 1010, và (các) lớp bổ sung 1040 – như vật liệu phản xạ để đạt được độ hoàn thiện bề mặt mong muốn – được kết tủa trên lớp chắn 1020. Chi tiết đúc điện 1050 sau đó có thể được tách khỏi trục gá 1052, làm vật dụng kim loại đứng độc lập.

Việc áp chất hàn, như lớp 1040 trên Fig.9A hoặc lớp 1080 trên Fig.9B, đến chi tiết đúc điện trong khi chi tiết ở trục gá tạo ra các lợi ích sản xuất so với việc thực hiện bước mạ chất hàn sau khi vật dụng được đúc điện được lấy ra hoặc gỡ khỏi trục gá. Bằng cách áp chất hàn trong quá trình đúc điện của vật dụng kim loại, trước khi lấy ra vật dụng được đúc điện khỏi trục gá, dụng cụ mạ riêng để áp chất hàn được loại bỏ khỏi quy trình, do đó làm giảm chi phí. Theo phương án của Fig.9B, việc áp chất hàn 1080 chỉ trên một mặt của chi tiết đúc điện 1050, như mặt thứ hai, tạo ra thêm lợi ích bằng cách cho phép bề mặt đối diện (tức là, mặt thứ nhất) của chi tiết đúc điện 1050 được phủ với vật liệu khác nhau.

Sau khi tách vật dụng kim loại khỏi trục gá đúc điện, nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá. Có thể mong muốn tạo ra phần nhuộm đen của nhiều chi tiết đúc điện cho các nhu cầu về thẩm mỹ hoặc chức năng bổ sung. Ví dụ, mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện được nhuộm đen sau khi tách vật dụng kim loại khỏi trục gá.

Fig.10 là lưu đồ được đơn giản hóa của phương pháp nhuộm đen vật dụng kim loại 1200 cho tế bào quang điện, theo một số phương án. Ở bước 1202, trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn được tạo ra. Ở bước 1204, vật dụng kim loại được đúc điện. Vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai

đối diện với mặt thứ nhất. Ở bước 1206, chất hàn được mạ trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá. Theo một số phương án, mặt thứ hai bao gồm phần mạ tràn được tạo ra trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện, và chất hàn được mạ trên phần mạ tràn trên mặt thứ hai, như được bộc lộ ở đây.

Ở bước 1208, vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá. Ở bước 1210, mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện được nhuộm đen sau khi tách vật dụng kim loại khỏi trục gá. Chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

Fig.11 là lưu đồ với các phần biểu diễn dạng giản đồ của phương pháp 1300 để nhuộm đen vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, theo một số phương án. Sau khi các chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại được đúc điện trong trục gá sử dụng, ví dụ, vật liệu đồng, hoa văn lưới được tạo ra tương ứng với hoa văn tạo hình sẵn của trục gá. Các chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất 1304 liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai 1308 đối diện với mặt thứ nhất 1304. Ở bước 1206, chất hàn 1306 được mạ đến mặt thứ hai 1308 của các chi tiết đúc điện. Ở bước 1208, lưới, hoặc vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá. Chất hàn 1306 trên mặt thứ hai 1308 của các chi tiết đúc điện che có chủ ý vật liệu đồng của mặt thứ hai 1308 của các chi tiết đúc điện vì vậy việc nhuộm đen không xảy ra trên mặt thứ hai 1308 của các chi tiết đúc điện. Mặt thứ hai 1308 của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại, hoặc mặt chất hàn của vật dụng kim loại, liền kề với tế bào quang điện khi được gắn với nhau.

Để tạo ra hiện tượng nhuộm đen, ở các bước 1210a hoặc 1210b, vật dụng kim loại có thể được phun với dung dịch (bước 1210a) hoặc được nhúng trong dung dịch (bước 1210b) để gây ra phản ứng hóa học dẫn đến việc nhuộm đen. Theo một số phương án, toàn bộ vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch. Theo các phương án khác, một phần của vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch. Các thuật ngữ “ngập chìm” hoặc “ngâm” được mô tả ở đây có thể chỉ đến toàn bộ vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch hoặc một phần của vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch.

Vật dụng kim loại có thể được đặt vào trong hoặc trên vật mang khi đó chiều cao của vật dụng kim loại mà được nhúng vào trong dung dịch được kiểm soát để chỉ mặt thứ nhất 1304 của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch. Theo các phương án khác, toàn bộ vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch.

Ở bước 1212, mặt thứ hai 1308 của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại được gắn vào tế bào quang điện 1310. Ví dụ, chi tiết đúc điện 2100 của vật dụng kim loại có phản nhuộm đen 1302 trên mặt thứ nhất 1304 và chất hàn 1306 trên mặt thứ hai 1308. Chất hàn 1306 của mặt thứ hai 1308 liền kề với tế bào quang điện 1310 và cả hai được gắn với nhau.

Khi sử dụng hỗn hợp hóa học cụ thể trong quá trình nhúng hoặc phun, các chất hóa học gây ra phản ứng với vật liệu được lộ ra – đồng – trên chỉ mặt thứ nhất của các chi tiết đúc điện bởi vì lớp chất hàn che phủ vật liệu đồng trên mặt thứ hai của các chi tiết đúc điện. Theo cách này, chỉ mặt thứ nhất của các chi tiết đúc điện mà đồng có mặt biến đổi thành màu đen. Chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện che hoặc che phủ đồng do đó, không có phản ứng hóa học xảy ra với chất hàn và mặt thứ hai không được nhuộm đen.

Theo một số phương án, việc nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện là bằng quy trình nhúng (ví dụ, nhúng, nhấn ngập hoặc ngâm một phần hoặc toàn bộ). Fig.12 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp nhấn ngập vật dụng kim loại 1230 bằng quy trình nhúng, theo một số phương án. Fig.12 mô tả bước chi tiết hơn để thực hiện bước 1210b trên Fig.11. Ví dụ, ở bước 1232, sau khi vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá, vật dụng kim loại có thể được đặt trong hoặc trên vật mang và được nhúng và/hoặc được rửa với nước khử ion trong thời gian ngắn, như 5 giây. Ở bước 1234, vật dụng kim loại có thể được nhúng trong hỗn hợp gồm 3% đến 7% axit metanesulfonic hoặc tương tự trong xấp xỉ 60 giây để chuẩn bị các bề mặt để nhuộm đen. Ở bước 1236, vật dụng kim loại được nhúng và/hoặc được rửa với nước khử ion trong 60 đến 120 giây.

Ở bước 1238, vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch để gây ra phản ứng hóa học dẫn đến việc nhuộm đen của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện. Dung dịch có thể bao gồm hỗn hợp gồm các thành phần như được thể hiện trên Fig.13. Dung dịch A của Fig.13 nêu chi tiết dung dịch ví dụ mà không có dòng điện được áp. Dung dịch có thể bao gồm hỗn hợp của axit fluoboric, đồng (II) sulfat, axit selenơ, axit phosphoric, niken sulfat và nước, trong đó dung dịch không yêu cầu việc sử dụng dòng điện để khiến phản ứng nhuộm đen xảy ra. Các sulfat tạo ra đồng (II) oxit khi phản ứng với vật dụng kim loại 1220 để tạo ra lớp được nhuộm đen. Theo các phương án khác, quy trình xử lý niken không điện đen có thể được sử dụng. Dung dịch B có thể bao gồm hỗn hợp của các ion niken như niken sulfat, niken clorua, niken sulfamat, niken axetat, hoặc niken

hypophosphit, các chất khử như natri hypophosphit hoặc natri borohydrua, các chất tạo cang, các chất trung hòa như amoni hydroxit hoặc natri hydroxit, các chất ổn định như chì, và các chất làm sáng như canxi.

Theo các phương án khác, dung dịch có thể bao gồm hỗn hợp của nước và họ kali sulfua mà tạo ra chủ yếu là đồng (II) sulfua hoặc đồng (I) sulfua khi phản ứng với vật dụng kim loại bằng đồng 1220 để tạo ra lớp được nhuộm đen. Dung dịch C nêu chi tiết dung dịch ví dụ mà không có dòng điện được áp dụng. Vật dụng kim loại bằng đồng 1220 được kết hợp với nước và họ kali sulfua (K_2S) mà có thể bao gồm sulfua, polysulfua, thiosulfat và bisulfua có các lượng biến đổi. Ví dụ, hợp chất Liver of Sulfur (LOS) có thể được sử dụng làm họ kali sulfua. Các thành phần trong dung dịch và bản thân dung dịch có thể ở dạng của gel, chất lỏng hoặc viên. Dung dịch có thể được giữ ở nhiệt độ cụ thể và vật dụng kim loại 1220 có thể được ngâm trong khoảng thời gian cụ thể. Nồng độ của dung dịch, nhiệt độ của dung dịch và lượng thời gian tiếp xúc trong dung dịch như bằng cách nhúng có liên quan với nhau và có thể sử dụng các dạng kết hợp khác nhau của các yếu tố này. Vật dụng kim loại 1220 có thể cũng được ngâm một phần trong dung dịch để chỉ các vị trí cụ thể của vật dụng được nhuộm đen. Theo một số phương án, các phần hoặc các khu vực của vật dụng kim loại 1220 có thể được che trước khi nhúng trong dung dịch.

Theo các phương án khác nhau, trong quá trình nhuộm đen vật dụng kim loại 1220 bằng cách nhúng với dung dịch kali sulfua, nhiệt độ của dung dịch có thể nằm trong khoảng từ $20^{\circ}C$ đến $100^{\circ}C$, và lượng thời gian được ngâm trong dung dịch có thể nằm trong khoảng từ 45 giây đến 140 giây. Theo một số phương án, vật dụng kim loại 1220 có thể được nhúng trong xấp xỉ 60 giây. Nói chung, nồng độ cao hơn của dung dịch có thể đòi hỏi được thời gian ít hơn để gây ra phản ứng nhuộm đen, và nhiệt độ cao hơn của dung dịch có thể đòi hỏi được thời gian ít hơn để gây ra phản ứng nhuộm đen. Sự khuấy trộn và/hoặc sự tạo lưu chuyển có thể được sử dụng trong phương pháp này. Việc thực hiện sự khuấy trộn và/hoặc sự tạo lưu chuyển trong quá trình này có thể đảm bảo rằng nồng độ hóa chất là đồng nhất trong dung dịch và các vật liệu được xử lý được phân tán đồng nhất trong dung dịch. Các thông số chính xác có thể được chọn dựa trên các kết quả mong muốn như độ tối của màu cần đạt được và khả năng tương thích với các vật liệu cụ thể được sử dụng trong mô đun năng lượng mặt trời. Về mặt lợi ích, các dung dịch sulfua có thể chịu được axit axetic tốt hơn, mà có thể được sản xuất bởi các

chất bao gói như EVA và có thể gây ra sự suy biến của lớp được nhuộm đen theo thời gian.

