



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0030045

(51)⁷ H01M 4/02; H01M 10/0585; H01M (13) B
4/139; H01M 4/04; H01M 10/04; H01M
2/02

(21) 1-2017-01769

(22) 04/11/2015

(86) PCT/US2015/058992 04/11/2015

(87) WO2016/073575 12/05/2016

(30) 62/075,373 05/11/2014 US

(45) 25/11/2021 404

(43) 25/09/2017 354A

(73) 24M TECHNOLOGIES, INC. (US)

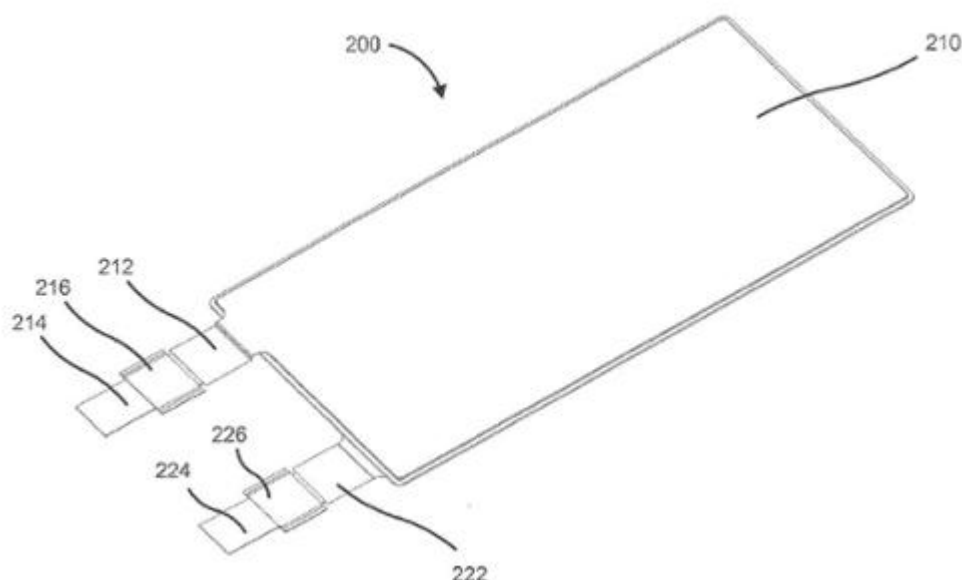
130 Brookline Street, Suite 200, Cambridge, Massachusetts 02139, United States of America

(72) ZAGARS, Raymond (US); CURHAN, Jeffrey (US); DOHERTY, Tristan (US); SLOCUM, Alexander H. (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) CHỒNG PIN ĐIỆN HÓA VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHỒNG PIN ĐIỆN HÓA

(57) Các phương án được mô tả theo sáng chế đề cập chung đến các pin điện hóa (100) có các điện cực nửa rắn (140, 150) mà được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng (110, 120). Theo một số phương án, pin điện hóa (100) bao gồm điện cực dương nửa rắn (140) được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương (110) và điện cực âm nửa rắn (150) được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm (120). Bộ tách (130) được bố trí giữa điện cực dương nửa rắn (140) và điện cực âm nửa rắn (150). Ít nhất một trong số điện cực dương nửa rắn (140) và điện cực âm nửa rắn (150) có thể có độ dày nhỏ nhất là khoảng 250 μm . Các phương án được mô tả theo sáng chế còn đề cập đến chồng pin điện hóa (3000) bao gồm các pin điện hóa (300) và phương pháp sản xuất chồng pin điện hóa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các phương án được mô tả theo sáng chế đề cập chung đến các pin điện hóa có các điện cực nửa rắn mà được phủ trên chỉ một mặt của các bộ gom dòng, các chồng của các pin điện hóa này, và các phương pháp tạo thành các chồng pin điện hóa này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các ắc quy thường được cấu tạo từ các điện cực rắn, bộ tách (separator), chất điện phân, và các thành phần phụ, ví dụ như, bao gói, quản lý nhiệt, cân bằng pin, hợp nhất các vật mang dòng điện vào các đầu cuối, và/hoặc các thành phần như vậy khác. Các điện cực thường bao gồm các vật liệu hoạt tính, các vật liệu dẫn, các chất liên kết và các chất phụ gia khác.

Một số phương pháp đã biết để chuẩn bị các ắc quy bao gồm bước phủ nền kim loại (ví dụ, bộ gom dòng (current collector)) với huyền phù đặc (slurry) bao gồm vật liệu hoạt tính, chất phụ gia dẫn, và chất liên kết được hòa tan hoặc phân tán trong dung môi, làm bay hơi dung môi, và cán khuôn rắn được làm khô theo độ dày quy định. Các điện cực sau đó được cắt, được đóng gói với các thành phần khác, được thấm chất điện phân và toàn bộ bao gói sau đó được đóng kín.

Các phương pháp đã biết như vậy nói chung bao gồm các bước sản xuất phức tạp và tốn kém như đúc điện cực và chỉ phù hợp cho các điện cực có độ dày giới hạn, ví dụ, nhỏ hơn 100 μm (micromet) (độ dày phủ một mặt cuối cùng). Các phương pháp đã biết này để sản xuất các điện cực có độ dày giới hạn dẫn đến các ắc quy có dung lượng thấp hơn, mật độ năng lượng thấp hơn và tỷ lệ cao của các thành phần không có hoạt tính so với các vật liệu hoạt tính. Hơn nữa, các chất liên kết được sử dụng trong các chế phẩm cho điện cực đã biết có thể tăng tính uốn khúc và giảm độ dẫn ion của điện cực.

Để tăng tỷ lệ vật liệu hoạt tính so với vật liệu không có hoạt tính, nói chung các pin điện hóa thông thường được tạo thành nhờ phủ vật liệu hoạt tính cho điện cực (nghĩa là, huyền phù đặc dạng chế phẩm cho anốt và huyền phù đặc dạng chế phẩm cho catốt) trên cả hai mặt của bộ gom dòng. Bộ tách được bố trí giữa các điện cực, nghĩa là

anôt và catôt, để tạo thành pin điện hóa thông thường. Nhiều pin điện hóa như vậy có thể được xếp chồng lên trên nhau, nói chung là với bộ dẫn cách được bố trí giữa chúng, để tạo thành chồng pin điện hóa. Trong khi điều này chắc chắn tác động đến tỷ lệ vật liệu hoạt tính so với vật liệu không có hoạt tính, thì nó đem sự phức tạp vào quy trình sản xuất. Hơn nữa, thời gian yêu cầu để lắp ráp các quy điện hóa có thể là đáng kể. Điều này có thể tăng sự để lộ các vật liệu cho điện cực đối với các biến động nhiệt độ hoặc độ ẩm mà có thể làm suy biến các vật liệu cho điện cực và theo đó là các thuộc tính điện tử của các điện cực.

Theo đó, có mục tiêu lâu dài đối với sự phát triển các hệ thống lưu trữ năng lượng để phát triển các quy điện hóa mới và các điện cực mà có thời hạn sử dụng dài hơn, mật độ năng lượng, dung lượng nạp và tổng hiệu suất được tăng lên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án được mô tả theo sáng chế đề cập chung đến các pin điện hóa có các điện cực nửa rắn mà được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng. Theo một số phương án, pin điện hóa bao gồm điện cực dương nửa rắn được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương và điện cực âm nửa rắn được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm. Bộ tách được bố trí giữa điện cực dương nửa rắn và điện cực âm nửa rắn. Ít nhất một trong số điện cực dương nửa rắn và điện cực âm nửa rắn có thể có độ dày nhỏ nhất là khoảng 250 μm .

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa pin điện hóa theo một phương án.

Fig.2 là hình vẽ phối cảnh của pin điện hóa trong bao theo một phương án.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện pin điện hóa trên Fig.2, với bao được lấy ra.

Fig.4 là hình vẽ chi tiết rời của pin điện hóa trên Fig.3.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện chồng pin điện hóa trong bao mà bao gồm nhiều pin điện hóa, theo một phương án.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện chồng pin điện hóa trên Fig.5 với bao được lấy ra.

Fig.7 là hình vẽ mặt cắt bên thể hiện chồng pin điện hóa được thể hiện trên Fig.5, được lấy dọc theo đường AA như được thể hiện trên Fig.6.

Fig.8 là hình vẽ phối cảnh của chồng pin điện hóa mà bao gồm một bộ gom dòng dương và một bộ gom dòng âm mà có các vấu về cơ bản là dài hơn so với các vấu của các bộ gom dòng dương và âm còn lại, theo một phương án.

Fig.9 là hình chiếu cạnh của một phần chồng pin điện hóa trên Fig.8, được thể hiện bởi mũi tên B trên Fig.8.

Fig.10 là sơ đồ tiến trình giản lược thể hiện phương pháp tạo thành chồng pin điện hóa, theo một phương án.

Fig.11A-Fig.11I là các hình vẽ minh họa các bước của quy trình sản xuất pin điện hóa, theo một phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các ắc quy điện tử cho người tiêu dùng đã tăng dần về mật độ năng lượng cùng với sự phát triển của công nghệ ắc quy lithi-ion. Năng lượng được lưu trữ hoặc dung lượng nạp của ắc quy được sản xuất là hàm của: (1) dung lượng nạp riêng của vật liệu hoạt tính (mAh/g), (2) thể tích của các điện cực (cm^3) (nghĩa là, tích của độ dày điện cực, diện tích điện cực, và số lượng lớp (chồng)), và (3) lượng nạp của vật liệu hoạt tính trong môi trường điện cực (ví dụ, số gam của vật liệu hoạt tính trong mỗi cm^3 của môi trường điện cực). Do đó, để cải thiện sự lôi cuốn về mặt thương mại (ví dụ, mật độ năng lượng được tăng lên và chi phí được giảm đi), nói chung là mong muốn tăng dung lượng nạp theo diện tích (mAh/cm^2). Dung lượng nạp theo diện tích có thể được tăng, ví dụ, nhờ dùng các vật liệu hoạt tính mà có dung lượng nạp riêng cao hơn, tăng tỷ lệ phần trăm tương đối của vật liệu lưu điện tích hoạt tính (nghĩa là, “lượng nạp”) trong toàn bộ chế phẩm cho điện cực, và/hoặc tăng tỷ lệ phần trăm tương đối của vật liệu cho điện cực được sử dụng theo hệ số hình dạng ắc quy đã cho bất kỳ. Nói cách khác, việc tăng tỷ lệ của các thành phần lưu điện tích hoạt tính (ví dụ, các điện cực) so với các thành phần không có hoạt tính (ví dụ, các bộ tách và các bộ gom dòng), tăng tổng mật độ năng lượng của ắc quy nhờ loại bỏ hoặc giảm các thành phần mà không góp phần vào tổng hiệu suất của ắc quy. Một cách để đạt được việc tăng dung lượng nạp theo diện tích, và theo đó là giảm tỷ lệ phần trăm tương đối của các thành phần không có hoạt tính, là nhờ tăng độ dày của các điện cực.