Theo một số phương án, khi các thông số quá cao, như ở các nhiệt độ cao hơn, màu đen sẫm được tạo ra nhưng hiện tượng biến màu chì-thiếu xảy ra trên vật dụng kim loại 1220, và việc nhuộm đen được tạo ra bởi phản ứng hóa học biểu hiện sự bong ra hoặc tróc ra của các hạt "đen". Qua những phát hiện này, các thông số về nồng độ của dung dịch, nhiệt độ của dung dịch và lượng thời gian ngâm có thể được điều chỉnh để tạo ra màu sắc mong muốn mà không có sự thay đổi về vẻ bên ngoài theo thời gian như phai màu, bong tróc hoặc tách lớp.

Dung dịch D là dung dịch ví dụ với dòng điện được áp dụng. Dung dịch có thể bao gồm hỗn hợp của amoni sulphat, niken sulphat, kẽm sulphat và natri sulphoxyanua, và dòng điện có thể được áp dụng. Các dung dịch được mô tả ở trên gây ra phản ứng hóa học với vật liệu của chi tiết đúc điện, như đồng, và mặt thứ nhất của chi tiết đúc điện nơi có đồng, được nhuộm đen trong khi mặt thứ hai của chi tiết đúc điện nơi có chất hàn, không bị ảnh hưởng. Hỗn hợp này của dung dịch có thể được điều chỉnh cho các vật liệu khác nhau của nhiều chi tiết đúc điện để có hiệu quả mong muốn này. Nghĩa là, các dung dịch ngoài các dung dịch được thể hiện trên Fig.13.

Tham chiếu đến Fig.12, ở bước 1240, vật dụng kim loại được nhúng hoặc được rửa với nước như nước khử ion trong 10 giây đến 70 giây để loại bỏ các hóa chất dư. Ở bước 1242, vật dụng kim loại có thể được nhúng trong hỗn hợp chứa nước gồm natri bicacbonat và nước, như 30 gam của natri bicacbonat cho 1 lít nước khử ion, trong xấp xỉ 60 giây. Điều này làm chậm hoặc trung hòa phản ứng nhuộm đen. Ở bước 1244, vật dụng kim loại được nhúng hoặc được rửa với nước như nước khử ion trong 60 đến 120 giây. Ở bước 1246, vật dụng kim loại được tiếp xúc với nhiệt, như ở 80 đến 120 độ C trong 60 đến 120 giây để hóa rắn hoặc làm khô vật dụng kim loại được nhuộm đen. Nhiệt độ cụ thể này sẽ không làm tan chảy chất hàn trên mặt thứ hai của các chi tiết đúc điện. Theo cách khác, vật dụng kim loại có thể được làm khô bằng cách sử dụng vật liệu hấp thụ.

Theo một số phương án, việc nhuộm đen của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện là bằng quy trình phun. Fig.14 là lưu đồ được đơn giản hóa về các chi tiết cho bước 1210a từ Fig.11 cho phương pháp phun vật dụng kim loại 1400, theo một số phương án. Phương pháp này có thể có các bước giống hoặc các bước tương tự việc nhúng vật

dụng kim loại 1230 bằng quy trình nhúng nhưng thay vì nhúng vật dụng kim loại trong dung dịch để gây ra quy trình nhuộm đen, vật dụng kim loại được phun với dung dịch để gây ra quy trình nhuộm đen. Ví dụ, trong bước 1402, sau khi vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá, vật dụng kim loại có thể được đặt trong hoặc trên vật mang và được phun và/hoặc được rửa trong nước khử ion trong thời gian ngắn, như 5 giây. Ở bước 1404, vật dụng kim loại có thể được phun trong hỗn hợp có 3% đến 7% axit metanesulfonic hoặc tương tự trong xấp xỉ 60 giây để chuẩn bị các bề mặt để nhuộm đen. Ở bước 1406, vật dụng kim loại có thể được phun hoặc được rửa trong nước khử ion trong 60 đến 120 giây.

Ở bước 1408, mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại được phun với dung dịch để gây ra phản ứng hóa học dẫn đến việc nhuộm đen của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện. Dung dịch có thể là, ví dụ, trên cơ sở sulfat (ví dụ, dung dịch như được xác định trong Dung dịch A trên Fig.13) hoặc trên cơ sở sulfua như được xác định trong Dung dịch C trên Fig.13. Khi dung dịch được áp dụng bằng cách phun, phản ứng hóa học xảy ra với vật liệu của chi tiết đúc điện, như đồng, và mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện được nhuộm đen. Theo một số phương án, vật dụng kim loại 1220 có thể cũng được phun một phần với dung dịch để chỉ các vị trí cụ thể của vật dụng được nhuộm đen. Chất hàn được tạo lớp trên phần đỉnh của đồng trên mặt thứ hai của chi tiết đúc điện để không có phản ứng hóa học có thể xảy ra và mặt thứ hai của chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

Ở bước 1410, vật dụng kim loại được phun hoặc được rửa với nước như nước khử ion trong 10 giây đến 70 giây để loại bỏ các hóa chất dư. Ở bước 1412, vật dụng kim loại có thể được phun với hỗn hợp chứa nước gồm natri bicacbonat và nước hoặc các dung dịch trung hòa/làm chậm phản ứng khác (tức là, như 30 gam của natri bicacbonat cho 1 lít nước khử ion) trong xấp xỉ 60 giây. Ở bước 1414, vật dụng kim loại được phun hoặc được rửa với nước như nước khử ion trong 60 đến 120 giây. Ở bước 1416, vật dụng kim loại được tiếp xúc với nhiệt để hóa rắn và làm khô. Nhiệt độ có thể là 80 đến 120 độ C trong 60 đến 120 giây. Theo cách khác, vật dụng kim loại có thể được làm khô bằng cách sử dụng vật liệu hấp thụ.

Theo một số phương án, phương pháp này có thể bao gồm tất cả các bước nhúng như trong phương pháp 1230, tất cả các bước phun như trong phương pháp 1400, hoặc

phương pháp có sự kết hợp của các bước phun và nhúng. Ngoài ra, một số bước có thể là tùy chọn và được bỏ qua.

Fig.15 là hình vẽ dạng giản đồ của vật dụng kim loại trong quá trình phun, theo một số phương án. Trong quy trình phun, vật dụng kim loại 1220 có thể được đặt trên bề mặt gia công 1501 với mặt thứ nhất 1502 của chi tiết đúc điện quay về phía nguồn phun 1503 và mặt thứ hai 1504 của chi tiết đúc điện với chất hàn 1506 liền kề với bề mặt và do đó không được lộ ra. Theo cách này, dung dịch có thể được phun một cách thuận tiện trên mặt thứ nhất 1502 của chi tiết đúc điện.

Theo một số phương án, việc nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện là bằng quy trình phun để bổ sung lớp màu đen vào vật dụng kim loại. Fig.16 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp phun vật dụng kim loại 1600, theo một số phương án. Ví dụ, trong bước 1602, vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá và nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập. Vật dụng kim loại có thể được nhúng hoặc được phun trong nước khử ion (tùy chọn, không được thể hiện) để chuẩn bị cho lớp phủ. Trong bước 1604, mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện được phun với dung dịch để khiến lớp nhuộm đen được phủ trên mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện trái ngược với phản ứng hóa học. Dung dịch có thể là, ví dụ, sơn. Sơn có thể là sơn phun thông thường có khả năng chịu được nhiệt độ cao, như lên đến 2000 độ C (hoặc chịu được yêu cầu nhiệt độ khác cho môi trường trong đó pin mặt trời được sử dụng), mà chống rỉ và chống ăn mòn. Độ dày của lớp nhuộm đen có thể là lớn hơn 0,1 micrômét, hoặc đủ để nó làm tối đủ bề mặt của lưới. Các lớp màu đen trên 10 micrômét có thể chậm đạt được. Theo các phương án khác, sơn có thể được áp dụng bằng cách lăn, chải, đánh bọt biển hoặc tương tự thay vì phun.

Theo một số phương án, việc nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện đạt được bằng cách cho tiếp xúc vật dụng kim loại trong môi trường kín. Fig.17 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp cho tiếp xúc vật dụng kim loại 1700, theo một số phương án. Ví dụ, trong bước 1702, vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá và nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập. Phương pháp này có thể tiếp tục trực tiếp đến bước 1706. Trong bước 1706, vật dụng kim loại được cho tiếp xúc trong môi trường kín để gây ra phản ứng hóa học dẫn đến việc nhuộm đen của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện. Ví dụ, vật

dụng kim loại có thể được đặt trong môi trường kín có nguồn nhiệt, như lò nung hoặc lò nung, và nhiệt được áp ở 200 độ C đến 600 độ C. Hàm lượng oxy trong môi trường kín có thể là, ví dụ, 20% đến 80% thể tích. Theo cách này, vật liệu của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện, như đồng, được oxy hóa và tạo ra hiện tượng nhuộm đen. Thời gian để việc nhuộm đen xảy ra có thể phụ thuộc vào nhiệt độ và hàm lượng oxy, trong đó nói chung nhiệt độ cao hơn và/hoặc hàm lượng oxy cao hơn sẽ làm giảm thời gian nhuộm đen. Ví dụ, nguồn nhiệt ở 200 độ C và chứa 20% hàm lượng oxy, thì việc nhuộm đen xảy ra trong gần 60 phút. Theo cách khác, môi trường kín ở 600 độ C và chứa 20% hàm lượng oxy, việc nhuộm đen xảy ra trong gần 60 giây. Theo một số phương án, hàm lượng oxy trong môi trường kín ở cùng nhiệt độ càng lớn, việc nhuộm đen của mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện xảy ra càng nhanh. Các bước rửa tùy chọn trong nước khử ion có thể diễn ra.

Tùy chọn là, sau bước 1702, phương pháp có thể tiếp tục đến bước 1704. Trong bước 1704, vật dụng kim loại được tạo ra trên trục gá có thể được tách khỏi trục gá và được gắn vào tế bào quang điện trước bước nhuộm đen. Khi đó, việc nhuộm đen được thực hiện trong bước 1706 như được mô tả.

Các bước của phương pháp 1200 có thể được thực hiện theo các thứ tự khác hoặc có thể bỏ qua một số bước. Ví dụ, theo một số phương án, sau khi vật dụng kim loại được đúc điện, bước hàn 1206 có thể được bỏ qua và phương pháp nhấn ngáp 1230, phương pháp phun 1400 hoặc phương pháp cho tiếp xúc 1700 có thể được thực hiện trong khi vật dụng kim loại ở trong trục gá để nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện. Sau đó vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá và phần nhuộm đen chỉ có trên một mặt của vật dụng kim loại như được thể hiện trên sự biểu diễn dạng giản đồ của Fig.18. Fig.18 thể hiện sự biểu diễn dạng giản đồ của phương pháp nhuộm đen vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện 1800, theo một số phương án. Khi đó bước hàn có thể được thực hiện như được bộc lộ ở đây trên mặt đối diện của vật dụng kim loại hoặc kèm hàn hoặc phương pháp dính có thể được sử dụng để gắn vật dụng kim loại vào tế bào quang điện. Trong bước 1802, đồng được mạ trên trục gá để tạo ra vật dụng kim loại. Ở bước 1804, vật dụng kim loại vẫn nằm trên trục gá để trục gá với vật dụng kim loại được di chuyển qua quy trình nhuộm đen như bởi phương pháp nhấn ngáp 1230, phương pháp phun 1400 hoặc phương pháp cho tiếp xúc 1700. Ở bước 1806, vật

dụng kim loại được tách khỏi trục gá và một mặt của vật dụng kim loại được nhuộm đen.

Trong ví dụ khác, theo một số phương án, vật dụng kim loại được tạo ra trên trục gá có thể được tách khỏi trục gá và được gắn vào tế bào quang điện trước bước nhuộm đen. Fig.19 là lưu đồ được đơn giản hóa cho phương pháp sản xuất vật dụng kim loại 1900 cho tế bào quang điện, theo một số phương án. Ở bước 1902, trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn được tạo ra. Ở bước 1904, vật dụng kim loại được đúc điện. Vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai đối diện với mặt thứ nhất. Ở bước 1906, chất hàn được mạ trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá. Theo một số phương án, mặt thứ hai bao gồm phần mạ tràn được tạo ra trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện, và chất hàn được mạ trên phần mạ tràn trên mặt thứ hai, như được bộc lộ ở đây.

Ở bước 1908, vật dụng kim loại được tách khỏi trục gá. Nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá. Ở bước 1910, mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại được gắn vào tế bào quang điện. Ở bước 1912, mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện được nhuộm đen với vật dụng kim loại được gắn vào tế bào quang điện. Chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện và chính tế bào quang điện (tức là, nền bán dẫn mà vật dụng kim loại được gắn vào đó) không được nhuộm đen. Như được bộc lộ ở đây, phương pháp nhấn ngáp 1230, phương pháp phun 1400 hoặc phương pháp cho tiếp xúc 1700 có thể được sử dụng làm phương pháp nhuộm đen. Tuy nhiên, phương pháp phun 1600 dễ gây ra lớp nhuộm đen trong khi vật dụng kim loại được gắn vào tế bào quang điện sẽ yêu cầu các biện pháp để ngăn sơn khỏi bị áp vào tế bào quang điện và do đó chặn ánh sáng khỏi chiếu tới trên tế bào quang điện. Phương pháp 1900 này cho phép tùy chọn việc nhuộm đen vật dụng kim loại như chỉ mặt đồng được lộ ra. Do tế bào quang điện với vật dụng kim loại được gắn cũng trải qua quy trình nhuộm đen, đồng được lộ ra bất kỳ trên tế bào quang điện có thể được nhuộm đen.

Fig.20 thể hiện hình vẽ nhìn từ trên của vật dụng kim loại chưa được nhuộm đen được gắn trên tế bào quang điện, theo một số phương án. Mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện bằng đồng là mặt hướng ra ánh sáng như được nhìn thấy trên hình vẽ nhìn từ

trên. Fig.21 là hình vẽ nhìn từ trên của vật dụng kim loại được nhuộm đen trên pin mặt trời với mặt thứ nhất được nhuộm đen thể hiện. Như có thể thấy, vật dụng kim loại được nhuộm đen trên Fig.21 ít có thể nhìn thấy được hơn nhiều so với vật dụng kim loại chưa được nhuộm đen trên Fig.20. Lưu ý là dải kim loại 470 của phần kết nối tế bào với tế bào 440 đã không được nhuộm đen trên Fig.20 hoặc Fig.21. Điều này thể hiện thêm sự tương phản giữa các vùng được nhuộm đen và vùng không được nhuộm đen của vật dụng kim loại. Theo một số phương án, dải kim loại 470 của phần kết nối tế bào với tế bào 440 không được nhuộm đen nên nó có thể được ghép nối với mặt sau của tế bào quang điện lân cận như bằng chất hàn. Phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp nhuộm đen được mô tả ở đây (phương pháp nhấn ngáp 1230, phương pháp phun 1400, phương pháp phun 1600 để gây ra lớp nhuộm đen, hoặc phương pháp cho tiếp xúc 1700) có thể được sử dụng để đạt được việc nhuộm đen. Khi làm khô, mặt thứ hai của vật dụng kim loại, nghĩa là, mặt của nhiều chi tiết đúc điện có chất hàn, có thể được gắn vào tế bào quang điện để mặt chất hàn liền kề với tế bào quang điện và do đó nằm ở mặt dưới và không nhìn thấy được.

Mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện có phần nhuộm đen là mặt hướng ra ánh sáng và có thể nhìn thấy. Lý tưởng là, sau khi thực hiện phương pháp nhuộm đen, mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện có phần nhuộm đen có màu sắc tương tự với tế bào quang điện. Việc nhuộm đen có thể có các màu khác nhau như xám, xanh lam, nâu, đen hoặc tương tự để phù hợp với màu của tế bào quang điện. Khi tế bào quang điện và vật dụng kim loại có màu sắc tương tự, vật dụng kim loại giảm được nhiều về khả năng nhìn thấy hoặc không thể nhìn thấy được và vật dụng kim loại hòa màu với tế bào quang điện.

Các hình vẽ Fig.22A, Fig.22B và Fig.22C thể hiện hình vẽ cận cảnh của vật dụng kim loại được nhuộm đen được lắp ráp lên trên tế bào quang điện, theo một số phương án. Fig.22A là ví dụ về lớp phủ kim loại (ví dụ, các thanh dẫn điện phụ bằng bạc được in lưới) 2202 của tế bào quang điện, mà theo phương án này có hình học cong và bao gồm miếng đệm bạc 2204 mà hoạt động như khu vực liên kết cho vật dụng kim loại. Fig.22B là ví dụ về đoạn của vật dụng kim loại có phần nhuộm đen 2206, mà đoạn này sẽ được đặt lên trên đoạn 2202 và có miếng đệm hàn 2208 mà sẽ được liên kết với miếng đệm bạc 2204. Đoạn 2206 và miếng đệm hàn 2208 của vật dụng kim loại là lớn hơn so với phần phủ kim loại 2202 và miếng đệm bạc 2204 của pin mặt trời. Khi vật dụng kim loại được gắn vào tế bào quang điện, phần phủ kim loại 2202 của tế bào như được thể

hiện trên Fig.22A được phủ bởi đoạn của vật dụng kim loại 2206 như được thể hiện trên Fig.22B, nhờ đó tạo ra Fig.22C. Lớp phủ kim loại 2202 của pin mặt trời được phủ hoàn toàn bởi đoạn 2206 của vật dụng kim loại có phần nhuộm đen. Điều này chứng tỏ rằng các thiết kế lưới phức tạp bao gồm các chi tiết đúc điện cong có thể được che đầy hoặc nguy trang bằng quy trình này.

Vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá. Theo một số phương án, hoa văn tạo hình sẵn của trục gá có các đường dẫn cong dọc theo chiều dài của hoa văn tạo hình sẵn tạo ra nhiều chi tiết đúc điện với các đường dẫn cong của vật dụng kim loại. Điều này cho phép các thiết kế phức tạp và các đường dẫn cong dọc theo chiều dài của hoa văn của các chi tiết đúc điện như hoa văn kiểu sóng được tạo kết cấu như, ví dụ, sóng hình sin hoặc các dạng hình học hoặc hình dạng cong khác. Các hình vẽ Fig.23A, Fig.23B và Fig.23C thể hiện các kiểu dáng của vật dụng kim loại 2300a, 2300b và 2300c, mỗi chúng có các đường dẫn cong của các chi tiết đúc điện, theo một số phương án. Các thiết kế có thể có các kích thước khác nhau như lưới sáu inch, lưới năm inch hoặc lưới ba inch theo kích cỡ của pin mặt trời đang được sử dụng.

Phần kết nối tế bào với tế bào mà cũng là các chi tiết đúc điện được tạo ra liền khối với vật dụng kim loại trong trục gá, có thể bao gồm các phần phụ cong. Theo một số phương án, nhiều chi tiết đúc điện có phần kết nối tế bào với tế bào, và phần kết nối tế bào với tế bào có nhiều phần phụ cong. Mỗi phần phụ có thể có đầu thứ nhất được ghép nối với mép của vùng thứ nhất, và đầu thứ hai đối diện với đầu thứ nhất và xa khỏi mép. Các phần phụ có thể được đặt cách khỏi nhau. Theo một số phương án, hoa văn của các phần phụ tạo ra đường nét có hình đồng hồ cát hoặc hình con ki của môn bóng bowling bao gồm các bề mặt cong nằm trên mặt phẳng ban đầu của phần kết nối tế bào với tế bào, với ít hoặc không có mép hoặc góc nhọn hoặc thẳng. Các hình dạng khác có thể được sử dụng mà có thể là các hình dạng sóng không đối xứng, dài và hình sin. Các hình vẽ Fig.24A, Fig.24B và Fig.24C lần lượt thể hiện các kiểu dáng của phần kết nối tế bào với tế bào 2400a, 2400b và 2400c bao gồm các bề mặt cong, theo một số phương án. Các thiết kế của các phần phụ cong có thể có các biên độ khác nhau của hoa văn và các mật độ khác nhau về số lượng phần phụ trên mỗi phần chiều dài.