Các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây có thể được tạo ra: (i) dày hơn (ví dụ, lớn

hơn 250 μm - lên đến 2.000 μm hoặc còn lớn hơn nữa) do tính uốn khúc được giảm và độ dẫn điện tử cao hơn của điện cực nửa rắn, (ii) với các lượng nạp cao hơn của các vật liệu hoạt tính, và (iii) với quy trình sản xuất được đơn giản hóa dùng ít thiết bị hơn. Các điện cực nửa rắn này có thể được tạo thành theo các kết cấu cố định hoặc có thể chảy được và giảm sự góp phần về thể tích, khối lượng và chi phí của các thành phần không có hoạt tính đối với các thành phần hoạt tính, nhờ đó cải thiện sự lôi cuốn về mặt thương mại của các ắc quy được tạo ra với các điện cực nửa rắn. Theo một số phương án, các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây là không có chất liên kết và/hoặc không sử dụng các chất liên kết mà được sử dụng trong sự sản xuất ắc quy thông thường. Thay vào đó, thể tích của điện cực thường bị chiếm bởi các chất liên kết trong các điện cực thông thường, nay được chiếm bởi: 1) chất điện phân, mà có tác dụng giảm tính uốn khúc và tăng tổng muối sẵn có cho sự khuếch tán ion, theo đó chống lại các hiệu ứng rút kiệt muối điển hình của các điện cực dày thông thường khi được sử dụng ở tốc độ cao, 2) vật liệu hoạt tính, mà có tác dụng tăng dung lượng nạp của ắc quy, hoặc 3) chất phụ gia dẫn, mà có tác dụng tăng độ dẫn điện tử của điện cực, theo đó chống lại trở kháng trong cao của các điện cực dày thông thường. Tính uốn khúc được giảm và độ dẫn điện tử cao hơn của các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây, dẫn đến dung lượng nạp và khả năng tốc độ rất tốt của các pin điện hóa được tạo thành từ các điện cực nửa rắn.

Do các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây, có thể được tạo ra về cơ bản là dày hơn so với các điện cực thông thường, nên tỷ lệ của các vật liệu hoạt tính (nghĩa là, catốt và/hoặc anốt nửa rắn) so với các vật liệu không có hoạt tính (nghĩa là bộ gom dòng và bộ tách) có thể cao hơn nhiều trong ắc quy được tạo thành từ các chồng pin điện hóa mà bao gồm các điện cực nửa rắn so với ắc quy tương tự được tạo thành từ các chồng pin điện hóa mà bao gồm các điện cực thông thường. Điều này về cơ bản tăng tổng dung lượng nạp và mật độ năng lượng của ắc quy mà bao gồm các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây. Các ví dụ về các pin điện hóa dùng các điện cực nửa rắn dày và các chế phẩm khác nhau của chúng được mô tả trong patent Mỹ số 8,993,159 (cũng được gọi là “patent ‘159”), được cấp ngày 31.03.2015, với tên là “Semi-Solid Electrodes Having High Rate Capability”, công bố patent Mỹ số 2014/0315097 (cũng được gọi là “công bố ‘097”), được nộp ngày 10.03.2014, với tên là “Asymmetric

Battery Having a Semi-Solid Cathode and High Energy Density Anode”, và công bố patent Mỹ số 2015/0024279 (cũng được gọi là “công bố ‘279”) được nộp ngày 21.07.2014, với tên là “Semi-Solid Electrodes with Gel Polymer Additive”, toàn bộ phần mô tả của tài liệu được kết hợp vào đây để tham khảo.

Các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây được tạo chế phẩm như huyền phù đặc sao cho chất điện phân được bao gồm trong chế phẩm dạng huyền phù đặc. Điều này trái ngược với các điện cực thông thường, ví dụ các điện cực được cán, trong đó chất điện phân nói chung được bổ sung vào pin điện hóa một khi pin điện hóa đã được bố trí trong vật chứa, ví dụ, bao hoặc bình. Việc để lộ các điện cực nửa rắn đối với các môi trường xung quanh trong các khoảng thời gian dài hơn có thể tăng sự bay hơi của chất điện phân, theo đó ảnh hưởng đến các đặc tính vật lý (ví dụ, tính dễ chảy) và/hoặc các đặc tính điện tử (ví dụ, độ dẫn, dung lượng nạp, mật độ năng lượng, v.v.) của pin điện hóa. Hơn nữa, hơi ẩm trong môi trường xung quanh cũng có thể ảnh hưởng bất lợi đến hiệu suất của chất điện phân. Theo đó, sẽ có lợi khi lắp ráp pin điện hóa mà bao gồm các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây, trong lượng thời gian ngắn nhất để giới hạn sự bay hơi và/hoặc suy biến của chất điện phân. Tuy nhiên, trong một số tình huống, việc bố trí các điện cực nửa rắn trên cả hai mặt của bộ gom dòng (ví dụ, lá kim loại) có thể tốn lượng thời gian đáng kể. Hơn nữa, để tạo thành chồng pin điện hóa từ các pin điện hóa này, bộ dẫn cách thường được bố trí giữa các pin điện hóa liên kề, mà có thể tăng thêm thời gian mà các điện cực nửa rắn được bao gồm trong các pin điện hóa được để lộ đối với không khí xung quanh.

Các phương án của các pin điện hóa được mô tả ở đây bao gồm các điện cực nửa rắn mà được phủ trên chỉ một mặt của các bộ gom dòng. Việc phủ chỉ một mặt của các bộ gom dòng làm giảm độ phức tạp sản xuất cũng như thời gian được kết hợp với việc phủ cả hai mặt của các bộ gom dòng. Tiếp theo chồng pin điện hóa có thể được tạo thành dễ dàng nhờ xếp chồng các pin điện hóa sao cho các bộ gom dòng của các pin điện hóa liên kề tiếp giáp nhau. Ví dụ, mặt không được phủ của bộ gom dòng dương được bao gồm trong pin điện hóa thứ nhất có thể tiếp giáp mặt không được phủ của bộ gom dòng dương được bao gồm trong pin điện hóa thứ hai. Tương tự, mặt không được phủ của bộ gom dòng âm được bao gồm trong pin điện hóa thứ nhất có thể tiếp giáp

mặt không được phủ của bộ gom dòng âm được bao gồm trong pin điện hóa thứ ba, và tương tự như vậy. Điều này có thể giảm thêm lượng thời gian được sử dụng để tạo thành chồng pin điện hóa, nhờ đó giảm thiểu sự để lộ các điện cực đối với môi trường xung quanh. Thời gian lắp ráp ngắn được yêu cầu để tạo thành pin điện hóa cũng giảm sự bay hơi và/hoặc sự suy biến của chất điện phân của các điện cực nửa rắn do cũng có thể giảm thiểu sự thấm nước.

Theo một số phương án, pin điện hóa bao gồm điện cực dương nửa rắn được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương và điện cực âm nửa rắn được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm. Màng có thể thấm ion được bố trí giữa điện cực dương nửa rắn và điện cực âm nửa rắn. Ít nhất một trong số điện cực dương nửa rắn và điện cực âm nửa rắn có độ dày nhỏ nhất là khoảng 250 μm . Theo một số phương án, bộ gom dòng dương và/hoặc bộ gom dòng âm có thể bao gồm lá kim loại, ví dụ, lá nhôm hoặc lá đồng. Theo một số phương án, pin điện hóa có thể được bố trí trong bao được đóng kín chân không.

Theo một số phương án, phương pháp tạo thành chồng pin điện hóa bao gồm bước phủ catốt nửa rắn trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương và phủ anốt nửa rắn trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm. Bộ tách được bố trí giữa catốt nửa rắn và anốt nửa rắn để tạo thành pin điện hóa thứ nhất. Pin điện hóa thứ hai được tạo thành về cơ bản là tương tự với pin điện hóa thứ nhất. Hơn nữa, pin điện hóa thứ ba được tạo thành về cơ bản là tương tự với pin điện hóa thứ nhất, và tương tự như vậy. Pin điện hóa thứ hai được bố trí trên pin điện hóa thứ nhất sao cho mặt không được phủ của bộ gom dòng dương của pin điện hóa thứ hai được bố trí trên mặt không được phủ của bộ gom dòng dương của pin điện hóa thứ nhất. Tương tự, pin điện hóa thứ ba được bố trí trên pin điện hóa thứ nhất sao cho mặt không được phủ của bộ gom dòng âm của pin điện hóa thứ ba được bố trí trên mặt không được phủ của bộ gom dòng âm của pin điện hóa thứ nhất, nhờ đó tạo thành chồng pin điện hóa. Theo một số phương án, khoảng thời gian được yêu cầu để tạo thành chồng pin điện hóa có thể được giảm thích đáng sao cho sự bay hơi của chất điện phân được bao gồm trong catốt nửa rắn và/hoặc anốt nửa rắn của pin điện hóa bất kỳ trong số pin điện hóa thứ nhất, pin điện hóa thứ hai, và pin điện hóa thứ ba, được giảm thiểu.

Sự trộn và tạo thành của điện cực nửa rắn nói chung bao gồm: (i) vận chuyển và/hoặc cấp vật liệu thô, (ii) trộn, (iii) vận chuyển huyền phù đặc được trộn, (iv) phân phối và/hoặc ép đùn, và (v) tạo thành. Theo một số phương án, nhiều bước trong quy trình có thể được thực hiện đồng thời và/hoặc với cùng bộ phận của thiết bị. Ví dụ, sự trộn và vận chuyển của huyền phù đặc có thể được thực hiện đồng thời với máy ép đùn. Mỗi bước trong quy trình có thể bao gồm một hoặc nhiều phương án có thể có. Ví dụ, mỗi bước trong quy trình có thể được thực hiện theo cách thủ công hoặc bởi thiết bị xử lý bất kỳ trong số nhiều loại thiết bị xử lý. Mỗi bước cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều quy trình phụ và, tùy chọn, bước kiểm tra để giám sát chất lượng quy trình.