Mặc dù các thiết kế phức tạp này của nhiều chi tiết đúc điện có nhiều hình dạng cong, các phương pháp khác nhau để nhuộm đen vật dụng kim loại dùng cho tế bào

quang điện được bộc lộ ở đây có thể được sử dụng. Thông thường, việc nhuộm đen một mặt của các chi tiết đúc điện chỉ đạt được trên dải băng đồng thẳng, làm hạn chế nhiều và không cho phép tùy chỉnh thiết kế. Bằng cách tạo ra nhiều chi tiết đúc điện trên trục gá với thiết kế mẫu sẵn, nhiều hình dạng bao gồm nhiều bề mặt cong phức tạp và các kích cỡ có thể được nhuộm đen trên mặt thứ nhất của chi tiết đúc điện.

Chất hàn hoạt động để che vật liệu của mặt thứ hai của vật dụng kim loại để phản ứng hóa học giữa dung dịch để nhuộm đen và chất hàn trên mặt thứ hai của các chi tiết đúc điện không thể xảy ra. Do đó, chất hàn sẽ không bị nhuộm đen nhưng mặt đối diện, mà vật liệu đồng của chi tiết đúc điện được lộ ra, sẽ được nhuộm đen bởi phản ứng hóa học. Khả năng che của chất hàn là độc đáo khi sử dụng trục gá trong các phương pháp của sáng chế. Nếu không, sẽ không thể áp chất hàn hoặc phần nhuộm đen đến chỉ một mặt của vật dụng kim loại bằng đồng bởi vì cả hai mặt của vật dụng kim loại sẽ được tiếp xúc với quy trình bất kỳ đang được sử dụng. Ví dụ, nếu vật dụng kim loại được nhúng vào trong dung dịch để nhuộm đen, phản ứng hóa học sẽ xảy ra trên cả hai mặt bởi vì đồng được lộ ra trên cả hai mặt. Tương tự như vậy, việc nhúng các vật dụng kim loại của sáng chế vào chất hàn, như thường được thực hiện trong công nghiệp với các dải băng thông thường, sẽ tạo ra lớp chất hàn trên cả hai mặt của vật dụng kim loại và quá trình nhuộm đen sẽ không xảy ra vì đồng không được lộ ra.

Phương pháp nhuộm đen cho phép các chi tiết đúc điện như các phần tiếp xúc điện và các phần kết nối của mặt hướng ra ánh sáng của tế bào quang điện, được nhuộm đen có màu tối trông giống hoặc tương tự màu với tế bào quang điện. Điều này giúp loại bỏ sự sáng bóng, phản chiếu ánh sáng và độ tương phản cao về màu sắc giữa các chi tiết đúc điện và tế bào quang điện khi được gắn với nhau. Điều này cho phép tế bào quang điện có được tính thẩm mỹ mong muốn với vẻ ngoài hấp dẫn, kiểu dáng đẹp, đồng nhất và chuyên nghiệp khi được sử dụng trong các ứng dụng khác nhau. Tế bào quang điện hiện có thể được tích hợp vào các thiết kế và không thể nhận dạng được là tế bào quang điện như khi được sử dụng trong các tấm lợp làm các tấm mái năng lượng mặt trời. Nó cũng cho phép bổ sung và cải thiện chức năng vì tế bào quang điện có thể được sử dụng theo những cách cải trang như trong các ứng dụng quân sự. Tế bào quang điện hiện có thể được ngụy trang và tàng hình để không bị phát hiện. Ngoài ra, bởi vì các chi tiết đúc điện được nhuộm đen và tấm thủy tinh hoặc nhựa phủ của tế bào quang điện là không bị thay đổi, nên không có sự giảm sút về hiệu suất của tế bào quang điện.

Mặc dù đặc điểm kỹ thuật đã được mô tả chi tiết liên quan đến các phương án cụ thể của sáng chế, nhưng những người có trình độ trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu là, khi đã hiểu các nội dung nêu trên, có thể dễ dàng hình dung về các thay đổi, các biến thể và các kỹ thuật tương đương với các phương án này. Các sửa đổi và biến thể này cũng như các sửa đổi và biến thể khác đối với sáng chế có thể được thực hiện bởi những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng, mà không xa rời phạm vi của sáng chế, mà được nêu cụ thể hơn trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Hơn nữa, những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng phần mô tả ở trên chỉ mang tính chất ví dụ, và không nhằm hạn chế sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, phương pháp bao gồm:

bước tạo ra trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn;
bước đúc điện vật dụng kim loại, vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra từ đồng hoặc các hợp kim của đồng theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá, nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai đối diện với mặt thứ nhất;

bước mạ chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá;

bước tách vật dụng kim loại khỏi trục gá, trong đó nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá; và

bước nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện sau khi tách vật dụng kim loại khỏi trục gá, trong đó việc nhuộm đen bao gồm:

nhúng vật dụng kim loại trong dung dịch chứa các ion nicken, các chất khử, các chất tạo phức, các chất trung hòa, chất ổn định, và chất làm sáng để gây ra phản ứng hóa học mà dẫn đến việc làm nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện; và

cho tiếp xúc vật dụng kim loại với nhiệt ở 80 đến 120 độ C; và
trong đó chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

2. Phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, phương pháp bao gồm:

bước tạo ra trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn;
bước đúc điện vật dụng kim loại, vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra từ đồng hoặc các hợp kim của đồng theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá, nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai đối diện với mặt thứ nhất;

bước mạ chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá;

bước tách vật dụng kim loại khỏi trục gá, trong đó nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá; và

bước nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện sau khi tách vật dụng kim loại khỏi trục gá, trong đó việc nhuộm đen bao gồm:

nhúng vật dụng kim loại trong dung dịch chứa nước và hợp kali sulfua để gây ra phản ứng hóa học mà dẫn đến việc làm nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện; và

cho tiếp xúc vật dụng kim loại với nhiệt ở 80 đến 120 độ C; và trong đó chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước nhuộm đen còn bao gồm việc rửa vật dụng kim loại với natri bicacbonat.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc nhúng của vật dụng kim loại bao gồm việc nhúng một phần của vật dụng kim loại hoặc toàn bộ vật dụng kim loại.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch trong 45 đến 140 giây.

6. Phương pháp theo điểm 1, còn bao gồm bước gắn mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại vào tế bào quang điện sau khi nhuộm đen.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mặt thứ hai bao gồm phần mạ tràn được tạo ra trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện, và chất hàn được mạ trên phần mạ tràn trên mặt thứ hai.

8. Phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, phương pháp bao gồm:

bước tạo ra trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn; bước đúc điện vật dụng kim loại, vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra từ đồng hoặc các hợp kim của đồng theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía

ngoài của trục gá, nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai đối diện với mặt thứ nhất;

bước mạ chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá;

bước tách vật dụng kim loại khỏi trục gá, trong đó nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá;

bước gắn mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại vào tế bào quang điện; và

bước nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện sau khi vật dụng kim loại được gắn vào tế bào quang điện, trong đó việc nhuộm đen bao gồm:

nhúng vật dụng kim loại trong dung dịch chứa các ion nicken, các chất khử, các chất tạo phức, các chất trung hòa, chất ổn định, và chất làm sáng để gây ra phản ứng hóa học mà dẫn đến việc làm nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện; và

cho tiếp xúc vật dụng kim loại với nhiệt ở 80 đến 120 độ C; và
trong đó chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

9. Phương pháp sản xuất vật dụng kim loại dùng cho tế bào quang điện, phương pháp bao gồm:

bước tạo ra trục gá dẫn điện có lớp bề mặt phía ngoài bao gồm hoa văn tạo hình sẵn;

bước đúc điện vật dụng kim loại, vật dụng kim loại bao gồm nhiều chi tiết đúc điện được tạo ra từ đồng hoặc các hợp kim của đồng theo hoa văn tạo hình sẵn trên lớp bề mặt phía ngoài của trục gá, nhiều chi tiết đúc điện có mặt thứ nhất liền kề với lớp bề mặt phía ngoài của trục gá và mặt thứ hai đối diện với mặt thứ nhất;

bước mạ chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện trong khi nằm trên trục gá;

bước tách vật dụng kim loại khỏi trục gá, trong đó nhiều chi tiết đúc điện được kết nối với nhau sao cho vật dụng kim loại tạo ra mảnh đơn nhất, đứng độc lập khi được tách khỏi trục gá;

bước gắn mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại vào tế bào quang điện; và

bước nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện sau khi vật dụng kim loại được gắn vào tế bào quang điện, trong đó việc nhuộm đen bao gồm:

nhúng vật dụng kim loại trong dung dịch chứa nước và họ kali sulfua để gây ra phản ứng hóa học mà dẫn đến việc làm nhuộm đen mặt thứ nhất của nhiều chi tiết đúc điện; và

cho tiếp xúc vật dụng kim loại với nhiệt ở 80 đến 120 độ C; và trong đó chất hàn trên mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện không được nhuộm đen.

10. Phương pháp theo điểm 8, trong đó bước nhuộm đen còn bao gồm việc rửa vật dụng kim loại với natri bicacbonat.

11. Phương pháp theo điểm 8, trong đó việc nhúng của vật dụng kim loại bao gồm việc nhúng một phần của vật dụng kim loại hoặc toàn bộ vật dụng kim loại.

12. Phương pháp theo điểm 8, trong đó vật dụng kim loại được nhúng trong dung dịch trong 45 đến 140 giây.

13. Phương pháp theo điểm 2, trong đó việc nhúng vật dụng kim loại bao gồm việc nhúng một phần vật dụng kim loại hoặc toàn bộ vật dụng kim loại.

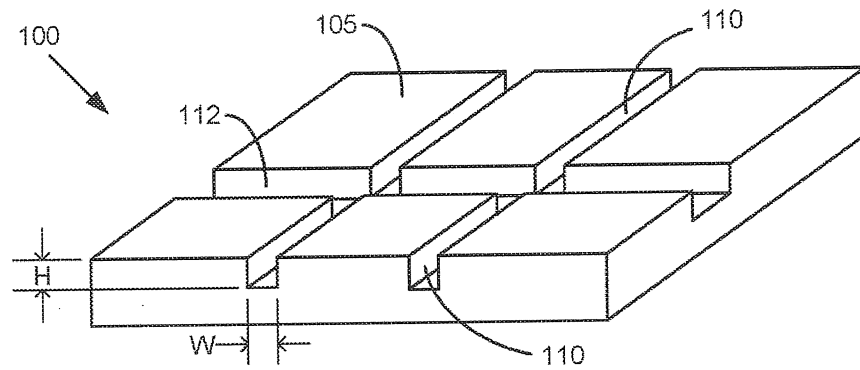
14. Phương pháp theo điểm 2, trong đó vật dụng kim loại được nhúng vào trong dung dịch trong 45 đến 140 giây.