Theo một số phương án, các điều kiện của quy trình có thể được lựa chọn để sản xuất huyền phù đặc được điều chế có chỉ số trộn nhỏ nhất là khoảng 0,80, nhỏ nhất là khoảng 0,90, nhỏ nhất là khoảng 0,95, hoặc nhỏ nhất là khoảng 0,975. Theo một số phương án, các điều kiện của quy trình có thể được lựa chọn để sản xuất huyền phù đặc được điều chế có độ dẫn điện tử nhỏ nhất là khoảng 10^{-6} S/cm, nhỏ nhất là khoảng 10^{-5} S/cm, nhỏ nhất là khoảng 10^{-4} S/cm, nhỏ nhất là khoảng 10^{-3} S/cm, hoặc nhỏ nhất là khoảng 10^{-2} S/cm. Theo một số phương án, các điều kiện của quy trình có thể được lựa chọn để sản xuất huyền phù đặc được điều chế có độ nhớt biểu kiến ở nhiệt độ phòng nhỏ hơn khoảng 100.000 Pa-s, nhỏ hơn khoảng 10.000 Pa-s, hoặc nhỏ hơn khoảng 1.000 Pa-s, tất cả ở tốc độ trượt biểu kiến là 1.000 s^{-1} . Theo một số phương án, các điều kiện của quy trình có thể được lựa chọn để sản xuất huyền phù đặc được điều chế có hai hoặc nhiều hơn hai thuộc tính như được mô tả ở đây. Các ví dụ về các hệ thống và phương pháp mà có thể được sử dụng để điều chế các chế phẩm cho điện cực nửa rắn được mô tả ở đây đã được mô tả trong công bố patent Mỹ số 2013/0337319 (cũng được gọi là “công bố ‘319”), được nộp ngày 15.03.2013, với tên là “Electrochemical Slurry Compositions and Methods for Preparing the Same”, toàn bộ phần mô tả của tài liệu được kết hợp vào đây để tham khảo.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “khoảng” và “xấp xỉ” nói chung có nghĩa là cộng hoặc trừ 10% của trị số được nêu, ví dụ, khoảng 250 μm sẽ bao gồm trong khoảng từ 225 μm đến 275 μm , khoảng 1.000 μm sẽ bao gồm trong khoảng từ 900 μm đến 1.100 μm .

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “nửa rắn (semi-solid)” chỉ vật liệu là hỗn hợp của các pha lỏng và rắn, ví dụ, như huyền phù hạt, huyền phù keo, nhũ tương, gel, hoặc mixen.

Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ “mạng cacbon kích hoạt” và “cacbon được tạo mạng” đề cập đến trạng thái định tính chung của điện cực. Ví dụ, điện cực với mạng cacbon kích hoạt (hoặc cacbon được tạo mạng) là để sao cho các hạt cacbon trong điện cực mang hình thái học hạt riêng lẻ và sự sắp xếp với nhau mà tạo thuận lợi cho sự tiếp xúc điện và độ dẫn điện giữa các hạt và qua độ dày và độ dài của điện cực. Ngược lại, các thuật ngữ “mạng cacbon bất hoạt” và “cacbon không được tạo mạng” đề cập đến điện cực trong đó các hạt cacbon hoặc là tồn tại như các đảo hạt riêng lẻ hoặc các đảo kết tụ nhiều hạt mà có thể không được kết nối thích đáng để cung cấp sự dẫn điện thích hợp qua điện cực.

Fig.1 là sơ đồ minh họa pin điện hóa 100. Pin điện hóa 100 bao gồm bộ gom dòng dương 110 và bộ gom dòng âm 120. Catốt nửa rắn 140 được bố trí trên bộ gom dòng dương 110, và anốt nửa rắn 150 được bố trí trên bộ gom dòng âm 120. Bộ tách 130 được bố trí giữa catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150. Ít nhất một trong số catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150 có độ dày nhỏ nhất là khoảng 250 μm , ví dụ, nằm trong khoảng từ khoảng 250 μm đến khoảng 2.000 μm .

Bộ gom dòng dương 110 và bộ gom dòng âm 120 có thể các bộ gom dòng bất kỳ mà dẫn điện tử và không hoạt động theo cách điện hóa dưới các điều kiện hoạt động của pin. Các bộ gom dòng điển hình cho các pin lithi bao gồm đồng, nhôm, hoặc titan cho bộ gom dòng âm 120 và nhôm cho bộ gom dòng dương 110, ở dưới dạng các tấm hoặc lưới, hoặc kết hợp bất kỳ của chúng. Các vật liệu của bộ gom dòng có thể được lựa chọn để ổn định ở các điện thế hoạt động của catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150 của pin điện hóa 100. Ví dụ, trong các hệ thống lithi không chứa nước, bộ gom dòng dương 110 có thể bao gồm nhôm, hoặc nhôm được phủ với vật liệu dẫn mà không hòa tan theo cách điện hóa ở các điện thế hoạt động nằm trong khoảng từ 2,5 đến 5,0V đối với Li/Li^+ . Các vật liệu như vậy bao gồm platin, vàng, niken, các ôxit kim loại dẫn như vanadi oxit, và cacbon. Bộ gom dòng âm 120 có thể bao gồm đồng hoặc các kim loại khác mà không tạo thành các hợp kim hoặc các hợp chất liên kim loại với lithi, cacbon,

và/hoặc các lớp phủ bao gồm các vật liệu như vậy được bố trí trên một chất dẫn khác. Mỗi bộ trong số bộ gom dòng dương 110 và bộ gom dòng âm 120 có thể có độ dày nhỏ hơn khoảng 20 micron, ví dụ, khoảng 1 micron, 2 micron, 3 micron, 4 micron, 5 micron, 6 micron, 7 micron, 8 micron, 9 micron, 10 micron, 12 micron, 14 micron, 16 micron, hoặc 18 micron, bao gồm tất cả các khoảng giữa chúng. Việc sử dụng bộ gom dòng dương 110 và bộ gom dòng âm 120 mỏng như vậy có thể về cơ bản giảm chi phí và tổng trọng lượng của pin điện hóa 100.

Catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150 được bao gồm trong pin điện hóa 100 được tách riêng bởi bộ tách 130. Bộ tách 130 có thể là màng thông thường bất kỳ mà có khả năng vận chuyển ion, nghĩa là, màng có thể thấm ion. Theo một số phương án, bộ tách 130 là màng không thấm chất lỏng mà cho phép sự vận chuyển của các ion qua đó, cụ thể là chất dẫn ion dạng gel hoặc rắn. Theo một số phương án bộ tách 130 là màng polyme xốp được ngấm chất điện phân dạng lỏng mà cho phép sự chuyển động qua lại của các ion giữa các vật liệu hoạt tính điện ở catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150, trong khi ngăn sự di chuyển của các điện tử (electron). Theo một số phương án, bộ tách 130 là màng vi xốp mà ngăn các hạt tạo thành các chế phẩm ở catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150 khỏi đi qua màng. Theo một số phương án, bộ tách 130 là bộ tách vi xốp đơn hoặc nhiều lớp, tùy chọn với khả năng chảy ra hoặc “ngừng hoạt động” khi ở trên nhiệt độ nhất định sao cho nó không còn truyền các ion hoạt động, thuộc loại được sử dụng trong công nghiệp ắc quy lithi ion và được biết rõ bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực. Theo một số phương án, bộ tách 130 có thể bao gồm polyme PEO (polyethyleneoxide - polyetylenoxit) trong đó muối lithi được tạo phức để cung cấp độ dẫn lithi, hoặc các màng Nafion™ là các chất dẫn proton. Ví dụ, các chất điện phân có gốc PEO có thể được sử dụng như bộ tách 130, mà không có lỗ kim và là chất dẫn ion dạng rắn, tùy chọn là được làm ổn định với các màng khác như các bộ tách sợi thủy tinh làm các lớp đỡ. PEO cũng có thể được sử dụng làm chất ổn định huyền phù đặc, chất phân tán, v.v. trong các chế phẩm oxy hóa khử dương hoặc âm. PEO là ổn định khi tiếp xúc với các chất điện phân có gốc alkyl cacbonat điển hình. Điều này có thể đặc biệt hữu ích trong các ngành hóa học pin có gốc phosphat với điện thế pin ở điện cực dương nhỏ hơn khoảng 3,6 V so với kim loại Li. Nhiệt độ hoạt động của pin oxy hóa khử có thể được nâng lên khi cần để cải thiện độ dẫn ion của màng.

Catôt nửa rắn 140 có thể bao gồm vật liệu pha rắn lưu ion mà có thể bao gồm, ví dụ, vật liệu hoạt tính và/hoặc vật liệu dẫn. Lượng vật liệu pha rắn lưu ion có thể nằm trong khoảng từ khoảng 0% đến khoảng 80% theo thể tích. Catôt 140 có thể bao gồm vật liệu hoạt tính, ví dụ như, hợp chất mang lithi (ví dụ, LFP (Lithium Iron Phosphate - Lithi Sắt Phosphat), LiCoO_2 , LiCoO_2 được pha Mg, LiNiO_2 , $\text{Li}(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Al})\text{O}_2$ (được biết đến như “NCA”), $\text{Li}(\text{Ni}, \text{Mn}, \text{Co})\text{O}_2$ (được biết đến như “NMC”), LiMn_2O_4 và các dẫn xuất của nó, v.v.). Catôt 140 cũng có thể bao gồm vật liệu dẫn, ví dụ như, graphit, bột cacbon, cacbon nhiệt phân, muội than, sợi cacbon, vi sợi cacbon, CNT (carbon nanotube - ống nanô cacbon), CNT một vách, CNT nhiều vách, cacbon fullerene bao gồm “các viên bucky”, các tấm lát graphit và/hoặc tập hợp của các tấm lá graphit, vật liệu dẫn bất kỳ khác, các hợp kim hoặc kết hợp của chúng. Catôt 140 cũng có thể bao gồm chất điện phân dạng lỏng không chứa nước, ví dụ như, etylen cacbonat, dimetyl cacbonat, dietyl cacbonat, SSDE, hoặc chất điện phân bất kỳ khác được mô tả ở đây hoặc kết hợp của chúng.

Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 cũng có thể bao gồm vật liệu pha rắn lưu ion mà có thể bao gồm, ví dụ, vật liệu hoạt tính và/hoặc vật liệu dẫn. Lượng vật liệu pha rắn lưu ion có thể nằm trong khoảng từ khoảng 0% đến khoảng 80% theo thể tích. Anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm vật liệu hoạt tính cho anôt, ví dụ như, kim loại lithi, cacbon, cacbon được xen giữa bởi lithi, các nitrua lithi, các hợp kim lithi và các hợp chất tạo thành hợp kim lithi của silic, bismut, bo, gali, indi, kẽm, thiếc, thiếc oxit, antimon, nhôm, titan oxit, molybden, germani, mangan, niobi, vanadi, tantan, vàng, platin, sắt, đồng, crom, niken, coban, ziricon, ytri, molybden oxit, germani oxit, silic oxit, silic cacbua, các vật liệu bất kỳ khác hoặc các hợp kim của chúng, và kết hợp bất kỳ khác của chúng.

Anôt nửa rắn 150 cũng có thể bao gồm vật liệu dẫn mà có thể là vật liệu có cacbon, ví dụ như, graphit, bột cacbon, cacbon nhiệt phân, muội than, sợi cacbon, vi sợi cacbon, CNT (carbon nanotube - ống nanô cacbon), CNT một vách, CNT nhiều vách, cacbon fullerene bao gồm “các viên bucky”, các tấm lát graphit và/hoặc tập hợp của các tấm lá graphit, vật liệu có cacbon bất kỳ khác hoặc kết hợp của chúng. Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 cũng có thể bao gồm chất điện phân dạng lỏng không chứa

nước, ví dụ như, etylen cacbonat, dimetyl cacbonat, dietyl cacbonat, hoặc chất điện phân bất kỳ khác được mô tả ở đây hoặc kết hợp của chúng.

Theo một số phương án, catôt nửa rắn 140 và/hoặc anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm các vật liệu hoạt tính và tùy chọn là các vật liệu dẫn ở dạng hạt uroec tạo huyền phù trong chất điện phân dạng lỏng không chứa nước. Theo một số phương án, các hạt cho catôt nửa rắn 140 và/hoặc anôt nửa rắn 150 (ví dụ, các hạt thuộc catôt hoặc anôt) có thể có đường kính hiệu dụng nhỏ nhất là khoảng 1 μm . Theo một số phương án, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nằm trong khoảng từ khoảng 1 μm đến khoảng 10 μm . Theo một số phương án, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nhỏ nhất là khoảng 10 μm hoặc lớn hơn. Theo một số phương án, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nhỏ hơn khoảng 1 μm . Theo một số phương án, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nhỏ hơn khoảng 0,5 μm . Theo một số phương án, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nhỏ hơn khoảng 0,25 μm . Theo một số phương án, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nhỏ hơn khoảng 0,1 μm . Theo một số phương án, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nhỏ hơn khoảng 0,05 μm . Theo các phương án khác, các hạt thuộc catôt hoặc anôt có đường kính hiệu dụng nhỏ hơn khoảng 0,01 μm .

Theo một số phương án, catôt nửa rắn 140 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 20% đến khoảng 80% theo thể tích của vật liệu hoạt tính. Theo một số phương án, catôt nửa rắn 140 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 40% đến khoảng 75% theo thể tích, từ khoảng 50% đến khoảng 75% theo thể tích, từ khoảng 60% đến khoảng 75% theo thể tích, hoặc từ khoảng 60% đến khoảng 80% theo thể tích của vật liệu hoạt tính.

Theo một số phương án, catôt nửa rắn 140 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 0% đến khoảng 25% theo thể tích của vật liệu dẫn. Theo một số phương án, catôt nửa rắn 140 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 1,0% đến khoảng 6% theo thể tích, từ khoảng 6% đến khoảng 12%, hoặc từ khoảng 2% đến khoảng 15% theo thể tích của vật liệu dẫn.

Theo một số phương án, catôt nửa rắn 140 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 20% đến khoảng 70% theo thể tích của chất điện phân. Theo một số phương án,

catôt nửa rắn 140 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 30% đến khoảng 60%, từ khoảng 40% đến khoảng 50%, hoặc từ khoảng 20% đến khoảng 40% theo thể tích của chất điện phân.

Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 20% đến khoảng 80% theo thể tích của vật liệu hoạt tính. Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 40% đến khoảng 75% theo thể tích, từ khoảng 50% đến khoảng 75%, từ khoảng 60% đến khoảng 75%, hoặc từ khoảng 60% đến khoảng 80% theo thể tích của vật liệu hoạt tính.

Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 0% đến khoảng 20% theo thể tích của vật liệu dẫn. Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 1% đến khoảng 10%, từ 1% đến khoảng 6%, từ khoảng 0,5% đến khoảng 2% theo thể tích, từ khoảng 2% đến khoảng 6%, hoặc từ khoảng 2% đến khoảng 4% theo thể tích của vật liệu dẫn.

Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 20% đến khoảng 70% theo thể tích của chất điện phân. Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 30% đến khoảng 60%, từ khoảng 40% đến khoảng 50%, hoặc từ khoảng 20% đến khoảng 40% theo thể tích của chất điện phân.

Các ví dụ của các vật liệu hoạt tính, các vật liệu dẫn, và/hoặc các chất điện phân mà có thể được sử dụng trong các chế phẩm ở catôt nửa rắn 140 và/hoặc anôt nửa rắn 150, các chế phẩm khác nhau của chúng, và các pin điện hóa được tạo thành từ đó, được mô tả trong patent '159, patent Mỹ số 8,722,226 (cũng được gọi là "patent 226"), được cấp ngày 13.05.2014, với tên là "High Energy Density Redox Flow Device", và công bố patent Mỹ số 2011/0200848 (cũng được gọi là "công bố '848"), được nộp ngày 16.12.2010, với tên là "High Energy Density Redox Flow Device", toàn bộ phần mô tả của tài liệu được kết hợp vào đây để tham khảo.

Theo một số phương án, anôt nửa rắn 150 cũng có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 1% đến khoảng 30% theo thể tích của vật liệu dung lượng cao. Các vật liệu dung lượng cao này có thể bao gồm, ví dụ, silic, bismut, bo, gali, indi, kẽm, thiếc, antimon, nhôm, titan oxit, molybden, germani, mangan, niobi, vanadi, tantan, sắt, đồng,

vàng, platin, crom, niken, coban, ziricon, ytri, molybden oxit, germani oxit, silic oxit, silic cacbua, các vật liệu dung lượng cao bất kỳ khác hoặc các hợp kim của chúng, và kết hợp bất kỳ của chúng. Theo một số phương án, dạng nửa rắn có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 1% đến khoảng 5% theo thể tích, từ khoảng 1% đến khoảng 10% theo thể tích, hoặc từ khoảng 1% đến khoảng 20% theo thể tích của vật liệu dung lượng cao. Các ví dụ của các vật liệu dung lượng cao mà có thể được bao gồm trong anốt nửa rắn 150, các chế phẩm khác nhau của chúng và các pin điện hóa được tạo thành từ đó, được mô tả trong công bố '097.

Mặc dù được mô tả ở đây là bao gồm catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150, theo một số phương án, pin điện hóa 100 có thể bao gồm chỉ một điện cực nửa rắn. Ví dụ, theo một số phương án, catốt 140 có thể là catốt nửa rắn và anốt 150 có thể là anốt rắn thông thường (ví dụ, anốt rắn dung lượng cao). Tương tự, theo một số phương án, catốt 140 có thể là catốt rắn và anốt 150 có thể là anốt nửa rắn.

Theo một số phương án, chất điện phân được bao gồm trong ít nhất một trong số catốt nửa rắn 140 và/hoặc anốt nửa rắn 150 có thể bao gồm trong khoảng từ khoảng 0,1% đến khoảng 1% theo trọng lượng của chất phụ gia polyme gel. Các ví dụ của các chất phụ gia polyme gel mà có thể được bao gồm trong chế phẩm catốt nửa rắn 140 và/hoặc anốt nửa rắn 150, và các pin điện hóa từ đó được mô tả trong công bố '279.

Theo một số phương án, các huyền phù nửa rắn ở catốt 140 và/hoặc anốt 150 ban đầu có thể chảy được, và có thể được làm cho trở thành không chảy được nhờ “cố định”. Theo một số phương án, sự cố định có thể được thực hiện bởi tác động của sự quang polyme hóa. Theo một số phương án, sự cố định được thực hiện bởi tác động của bức xạ điện từ với các độ dài bước sóng mà được truyền bởi các vùng hoạt tính điện dương và/hoặc âm chưa nạp đầy của pin điện hóa 100 được tạo thành từ catốt nửa rắn và/hoặc anốt nửa rắn. Theo một số phương án, huyền phù nửa rắn có thể được cố định nhờ gia nhiệt. Theo một số phương án, một hoặc nhiều chất phụ gia được bổ sung vào các huyền phù nửa rắn để tạo thuận lợi cho sự cố định.

Theo một số phương án, catốt nửa rắn 140 và/hoặc anốt nửa rắn 150 có thể phun và chảy được được làm cho trở thành không chảy được nhờ “hóa dẻo”. Theo một số phương án, các thuộc tính lưu biến của huyền phù nửa rắn có thể phun và chảy được

được biến đổi nhờ sự bổ sung của chất pha loãng, chất làm đặc, và/hoặc chất hóa dẻo. Theo một số phương án, các chất này đẩy mạnh khả năng gia công và giúp giữ tính đồng đều về chế phẩm của huyền phù nửa rắn dưới các điều kiện chảy và các hoạt động nạp vùng hoạt tính điện dương và âm. Theo một số phương án, một hoặc nhiều chất phụ gia được bổ sung vào huyền phù nửa rắn có thể chảy được để điều chỉnh các thuộc tính chảy của nó để phù hợp với các yêu cầu xử lý.

Các hệ thống dùng các vật liệu lưu ion âm và/hoặc dương mà là các vật chủ lưu cho các ion hoạt động, có nghĩa là các vật liệu này có thể giữ hoặc giải phóng ion hoạt động trong khi tất cả các phần tử khác của các vật liệu về cơ bản vẫn không hòa tan trong chất điện phân, đặc biệt có lợi do chất điện phân không trở nên nhiễm bẩn bởi các sản phẩm chế phẩm điện hóa. Ngoài ra, các hệ thống dùng các vật liệu lưu ion lithi âm và/hoặc dương là đặc biệt có lợi khi sử dụng các chế phẩm điện hóa không chứa nước.