15. Phương pháp theo điểm 2, phương pháp này còn bao gồm việc gắn mặt thứ hai của nhiều chi tiết đúc điện của vật dụng kim loại vào tế bào quang điện sau khi nhuộm đen.

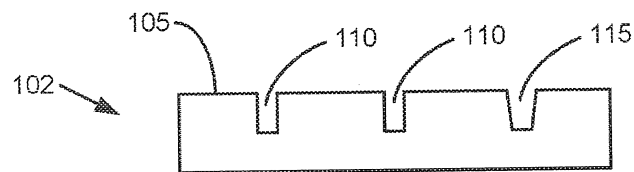
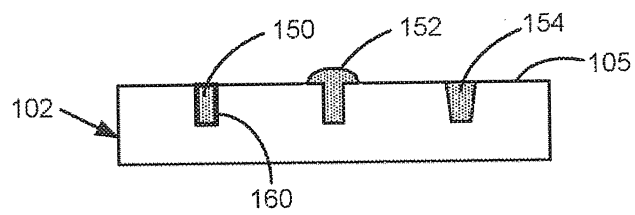
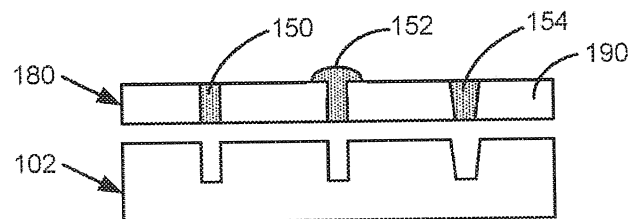
16. Phương pháp theo điểm 9, trong đó việc nhúng vật dụng kim loại bao gồm việc nhúng một phần vật dụng kim loại hoặc toàn bộ vật dụng kim loại.

17. Phương pháp theo điểm 9, trong đó vật dụng kim loại được nhúng vào trong dung dịch trong 45 đến 140 giây.

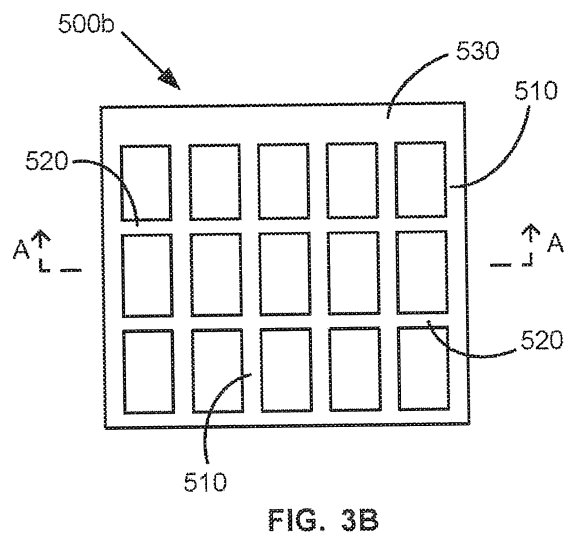
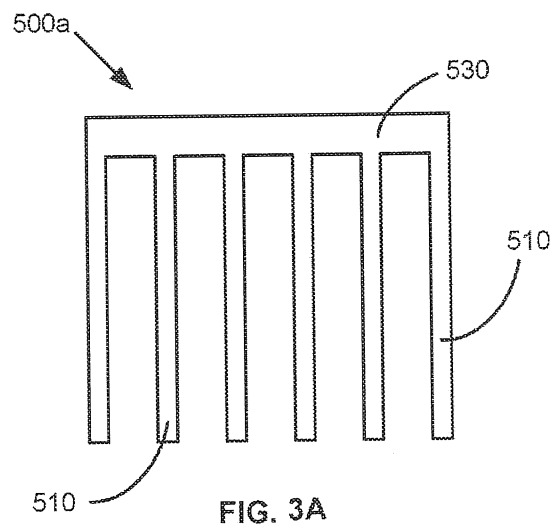
1 / 20

**FIG. 1**

Đơn sáng chế Mỹ số 13/798,123

**FIG. 2A****FIG. 2B****FIG. 2C**

2 / 20



3 / 20

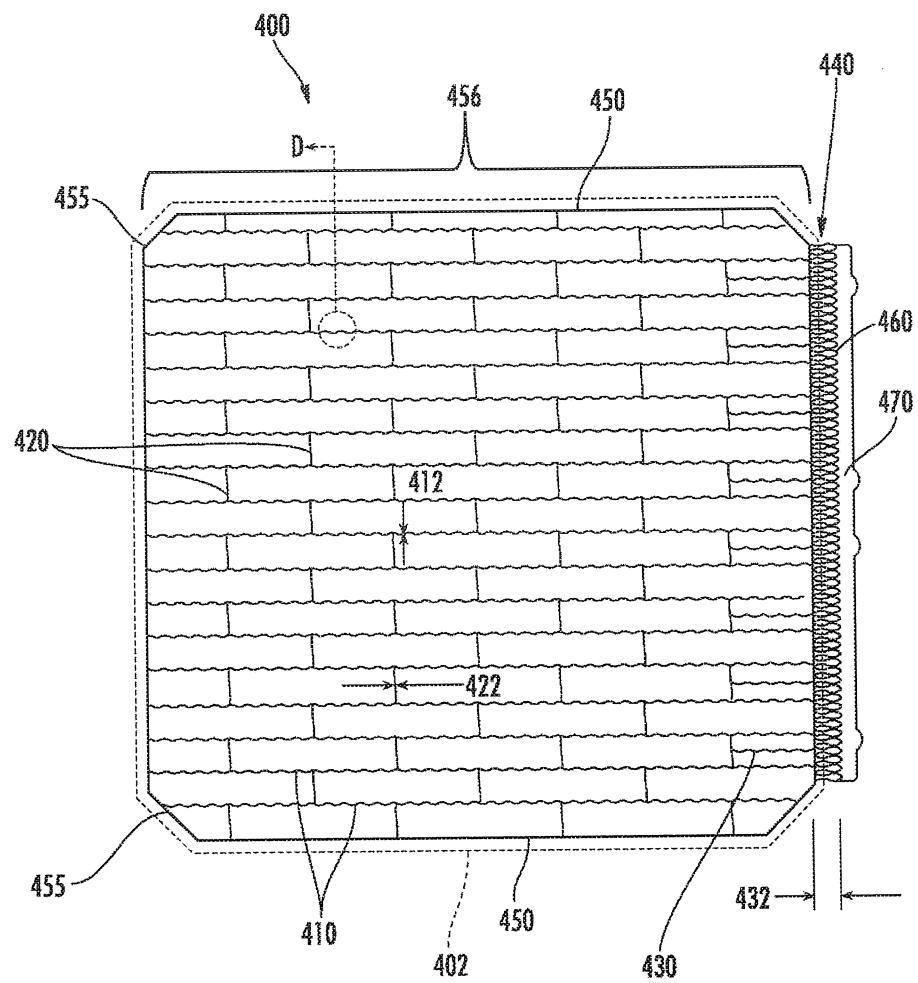


FIG. 4

4 / 20

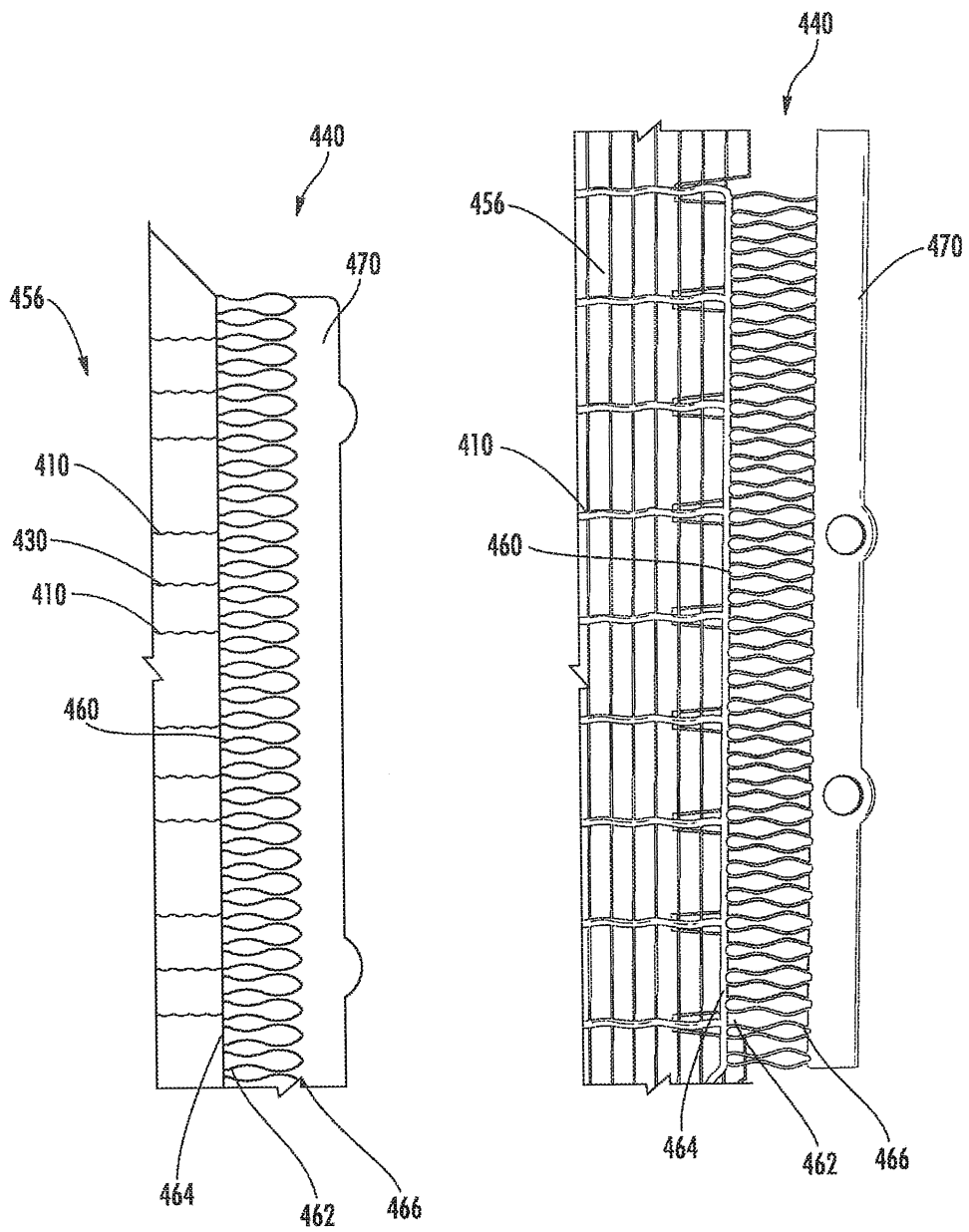


FIG. 5A

FIG. 5B

5 / 20

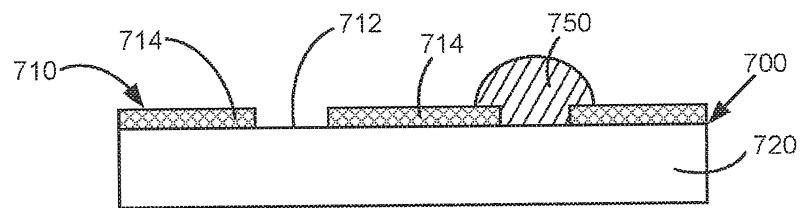


FIG. 6A

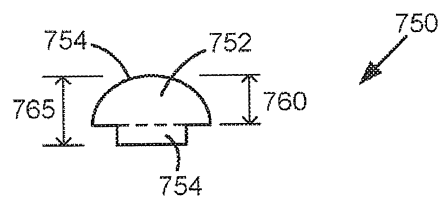


FIG. 6B

6 / 20

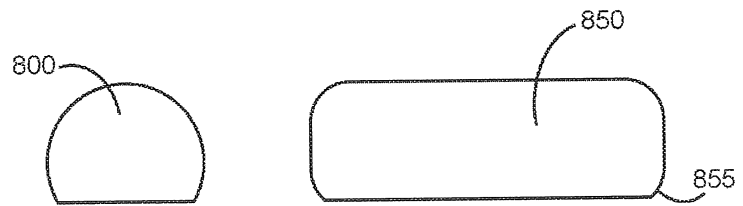


FIG. 7

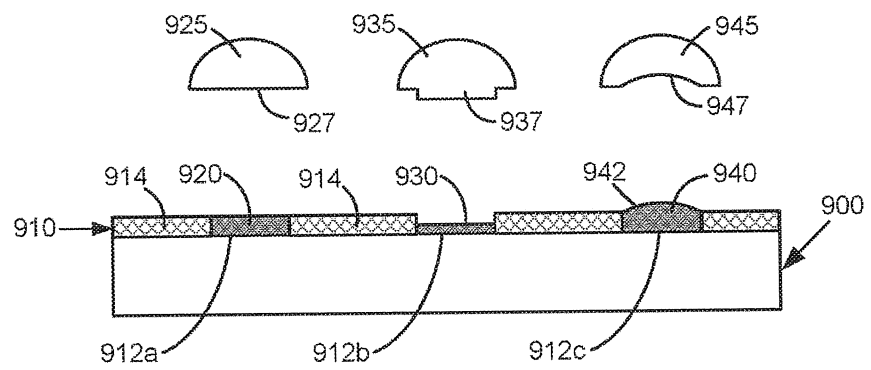


FIG. 8

7 / 20

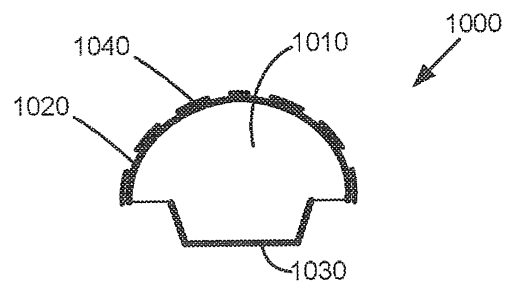


FIG. 9A

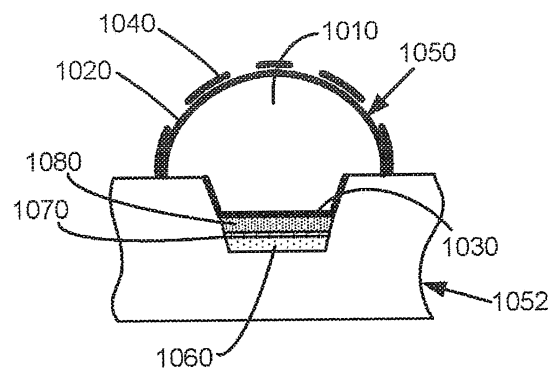


FIG. 9B

8 / 20

1200

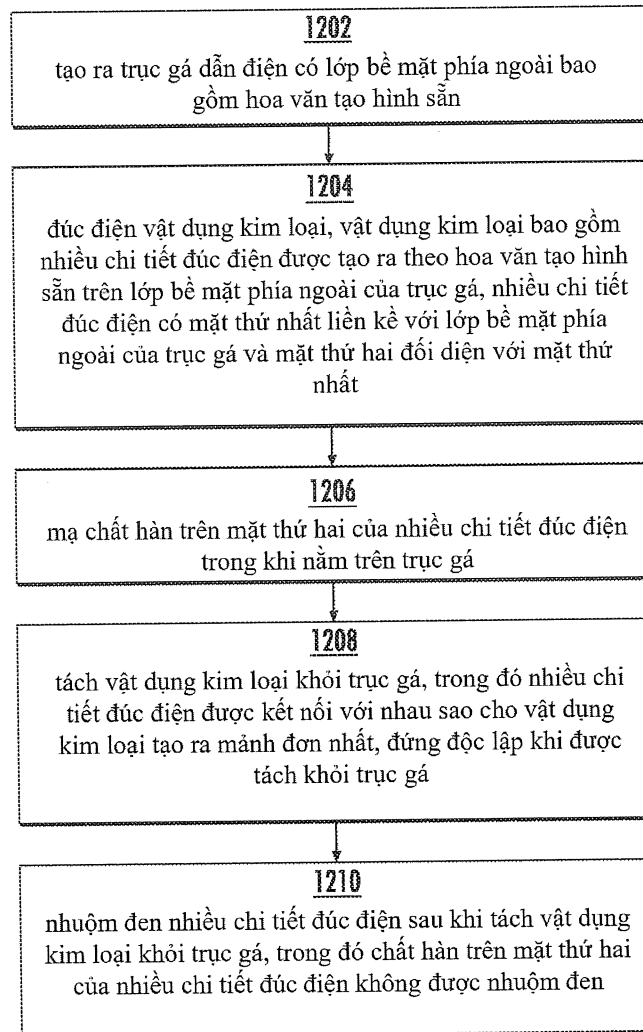
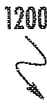