Theo một số phương án, các chế phẩm oxy hóa khử lưu ion nửa rắn bao gồm các vật liệu đã được chứng minh là làm việc trong các ắc quy lithi-ion thông thường. Theo một số phương án, vật liệu hoạt tính điện nửa rắn dương chứa các vật liệu hoạt tính điện dương lithi và các cation lithi được chuyển động qua lại giữa điện cực âm và điện cực dương, xen kẽ vào trong các hạt chủ, rắn được tạo huyền phù trong chất điện phân dạng lỏng.

Catôt nửa rắn 140 được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương 110. Tương tự, anôt nửa rắn 150 được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm 120. Ví dụ, các điện cực nửa rắn có thể được đúc (casted), phủ nhỏ giọt (drop coated), ép (pressed), ép cuộn (roll pressed), hoặc theo cách khác là được bố trí trên các bộ gom dòng bằng cách sử dụng phương pháp thích hợp bất kỳ khác. Việc phủ các điện cực nửa rắn trên chỉ một mặt của các bộ gom dòng về cơ bản có thể giảm khoảng thời gian để tạo thành pin điện hóa 100. Điều này về cơ bản có thể giảm sự bay hơi của chất điện phân được bao gồm trong các chế phẩm dạng huyền phù đặc ở catôt nửa rắn 140 và/hoặc anôt nửa rắn 150. Hơn nữa, sự để lộ chất điện phân đối với hơi ẩm có mặt trong môi trường xung quanh có thể được giảm thiểu, nhờ đó ngăn sự suy biến của chất điện phân.

Nhiều pin điện hóa 100 có thể được bố trí trong chồng pin để tạo thành chồng pin điện hóa. Ví dụ, pin điện hóa 100 có thể là pin điện hóa thứ nhất 100. Chồng pin có

thể bao gồm pin điện hóa thứ hai (không được thể hiện trên hình vẽ) và pin điện hóa thứ ba (không được thể hiện trên hình vẽ). Mỗi pin điện hóa trong số pin điện hóa thứ hai và pin điện hóa thứ ba có thể về cơ bản là tương tự với pin điện hóa thứ nhất 100. Bề mặt không được phủ của bộ gom dòng dương 110 được bao gồm trong pin điện hóa thứ hai có thể được bố trí trên bề mặt không được phủ của bộ gom dòng dương 110 được bao gồm trong pin điện hóa thứ nhất 100. Tương tự, bề mặt không được phủ của bộ gom dòng âm 120 được bao gồm trong pin điện hóa thứ ba có thể được bố trí trên bề mặt không được phủ của bộ gom dòng âm 120 được bao gồm trong pin điện hóa thứ nhất 100. Chồng pin có thể bao gồm số lượng pin điện hóa 100 bất kỳ. Sự xếp chồng nhiều pin điện hóa 100 như được mô tả ở đây giảm đáng kể thời gian được yêu cầu để tạo thành chồng pin điện hóa. Điều này có thể giảm thiểu sự bay hơi và/hoặc sự suy biến của chất điện phân như được mô tả ở đây.

Fig.2-Fig.4 thể hiện pin điện hóa 200 mà bao gồm bộ gom dòng dương 210 và bộ gom dòng âm 220. Catốt nửa rắn 240 được bố trí trên bộ gom dòng dương 210 và anốt nửa rắn 250 được bố trí trên bộ gom dòng âm 220. Bộ tách 230 được bố trí giữa catốt nửa rắn 240 và anốt nửa rắn 250. Pin điện hóa 200 được bố trí trong bao 260.

Bộ gom dòng dương 210 có thể được tạo thành từ lá kim loại, ví dụ, lá đồng hoặc nhôm, hoặc các vật liệu bất kỳ khác được mô tả đối với bộ gom dòng dương 210 được bao gồm trong pin điện hóa 200. Bộ gom dòng dương 210 có thể có độ dày nằm trong khoảng từ khoảng 20 μm đến khoảng 40 μm , ví dụ, khoảng 25 μm , khoảng 30 μm , hoặc khoảng 35 μm , bao gồm tất cả các khoảng giữa chúng. Theo một số phương án, bộ gom dòng dương 210 có thể có độ dày nhỏ hơn khoảng 20 μm , ví dụ, khoảng 5 μm , 6 μm , 7 μm , 8 μm , 9 μm , 10 μm , 12 μm , 14 μm , 16 μm , hoặc khoảng 18 μm , bao gồm tất cả các khoảng giữa chúng. Bộ gom dòng dương 210 bao gồm vấu 212 mà được ghép với phần dẫn dương 214. Theo một số phương án, vấu 212 có thể được cắt thành độ dài mong muốn để ghép với phần dẫn dương 214. Phần dẫn dương có thể là dải kim loại dẫn (ví dụ, đồng hoặc nhôm) mà có thể được ghép với vấu 212 bằng cách sử dụng phương pháp thích hợp bất kỳ, ví dụ, hàn siêu âm, kẹp, gấp mép, băng dính, và các loại tương tự. Đai 216 được bọc xung quanh một phần của phần dẫn dương 214 và được sắp hàng với mép của bao 260 khi pin điện hóa 200 được bố trí trong bao 260. Theo đó khi

bao 260 được đóng kín, đai 216 đảm bảo là bao 260 có thể đóng kín nhiệt được. Đai 216 có thể được tạo thành từ vật liệu cách ly, ví dụ chất dẻo tuyến như Surlyn, hoặc vật liệu thích hợp bất kỳ khác.

Bộ gom dòng âm 220 có thể được tạo thành từ lá kim loại, ví dụ, lá đồng hoặc nhôm, hoặc các vật liệu bất kỳ khác được mô tả đối với bộ gom dòng âm 220 được bao gồm trong pin điện hóa 200. Bộ gom dòng âm 220 có thể có độ dày nằm trong khoảng từ khoảng 20 μm đến khoảng 40 μm , ví dụ, khoảng 25 μm , khoảng 30 μm , hoặc khoảng 35 μm , bao gồm tất cả các khoảng giữa chúng. Theo một số phương án, bộ gom dòng âm 220 có thể có độ dày nhỏ hơn khoảng 20 μm , ví dụ, khoảng 5 μm , 6 μm , 7 μm , 8 μm , 9 μm , 10 μm , 12 μm , 14 μm , 16 μm , hoặc khoảng 18 μm , bao gồm tất cả các khoảng giữa chúng. Bộ gom dòng âm 220 cũng bao gồm vấu 222 mà được ghép với phần dẫn âm 224. Theo một số phương án, vấu 222 có thể được cắt thành độ dài mong muốn để ghép với phần dẫn âm 224. Phần dẫn âm 224 có thể về cơ bản là tương tự với phần dẫn dương 214, và không được mô tả chi tiết thêm ở đây. Đai 226 được bọc xung quanh một phần của phần dẫn âm 224 và được sắp hàng với mép của bao 260 khi pin điện hóa 200 được bố trí trong bao 260. Theo đó khi bao 260 được đóng kín, đai 226 đảm bảo là bao 260 có thể đóng kín nhiệt được. Đai 226 có thể được tạo thành từ vật liệu cách ly, ví dụ chất dẻo tuyến như Surlyn, hoặc vật liệu thích hợp bất kỳ khác.

Bộ tách 230 có thể là màng có thể thấm ion và có thể được tạo thành từ vật liệu bất kỳ trong số các vật liệu được mô tả đối với bộ tách 230 được bao gồm trong pin điện hóa 200. Bộ tách 230 có thể có độ dày nằm trong khoảng từ khoảng 10 μm đến khoảng 30 μm , ví dụ, khoảng 15 μm , khoảng 20 μm , hoặc khoảng 25 μm , bao gồm tất cả các khoảng giữa chúng.

Catôt nửa rắn 240 được bố trí, ví dụ được phủ, trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương 210 mà gần với bộ tách 230. Bề mặt thứ hai của bộ gom dòng dương 210 ở xa với bộ tách 230 được để không phủ. Tương tự anôt nửa rắn 250 được bố trí, ví dụ được phủ, trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm 220 mà gần với bộ tách 230. Bề mặt thứ hai của bộ gom dòng âm 220 ở xa với bộ tách 230 được để không phủ. Nói cách khác, catôt nửa rắn 240 và anôt nửa rắn 250 được phủ tương ứng trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương 210 và bộ gom dòng âm 220. Việc phủ chỉ một mặt giảm thời

gian được yêu cầu để chuẩn bị pin điện hóa 200. Điều này có thể giảm sự bay hơi và/hoặc sự suy biến (ví dụ, do độ ẩm xung quanh) của chất điện phân được bao gồm trong các chế phẩm catôt nửa rắn 240 và/hoặc anôt nửa rắn 250. Catôt nửa rắn 240 và anôt nửa rắn 250 có thể được tạo chế phẩm bằng cách sử dụng các thành phần bất kỳ (ví dụ, các vật liệu hoạt tính và/hoặc các vật liệu dẫn, các chất điện phân, các chất phụ gia, các polyme gel, v.v.) như được mô tả tương ứng đối với catôt nửa rắn 140 và anôt nửa rắn 150 được bao gồm trong pin điện hóa 100. Hơn nữa, mỗi trong số catôt nửa rắn 240 và/hoặc anôt nửa rắn 250 có thể có độ dày nhỏ nhất là khoảng 250 μm . Ví dụ, catôt nửa rắn 240 và/hoặc anôt nửa rắn 250 có thể có độ dày nằm trong khoảng từ khoảng 250 μm đến khoảng 2.000 μm .

Pin điện hóa 200 được chuẩn bị có thể được đóng kín chân không trong bao 260 hình lăng trụ mà có thể cung cấp sự cách ly kín cho các vật liệu pin điện hóa 200 với môi trường. Theo đó, bao 260 có thể đáp ứng để tránh sự rò rỉ của các vật liệu độc hại như các dung môi chất điện phân và/hoặc các muối ăn mòn ra môi trường xung quanh, và có thể ngăn sự thấm nước và/hoặc oxy vào trong pin. Các chức năng khác của bao 260 có thể bao gồm, ví dụ, bao gói dạng nén của các lớp bên trong, cách ly điện áp cho sự an toàn và vận hành, và bảo vệ cơ học của cụm pin điện hóa 200.