FIG. 10

9 / 20

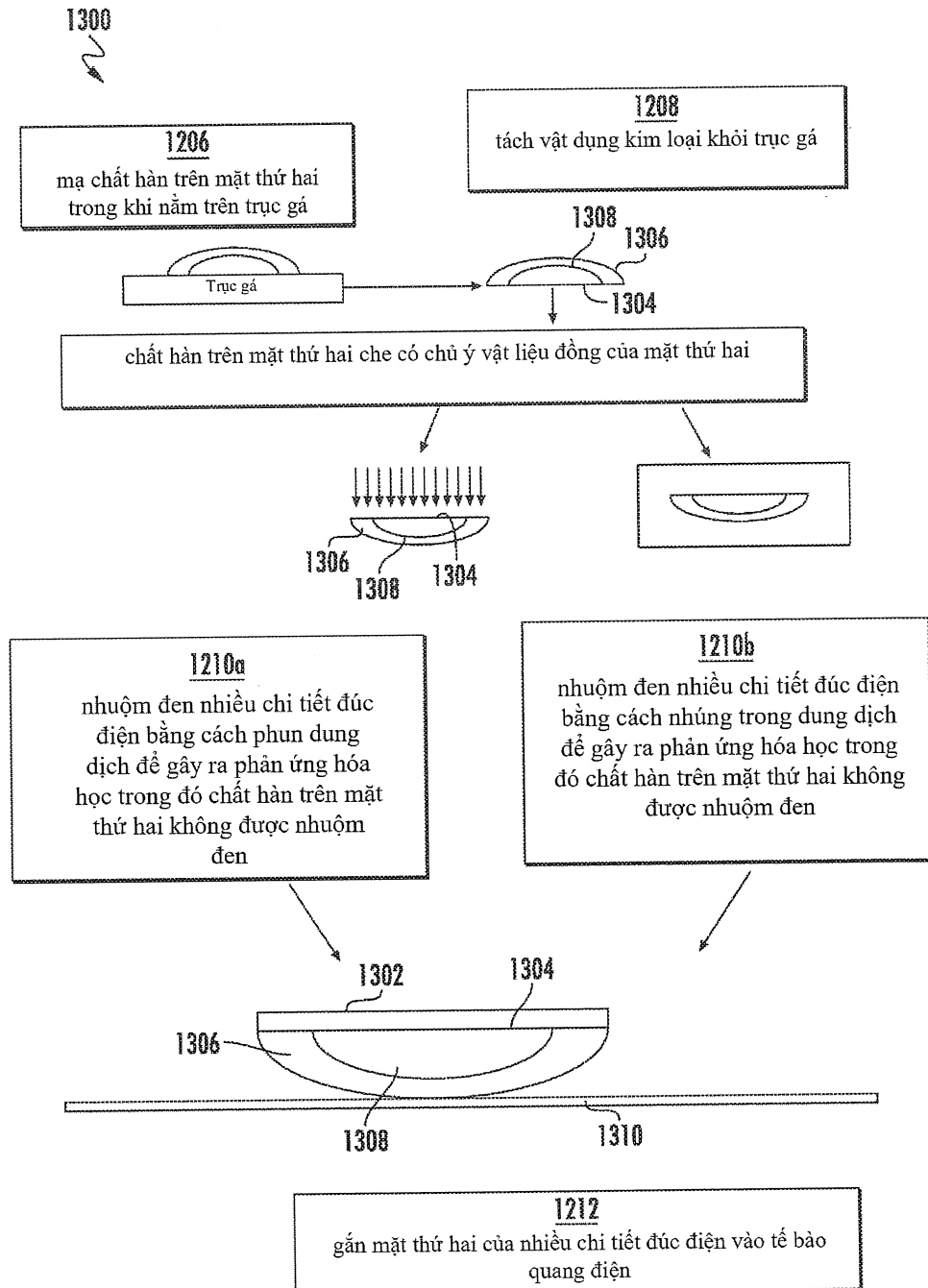


FIG. 11

10 / 20

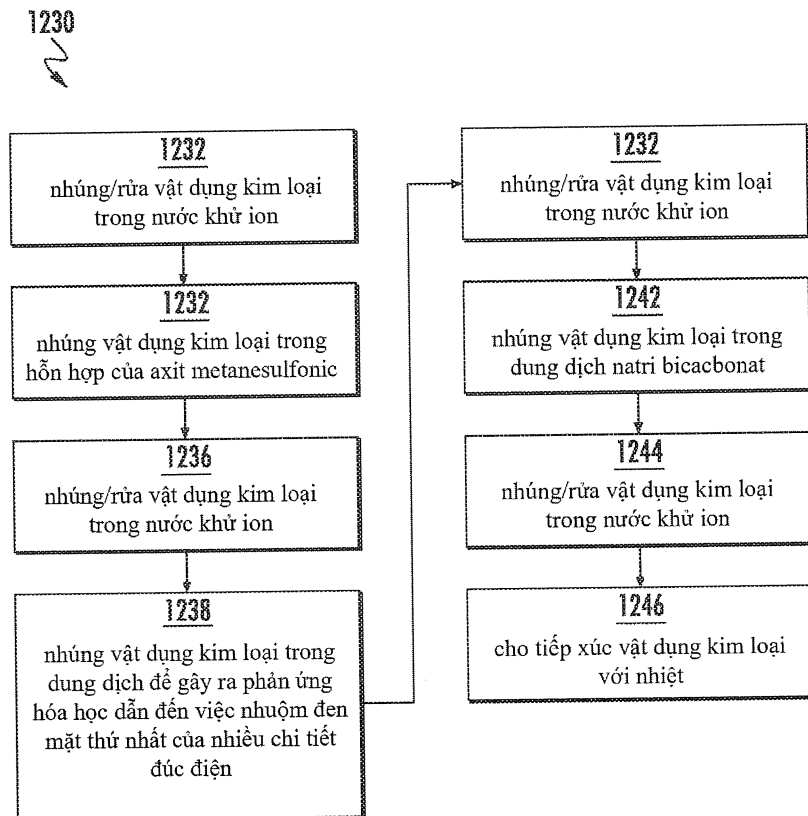


FIG. 12

11 / 20

	Thành phần	Phần trăm
Dung dịch A Không có dòng điện	Axit fluoboric	10-30
	Đồng (II) sulfat	5-10
	Axit selenơ	1-5
	Axit phosphoric	1-5
	Niken sulfat	0,1-1
	Nước	60-90

	Thành phần
Dung dịch B Không có dòng điện	Các ion niken
	Các chất khử
	Các chất tạo cặn
	Các chất trung hòa
	Chất ổn định
	Chất làm sáng

	Thành phần
Dung dịch C Không có dòng điện	Nước
	Họ kali sulfua (K_2S)

Họ K_2S = sulfua, polysulfua, thiosulfat & bisulfua có các lượng biến đổi

- Chất thay thế LOS tự nhiên là lòng đỏ trứng nhưng hoạt động chậm hơn nhiều Cu_xS_y chủ yếu là Cu_2S và CuS nhưng có thể có chất hai thành phần không hợp thức khác

- CuS và Cu_2S có phạm vi màu từ xám đến đen và dạng kết hợp của chúng bao gồm phạm vi màu chuyển dần màu giữa hai màu đó

	Thành phần	Gam/lít
Dung dịch D Có dòng điện	Amoni sulphat	20
	Niken sulphat	120
	Kẽm sulphat	45
	Natri sulfoxyanua	18

FIG. 13

12 / 20

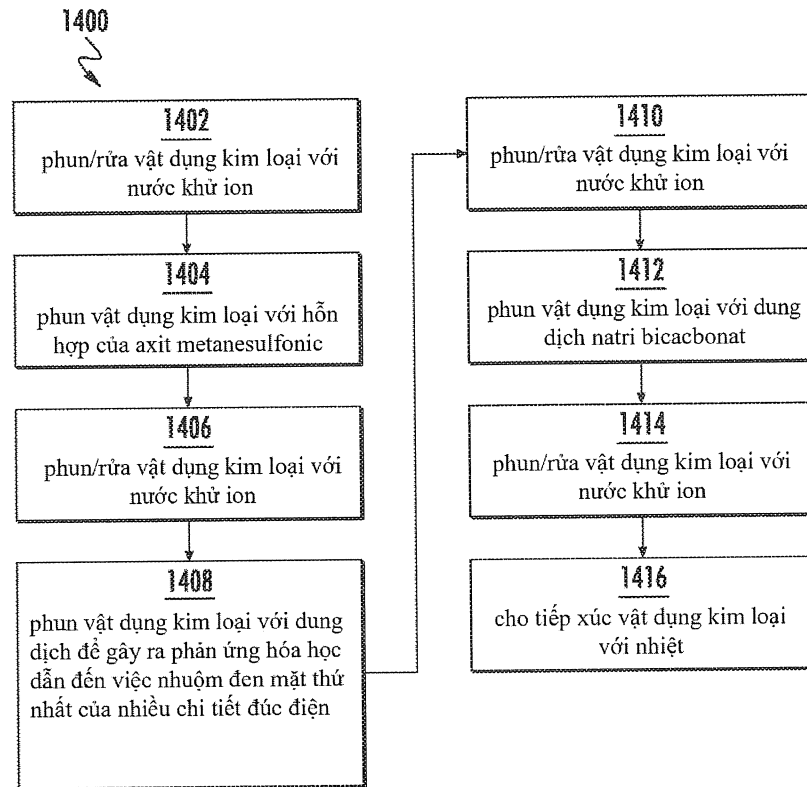


FIG. 14

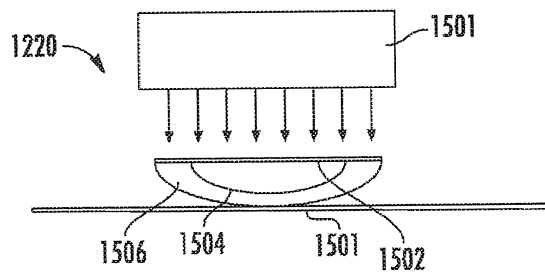


FIG. 15

13 / 20

1600

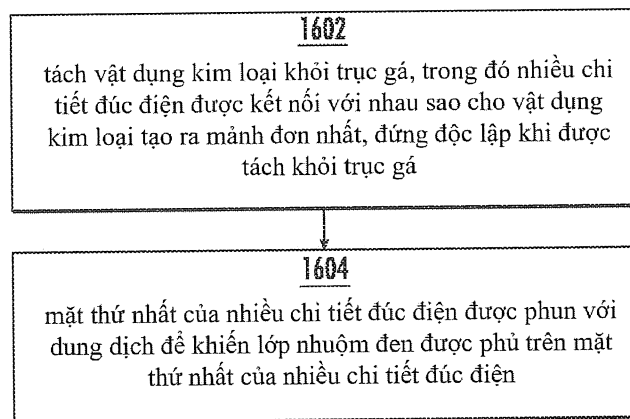
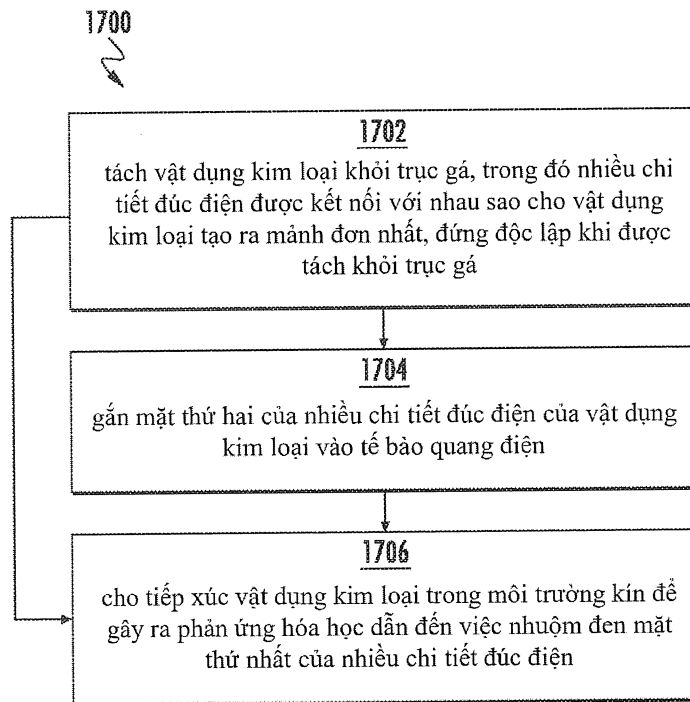