Các vật liệu điển hình của bao có thể bao gồm các lớp mỏng (ví dụ, các tấm nhiều lớp), được tạo thành trong, ví dụ, hai hoặc ba lớp dạng màng rắn và được liên kết với nhau nhờ chất dính. Thuật ngữ “lớp mỏng (laminate)” như được sử dụng ở đây cũng có thể chỉ các lớp vật liệu mà không dính hóa học vào nhau. Ví dụ, các lớp có thể có tiếp xúc theo diện tích với nhau và được ghép bằng cách sử dụng các phương pháp ghép khác, ví dụ như, đóng kín bằng nhiệt. Theo một số phương án, bao 260 có thể được tạo thành từ polypropylen, ví dụ, propylen được đúc. Theo một số phương án, pin điện hóa có thể được tạo thành có vỏ bọc hoặc bao mà bao gồm các tấm mỏng nhiều lớp mà bao gồm ít nhất lớp thứ nhất hoặc bên trong được tạo thành với vật liệu dẻo và lớp thứ hai được tạo thành với vật liệu dẫn điện tử sao cho tấm nhiều lớp có thể được sử dụng như thành phần có chức năng điện hóa của pin. Ví dụ, theo một số phương án, vật liệu dẫn điện tử (ví dụ, lá kim loại) của bao có thể được sử dụng như bộ gom dòng cho pin. Theo một số phương án, lá kim loại có thể được sử dụng như vấu truyền qua. Theo

đó, (các) tấm nhiều lớp hoặc tấm mỏng của bao pin có thể được sử dụng như vật liệu có chức năng điện hóa của pin, ngoài việc đóng vai trò làm vật liệu bao gói. Các hệ thống, thiết bị, và phương pháp sản xuất pin điện hóa có vỏ bọc hoặc bao mà bao gồm các tấm mỏng nhiều lớp được mô tả trong công bố patent Mỹ số 2015/0171406 (cũng được gọi là “công bố ‘406’”), được nộp ngày 17.11.2014, với tên là “Electrochemical Cells and Methods of Manufacturing the Same”, toàn bộ phần mô tả của tài liệu được kết hợp vào đây để tham khảo.

Nhiều pin điện hóa 200, hoặc các pin điện hóa bất kỳ khác được mô tả ở đây có thể được bố trí trong chồng pin điện hóa, ví dụ, để tạo thành ắc quy điện hóa. Tham khảo đến Fig.5-Fig.7 chồng pin điện hóa 3000 được thể hiện mà bao gồm nhiều pin điện hóa được bố trí trong đó. Chồng pin điện hóa 3000 có thể được bố trí trong bao 360, ví dụ bao được đóng kín chân không mà về cơ bản có thể tương tự với bao 260 được mô tả đối với Fig.2-Fig.4, và do đó, không được mô tả chi tiết thêm ở đây.

Mỗi trong số nhiều pin điện hóa được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000, ví dụ pin điện hóa thứ hai 300b (Fig.6) về cơ bản có thể tương tự với pin điện hóa 100, hoặc 200. Mỗi trong số của các bộ gom dòng được bao gồm trong nhiều pin điện hóa bao gồm vấu. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.6, bộ gom dòng dương 310b (Fig.7) của pin điện hóa thứ hai 300b bao gồm vấu 312b và bộ gom dòng âm 320b của pin điện hóa thứ hai 300b bao gồm vấu 322b. Mỗi trong số các vấu của các bộ gom dòng dương được bao gồm trong nhiều pin điện hóa được ghép với nhau trong quai dương 313, mà tiếp theo được ghép với phần dẫn dương 314. Theo một số phương án, mỗi trong số các vấu của các bộ gom dòng dương có thể được uốn cong qua nhau để tạo thành quai dương 313. Theo một số phương án, các vấu được bao gồm trong quai dương 313 có thể được cắt thành độ dài mong muốn để ghép với phần dẫn dương 314. Theo một số phương án, các bộ gom dòng dương 310 và/hoặc các bộ gom dòng âm 320 được bao gồm trong các pin 300 được bố trí về phía phần bên trong của các pin có thể có các vấu mà về cơ bản ngắn hơn so với các vấu 312 của các bộ gom dòng dương 310 và/hoặc các vấu 322 của các bộ gom dòng âm 320 được bao gồm trong các pin điện hóa 300 ngoài cùng. Ví dụ, vấu của bộ gom dòng dương 310c được bao gồm trong pin điện hóa 300c có thể về cơ bản dài hơn so với các vấu của các bộ gom dòng dương 310a và 310b được

bao gồm lần lượt trong các pin điện hóa 300a và 300b. Tương tự, vấu của bộ gom dòng âm 320a được bao gồm trong pin điện hóa 300a có thể về cơ bản dài hơn so với các vấu của các bộ gom dòng âm 320b và 320c được bao gồm lần lượt trong các pin điện hóa 300b và 300c. Theo các phương án này, các vấu ngắn hơn có thể được ghép với các vấu dài hơn, ví dụ, thông qua hàn siêu âm, kẹp, gấp mép, băng dính, và các loại tương tự để tạo thành quai (nghĩa là, các quai 313 và 323). Các vấu dài hơn của bộ gom dòng dương ngoài cùng và bộ gom dòng âm ngoài cùng (ví dụ, bộ gom dòng dương 310c và bộ gom dòng âm 310a) tiếp theo có thể được ghép với phần dẫn dương 314 và phần dẫn âm 324. Theo cách này, có thể giảm lượng vật liệu được yêu cầu để tạo thành các vấu, nhờ đó giảm chi phí và/hoặc tổng trọng lượng của các pin điện hóa 300. Theo một số phương án, các vấu của các bộ gom dòng dương 310 và các bộ gom dòng âm của các pin điện hóa 300 trong cùng có thể dài hơn các vấu 310 và 320 của các bộ gom dòng dương 310 và các bộ gom dòng âm 320 của các pin điện hóa còn lại được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000. Theo một số phương án, bộ gom dòng dương 310 và/hoặc bộ gom dòng âm 320 mà bao gồm vấu dài hơn có thể về cơ bản dày hơn so với các bộ gom dòng dương 310 và/hoặc các bộ gom dòng âm 320 được bao gồm trong các pin điện hóa 300 khác được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000. Theo một số phương án, mỗi trong số các bộ gom dòng dương 310 và các bộ gom dòng âm 320 có thể có các vấu mà có thể đủ dài (ví dụ, ở khoảng cùng độ dài như vấu dương 312 và vấu âm 322 tương ứng của bộ gom dòng dương 310 ngoài cùng và bộ gom dòng âm 320 ngoài cùng) để kéo dài ra ngoài bao 360. Theo các phương án này, ví dụ, các vấu của mỗi trong số các bộ gom dòng dương 310 có thể được ghép với nhau, ví dụ, thông qua hàn siêu âm, kẹp, gấp mép, băng dính, và các loại tương tự để tạo thành quai dương (ví dụ, quai 313). Tương tự, các vấu của mỗi trong số các bộ gom dòng âm 320 có thể được ghép với nhau như được mô tả ở đây, để tạo thành quai âm (ví dụ, quai 323). Như được mô tả ở đây, quai dương (bao gồm các vấu của mỗi trong số các bộ gom dòng dương) và quai âm (bao gồm các vấu của mỗi trong số các bộ gom dòng âm) có thể kéo dài ra ngoài bao và có thể được sử dụng để tạo giao diện điện cho chồng pin điện hóa 3000. Nói cách khác, theo các phương pháp này, chồng pin điện hóa 3000 có thể được ghép điện với các thành phần điện tử bên ngoài theo cách trực tiếp thông qua quai dương và quai âm sao cho phần dẫn dương 314 và phần dẫn âm 324 không được bao gồm trong

chồng pin điện hóa.

Phần dẫn dương 314 có thể là dải kim loại dẫn (ví dụ, đồng hoặc nhôm) mà có thể được ghép với quai dương 313 bằng cách sử dụng phương pháp thích hợp bất kỳ, ví dụ, hàn siêu âm, kẹp, gấp mép, băng dính, và các loại tương tự. Đai 316 được bọc xung quanh một phần của phần dẫn dương 314 và được sắp hàng với mép của bao 360 khi pin điện hóa 300 được bố trí trong bao 360. Theo đó khi bao 360 được đóng kín, đai 316 đảm bảo là bao 360 có thể đóng kín nhiệt được. Đai 316 có thể được tạo thành từ vật liệu cách ly, ví dụ chất dẻo tuyến như Surlyn, hoặc vật liệu thích hợp bất kỳ khác. Tương tự, mỗi trong số các vấu của các bộ gom dòng âm được bao gồm trong nhiều pin điện hóa được ghép với nhau trong quai âm 323, mà tiếp theo được ghép với phần dẫn âm 324. Theo một số phương án, mỗi trong số các vấu của các bộ gom dòng âm có thể được uốn cong qua nhau để tạo thành quai âm 323. Theo một số phương án, các vấu được bao gồm trong quai âm 323 có thể được cắt thành độ dài mong muốn để ghép với phần dẫn dương 314. Phần dẫn âm 324 có thể về cơ bản là tương tự với phần dẫn dương 314, và theo đó, không được mô tả chi tiết thêm ở đây. Hơn nữa, đai 326 được bọc xung quanh một phần của phần dẫn âm 324 và được sắp hàng với mép của bao 360 khi pin điện hóa 300 được bố trí trong bao 360. Đai 326 có thể về cơ bản là tương tự với đai 316, và theo đó, không được mô tả chi tiết thêm ở đây.

Fig.7 thể hiện hình vẽ mặt cắt bên của một phần của chồng pin điện hóa 3000 được lấy dọc theo đường AA (Fig.6). Một phần của chồng pin điện hóa 3000 bao gồm pin điện hóa thứ nhất 300a, pin điện hóa thứ hai 300b và pin điện hóa thứ ba 300c. Pin điện hóa thứ nhất 300a bao gồm bộ gom dòng dương thứ nhất 310a, bộ gom dòng âm thứ nhất 320a và bộ tách thứ nhất 330a. Catôt nửa rắn thứ nhất 340a được bố trí trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương thứ nhất 310a mà hướng về bộ tách thứ nhất 330a. Tương tự, anôt nửa rắn thứ nhất 350a được bố trí trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm thứ nhất 320a mà hướng về bộ tách thứ nhất 330a. Bộ tách thứ nhất 330a được bố trí giữa catôt nửa rắn thứ nhất 340a và anôt nửa rắn thứ nhất 350a.

Pin điện hóa thứ hai 300b bao gồm bộ gom dòng dương thứ hai 310b, bộ gom dòng âm thứ hai 320b và bộ tách thứ hai 330b. Catôt nửa rắn thứ hai 340b được bố trí trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương thứ hai 310b mà hướng về bộ tách thứ hai

330b. Tương tự, anốt nửa rắn thứ hai 350b được bố trí trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm thứ hai 320b mà hướng về bộ tách thứ hai 330b. Bộ tách thứ hai 330b được bố trí giữa catốt nửa rắn thứ hai 340b và anốt nửa rắn thứ hai 350b.

Pin điện hóa thứ ba 300c bao gồm bộ gom dòng dương thứ ba 310c, bộ gom dòng âm thứ ba 320c và bộ tách thứ ba 330c. Catốt nửa rắn thứ ba 340c được bố trí trên chỉ một mặt của bộ gom dòng dương thứ ba 310c mà hướng về bộ tách thứ ba 330c. Tương tự, anốt nửa rắn thứ ba 350c được bố trí trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm thứ ba 320c mà hướng về bộ tách thứ ba 330c. Bộ tách thứ ba 330c được bố trí giữa catốt nửa rắn thứ ba 340c và anốt nửa rắn thứ ba 350c.

Pin điện hóa thứ nhất 300a, pin điện hóa thứ hai 300b, và pin điện hóa thứ ba 300c có thể về cơ bản là tương tự với nhau. Các bộ gom dòng dương, các bộ gom dòng âm, và các bộ tách được bao gồm trong mỗi trong số các pin điện hóa được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000 có thể được tạo thành từ các vật liệu bất kỳ được mô tả đối với bộ gom dòng dương 110, bộ gom dòng âm 120, và bộ tách 130 được bao gồm trong pin điện hóa 100. Hơn nữa, catốt nửa rắn và anốt nửa rắn được bao gồm trong mỗi trong số các pin điện hóa của chồng pin điện hóa 3000 có thể được tạo chế phẩm bằng cách sử dụng các vật liệu hoặc phương pháp bất kỳ được mô tả đối với catốt nửa rắn 140 và anốt nửa rắn 150 được bao gồm trong pin điện hóa 100.

Pin điện hóa thứ hai 300b được bố trí trên pin điện hóa thứ nhất 300a sao cho mặt không được phủ của bộ gom dòng dương thứ hai 310b là liền kề và tiếp giáp mặt không được phủ của bộ gom dòng dương thứ nhất 310a. Tương tự, pin điện hóa thứ ba 300c được bố trí trên pin điện hóa thứ nhất 300a sao cho mặt không được phủ của bộ gom dòng âm thứ ba 320c là liền kề với và tiếp giáp mặt không được phủ của bộ gom dòng âm thứ nhất 320a. Mặc dù chồng pin điện hóa 3000 được thể hiện là bao gồm tám pin điện hóa (Fig.6), nhưng số lượng pin điện hóa bất kỳ có thể được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000. Mặc dù không được thể hiện ở đây, theo một số phương án, bộ dẫn cách, ví dụ, bộ dẫn cách cách điện và/hoặc cách nhiệt có thể được bố trí giữa mỗi pin điện hóa liền kề. Theo một số phương án, bộ dẫn cách có thể được tạo kết cấu để tác dụng áp lực chồng lên mỗi trong số các pin điện hóa được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000. Các bộ dẫn cách thích hợp có thể bao gồm, ví dụ, đệm bọt, đệm cao

su, tấm chất dẻo, dải giấy hoặc các tông, và các loại tương tự.

So sánh với các chồng pin điện hóa thông thường, các chồng pin điện hóa 3000 có thể được tạo thành trong khoảng thời gian nhỏ hơn. Điều này có thể giảm thiểu sự bay hơi và/hoặc sự suy biến của chất điện phân, như được mô tả ở đây. Chồng pin điện hóa 3000 có thể có tỷ lệ nhỏ hơn của vật liệu hoạt tính so với vật liệu không có hoạt tính, khi được so sánh với chồng pin điện hóa được tạo kích thước tương tự mà bao gồm các điện cực nửa rắn được mô tả ở đây được phủ trên cả hai mặt của các bộ gom dòng. Tuy nhiên, so sánh với các chồng pin điện hóa thông thường, mà bao gồm các điện cực thông thường được phủ trên cả hai mặt của các bộ gom dòng, chồng pin điện hóa vẫn có thể có tỷ lệ cao hơn của vật liệu hoạt tính so với vật liệu không có hoạt tính. Điều này bởi vì các điện cực nửa rắn có thể được tạo ra dày hơn nhiều, ví dụ nằm trong khoảng từ khoảng 250 μm đến khoảng 2.000 μm , so sánh với các điện cực thông thường mà nói chung không thể được tạo ra dày hơn khoảng 200 μm . Theo đó, chồng pin điện hóa 3000 có thể mang lại mật độ năng lượng và dung lượng nạp mong muốn với số lượng ít hơn của các pin điện hóa (ví dụ, pin điện hóa 300) được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000 so sánh với chồng pin điện hóa thông thường mà mang lại mật độ năng lượng và dung lượng nạp có thể so sánh được. Hơn nữa, các pin điện hóa 300 được phủ một mặt được bao gồm trong chồng pin điện hóa 300 có thể bao gồm các dấu hiệu an toàn hoặc bảo vệ mà không thể được bao gồm trong các pin thông thường. Ví dụ, chu vi hoặc thành an toàn có thể được bố trí xung quanh các mép của các bộ gom dòng (nghĩa là, các bộ gom dòng dương 310 và các bộ gom dòng âm 320) được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000 để bảo vệ catốt nửa rắn 230 và anốt nửa rắn 240. Hơn nữa, có thể chịu được sự sắp hàng lệch nhỏ giữa các pin điện hóa liền kề được bao gồm trong chồng pin điện hóa 3000 sao cho chồng pin điện hóa 3000 có thể được tạo thành trong lượng thời gian ngắn hơn so sánh với các chồng pin điện hóa thông thường.

Theo một số phương án, chồng pin điện hóa có thể bao gồm nhiều chồng pin mà bao gồm nhiều bộ gom dòng dương và âm. Một trong số nhiều bộ gom dòng dương và một trong số nhiều bộ gom dòng âm có thể có các vấu mà về cơ bản là dài hơn so với các vấu của các bộ gom dòng còn lại và có thể kéo dài ra ngoài bao pin điện hóa để tạo giao diện với các thiết bị điện tử bên ngoài sao cho không yêu cầu các phần dẫn. Ví dụ,

tham khảo đến Fig.8, chồng pin điện hóa 4000 được thể hiện mà bao gồm nhiều pin điện hóa được bố trí trong đó. Chồng pin điện hóa 4000 có thể được bố trí trong bao (không được thể hiện trên hình vẽ), ví dụ bao được đóng kín chân không mà có thể về cơ bản là tương tự với bao 260 được mô tả đối với Fig.2-Fig.4.

Mỗi trong số nhiều pin điện hóa được bao gồm trong chồng pin điện hóa 4000 có thể về cơ bản là tương tự với pin điện hóa 100, 200, hoặc 300, và theo đó không được mô tả chi tiết thêm ở đây. Mỗi trong số của các bộ gom dòng được bao gồm trong nhiều pin điện hóa bao gồm vấu. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.8, bộ gom dòng dương 410b ngoài cùng có thể bao gồm vấu 412b mà về cơ bản là dài hơn so với các vấu của các bộ gom dòng dương còn lại. Các vấu của các bộ gom dòng dương có thể được ghép với nhau trong quai 413 và được ghép với nhau bằng cách sử dụng cơ cấu ghép 413, ví dụ như, hàn siêu âm, kẹp, gấp mép, băng dính, và các loại tương tự. Tương tự, bộ gom dòng âm 420a ngoài cùng có thể bao gồm vấu 422a mà về cơ bản là dài hơn so với các vấu của các bộ gom dòng âm còn lại. Các vấu của các bộ gom dòng âm có thể được ghép với nhau trong quai 423 và được ghép với nhau bằng cách sử dụng cơ cấu ghép 425, ví dụ như, hàn siêu âm, kẹp, gấp mép, băng dính, và các loại tương tự. Theo cách này, mỗi trong số các vấu của các bộ gom dòng dương và các bộ gom dòng âm được ghép điện tử với nhau sao cho vấu 412b của bộ gom dòng dương 410b, và vấu 422a của bộ gom dòng âm 420b, mỗi trong số chúng về cơ bản là dài hơn so với các vấu còn lại, kéo dài ra ngoài quai và ra ngoài bao. Theo đó, vấu dương 412b và vấu âm 422a có thể được sử dụng để tạo giao diện điện tử với các thiết bị điện tử bên ngoài sao cho các thành phần phụ bất kỳ (ví dụ, các phân dẫn) không được sử dụng.

Mở rộng thêm nữa, Fig.9 thể hiện hình chiếu cạnh của một phần của chồng pin điện hóa 4000 được thể hiện bởi mũi tên B trên Fig.8, mà bao gồm quai của các bộ gom dòng âm. Chồng pin điện hóa bao gồm 8 chồng pin, mỗi trong số chúng bao gồm bộ gom dòng dương và bộ gom dòng âm. Như được thể hiện trên Fig.9, chồng pin điện hóa 4000 bao gồm 8 bộ gom dòng âm 422a-h. Các bộ gom dòng được nối với nhau trong quai 423 và được ghép với nhau bằng cách sử dụng cơ cấu ghép 425, như được mô tả ở đây. Vấu âm 422a của bộ gom dòng âm 420a (Fig.8) về cơ bản là dài hơn so với các vấu âm 422b-h của các bộ gom dòng âm còn lại. Do đó, vấu 422a có thể kéo dài quá

quai và ra ngoài bao được sử dụng để đóng gói chồng pin điện hóa 4000. Theo cách này, vấu 422a có thể được sử dụng để tạo giao diện với chồng pin điện hóa 4000 với thiết bị điện tử bên ngoài, sao cho mỗi trong số các bộ gom dòng âm được bao gồm trong chồng pin điện hóa 4000 có truyền thông điện tử với thiết bị điện tử bên ngoài thông qua vấu 422a. Theo đó, các thành phần ghép bên ngoài, ví dụ, các phần dẫn âm không được sử dụng, mà làm cho sự sản xuất trở nên đơn giản hơn và giảm chi phí.