FIG. 16

14 / 20

**FIG. 17**

15 / 20

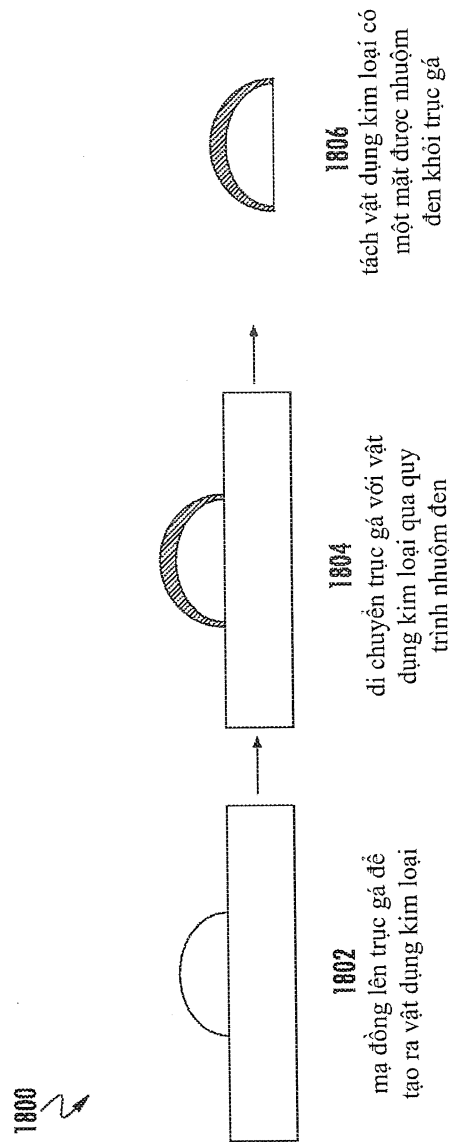


FIG. 18

16 / 20

1900

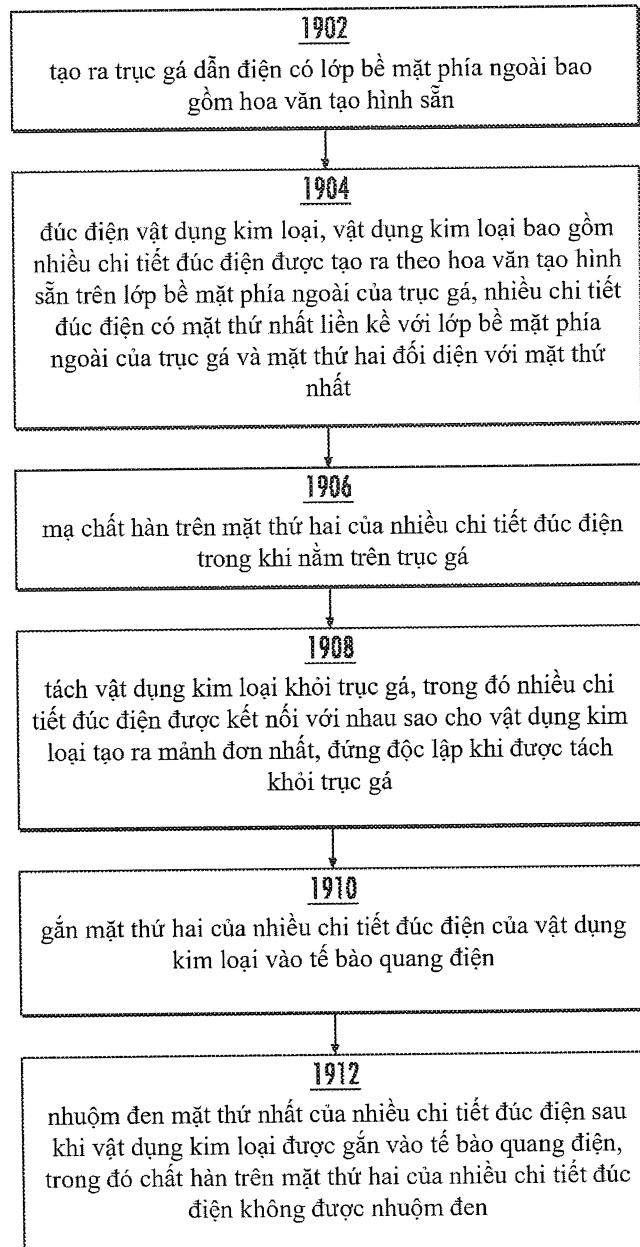
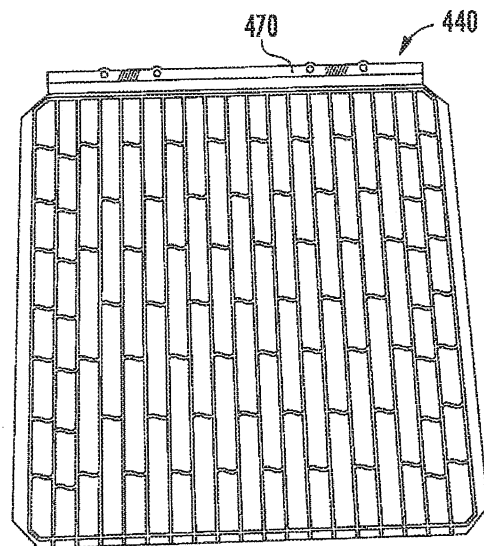
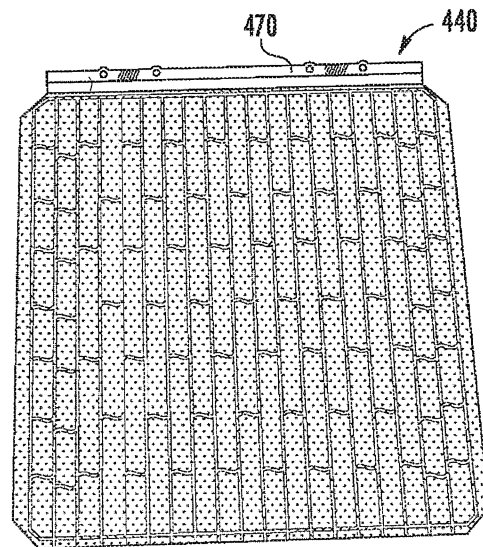


FIG. 19

17 / 20

**FIG. 20****FIG. 21**

18 / 20

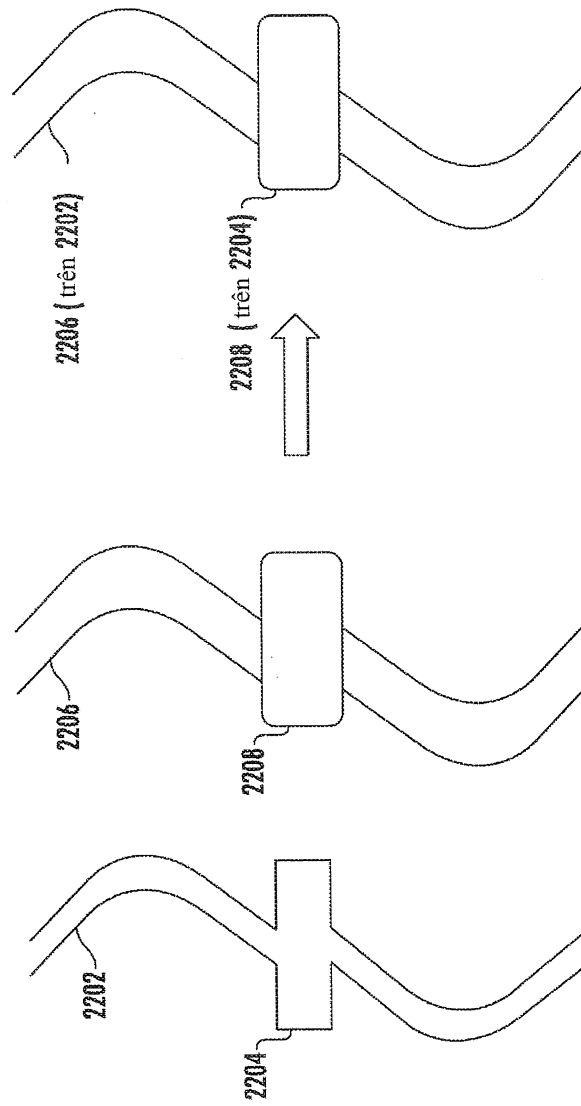
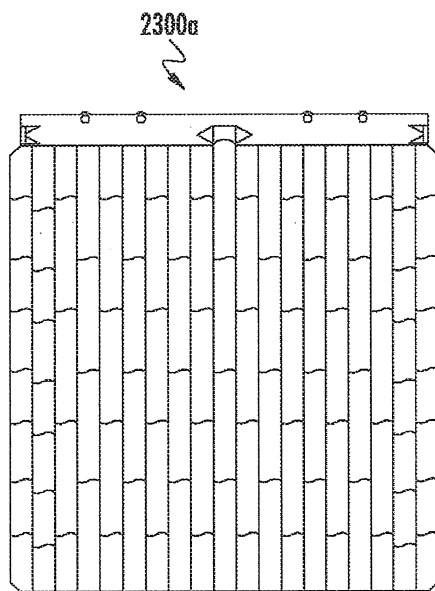
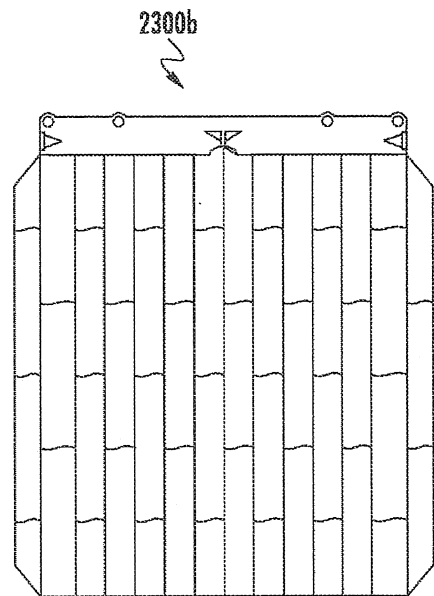
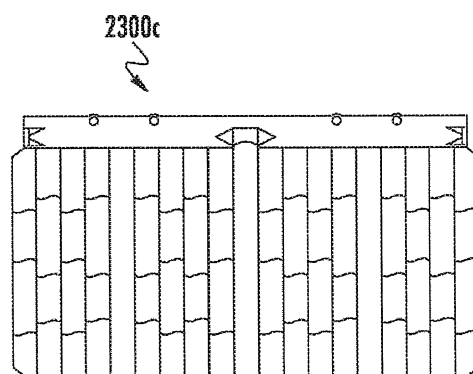


FIG. 22C

FIG. 22B

FIG. 22A

19 / 20

**FIG. 23A****FIG. 23B****FIG. 23C**

20 / 20

2400a

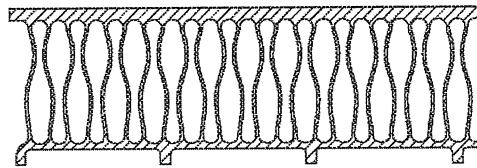


FIG. 24A

2400b

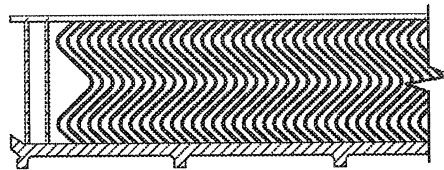


FIG. 24B

2400c

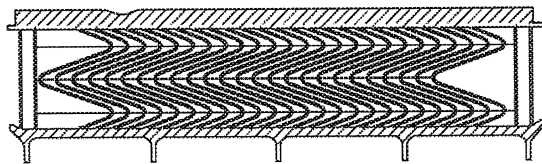


FIG. 24C