Fig.10 minh họa sơ đồ tiến trình thể hiện phương pháp 400 làm ví dụ để chuẩn bị chồng pin điện hóa mà bao gồm nhiều pin điện hóa. Phương pháp 400 bao gồm bước phủ catốt nửa rắn trên một mặt của bộ gom dòng dương 402. Catốt nửa rắn có thể bao gồm, ví dụ, catốt nửa rắn 140, 240 hoặc catốt nửa rắn bất kỳ khác được mô tả ở đây. Các bộ gom dòng dương thích hợp có thể bao gồm, ví dụ bộ gom dòng dương 110, 210, hoặc bộ gom dòng dương bất kỳ khác được mô tả ở đây. Anốt nửa rắn tiếp theo được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng âm 404. Anốt nửa rắn có thể bao gồm anốt nửa rắn bất kỳ trong số các anốt nửa rắn được mô tả ở đây, ví dụ, anốt nửa rắn 150, 250, hoặc anốt nửa rắn bất kỳ khác được mô tả ở đây. Các bộ gom dòng âm thích hợp có thể bao gồm, ví dụ, bộ gom dòng âm 120, 220, hoặc bộ gom dòng âm bất kỳ khác được mô tả ở đây. Bộ tách (ví dụ, bộ tách 130, 230, hoặc bộ tách bất kỳ khác được mô tả ở đây) được bố trí giữa catốt nửa rắn và anốt nửa rắn để tạo thành pin điện hóa thứ nhất 406. Pin điện hóa thứ hai được tạo thành về cơ bản là theo cùng một cách với pin điện hóa thứ nhất 408. Hơn nữa, pin điện hóa thứ ba được tạo thành về cơ bản là theo cùng một cách với pin điện hóa thứ nhất 410. Mỗi trong số pin điện hóa thứ nhất, pin điện hóa thứ hai, và pin điện hóa thứ ba có thể về cơ bản là tương tự với pin điện hóa 100, 200, hoặc pin điện hóa bất kỳ khác được mô tả ở đây.

Để tạo thành chồng pin điện hóa, pin điện hóa thứ hai được bố trí trên pin điện hóa thứ nhất sao cho mặt không được phủ của bộ gom dòng dương của pin điện hóa thứ hai được bố trí trên (ví dụ, liền kề với hoặc tiếp giáp) mặt không được phủ của bộ gom dòng dương của pin điện hóa thứ nhất 412. Tiếp theo, pin điện hóa thứ ba được bố trí trên (ví dụ, liền kề với hoặc tiếp giáp) pin điện hóa thứ nhất sao cho mặt không được phủ của bộ gom dòng âm của pin điện hóa thứ ba được bố trí trên mặt không được phủ của bộ gom dòng âm của pin điện hóa thứ nhất để tạo thành chồng pin điện hóa. Chồng

pin điện hóa có thể về cơ bản là tương tự với chồng pin điện hóa 3000, hoặc chồng pin điện hóa bất kỳ khác được mô tả ở đây. Theo một số phương án, khoảng thời gian được yêu cầu để tạo thành chồng pin điện hóa có thể đủ nhỏ sao cho sự bay hơi của chất điện phân được bao gồm trong anốt nửa rắn hoặc catốt nửa rắn của pin điện hóa bất kỳ trong số pin điện hóa thứ nhất, pin điện hóa thứ hai, và pin điện hóa thứ ba, về cơ bản được giảm.

Theo một số phương án, phương pháp 400 có thể tùy chọn bao gồm bước bố trí bộ dẫn cách thứ nhất giữa bộ gom dòng dương của pin điện hóa thứ nhất và bộ gom dòng dương của pin điện hóa thứ hai và/hoặc bố trí bộ dẫn cách thứ hai giữa bộ gom dòng âm của pin điện hóa thứ ba và bộ gom dòng âm của pin điện hóa thứ nhất. Bộ dẫn cách có thể bao gồm vật liệu cách nhiệt và/hoặc cách điện, ví dụ như, đệm bọt, đệm cao su, tấm chất dẻo, dải giấy hoặc các tông, và các loại tương tự.

Fig.11A-Fig.11I minh họa các bước khác nhau trong quy trình sản xuất pin điện hóa 500 có các điện cực nửa rắn mà được phủ trên chỉ một mặt của bộ gom dòng, theo một phương án. Như được thể hiện trên Fig.11A, khung 562 (cũng được gọi là “khung bộ dẫn cách”) được bố trí lên trên bộ gom dòng 510, mà bao gồm vấu nối nguồn 512. Bộ gom dòng 510 có thể được đặt trên bộ phận giữ 565 (cũng được gọi ở đây là “bộ phận giữ bộ gom dòng”), ví dụ, mà tùy chọn có thể tác dụng chân không thông qua nhiều lỗ nhỏ (không được thể hiện trên hình vẽ) qua bề mặt của bộ phận giữ 565 để sao cho giữ bộ gom dòng 510 tại vị trí. Khung 562 có khe hở 575 mà có thể để lộ bộ gom dòng 510 nằm dưới khi được đặt ở trên bộ gom dòng 510.

Fig.11B minh họa huyền phù đặc của điện cực 540 được bố trí lên trên phần được để lộ của bộ gom dòng 510 được xác định bởi khe hở 575 của khung 562. Khe hở 575 xác định diện tích bề mặt của điện cực hoàn thiện 540 và độ dày của khung 562 xác định độ dày của điện cực hoàn thiện 540. Fig.11C và Fig.11D thể hiện huyền phù đặc của điện cực 540 được làm nhẵn hoặc được trải dọc theo bề mặt của phần được để lộ của bộ gom dòng 510. Theo một số phương án, lưới 580 (cũng được gọi ở đây là “lưới cạo”) hoặc dụng cụ có mép thẳng có thể được sử dụng để trải huyền phù đặc của điện cực 540. Theo một số phương án, lưới 580 và/hoặc bộ phận giữ 565 có thể được ghép theo cách hoạt động với nguồn rung động (không được thể hiện trên hình vẽ) để sao cho

làm rung lưới 580 hoặc bộ phận giữ 565 trong khi lắng hoặc làm nhẵn huyền phù đặc của điện cực 540. Sự rung động có thể tạo thuận lợi cho sự phân tán của vật liệu điện cực nửa rắn 540 trong hoặc sau bước lắng huyền phù đặc.

Tùy chọn, dụng cụ (không được thể hiện trên hình vẽ), ví dụ như dụng cụ quang học hoặc dụng cụ phân tích bất kỳ sử dụng kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật đo không tiếp xúc, bao gồm đo giao thoa quang học hoặc laze, đo elip hoặc đầu dò quét quang học hoặc laze để kiểm tra hình thái bề mặt (surface morphology) và tùy chọn là đo tính đồng đều bề mặt (surface uniformity) (ví dụ, độ dày) của huyền phù đặc của điện cực 540 được trải. Dụng cụ không tiếp xúc (non-contact instrument) có thể được triển khai tại chỗ (in situ) khi lưới 580 trải huyền phù đặc của điện cực 540.

Sau khi huyền phù đặc của điện cực 540 được trải, như được thể hiện trên Fig.11E, khung 562 có thể được lấy ra mà để lại chỉ một phần của điện cực 540 mà đã được trải lên trên phần được để lộ của bộ gom dòng 510. Như được minh họa trên Fig.11F, bộ tách 530 có thể được đặt trên điện cực 540 sao cho bộ tách 530 đang che điện cực 540.

Các bước sản xuất được minh họa trên Fig.11A-Fig.11F trên đây bao trùm bước lắng của điện cực lên trên bộ gom dòng. Theo cách ví dụ, điện cực 540 có thể là catốt và bộ gom dòng 510 có thể là bộ gom dòng dương. Các bước sản xuất được thể hiện trên Fig.11A-Fig.11E có thể được lặp lại để bố trí anốt nửa rắn 550 lên trên bộ gom dòng âm 520. Tuy nhiên, bước sản xuất được minh họa trên Fig.11F được thực hiện trên chỉ một trong số bước lắng catốt nửa rắn hoặc bước lắng anốt nửa rắn do một bộ tách 530 được sử dụng trong pin điện hóa 500.

Như được thể hiện trên Fig.11G, một khi cả catốt nửa rắn 540 và anốt nửa rắn 550 được bố trí lên trên các bộ gom dòng 510 và 520 tương ứng của chúng, chúng có thể được sắp hàng sao cho catốt nửa rắn 540 và anốt nửa rắn 550 đang hướng vào nhau và ở trên nhau như được minh họa, chỉ được tách bởi bộ tách 530. Như được thể hiện, anốt nửa rắn 550 không thể được thấy do nó ở mặt dưới của bộ gom dòng âm 520. Chồng điện cực được lắp ráp tương tự như phần minh họa được thể hiện trên Fig.3.

Như được thể hiện rõ nhất trên Fig.11H, pin điện hóa 500 bao gồm một chồng của catốt-bộ tách-anốt mà được bố trí bên trong bao 560, sau đó nó được đóng kín chân

không 566 và nhiệt 567 để tạo thành pin điện hóa 500 hoàn thiện như được thể hiện trên Fig.11I. Trong khi bộ gom dòng dương 510 bao gồm vấu nối nguồn 512, bộ gom dòng âm 520 bao gồm vấu nối nguồn 522. Pin điện hóa 500 hoàn thiện trong bao 560 có thể về cơ bản là tương tự với pin điện hóa 200 được thể hiện trên Fig.2. Theo một số phương án, nhiều pin điện hóa 500 có thể được xếp chồng để tạo thành chồng pin điện hóa, mà có thể về cơ bản là tương tự với chồng pin điện hóa 3000 được minh họa trên Fig.5-Fig.7.

Mặc dù các phương án khác nhau của hệ thống, phương pháp và thiết bị đã được mô tả trên đây, nhưng cần hiểu rằng các phương án này chỉ được thể hiện theo cách làm ví dụ, và không giới hạn sáng chế. Trong đó các phương pháp và các bước được mô tả trên đây biểu thị các sự kiện nhất định diễn ra theo thứ tự nhất định, thì những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực khi đọc bản mô tả này sẽ nhận biết là thứ tự của các bước nhất định có thể được biến đổi và sự biến đổi này là phù hợp với các biến thể của sáng chế. Ngoài ra, một vài trong số các bước có thể được thực hiện đồng thời trong quy trình song song khi có thể, cũng như được thực hiện tuần tự như được mô tả trên đây. Các phương án đã được thể hiện và mô tả chi tiết, nhưng cần hiểu rằng có thể thực hiện các thay đổi khác nhau về dạng và về các chi tiết.

Ví dụ, mặc dù các phương án khác nhau đã được mô tả là có các dấu hiệu cụ thể và/hoặc kết hợp của các thành phần, nhưng có thể có các phương án khác mà có kết hợp bất kỳ hoặc kết hợp con của các dấu hiệu và/hoặc các thành phần bất kỳ từ phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả ở đây. Ví dụ, mặc dù một số phương án của các pin điện hóa đã được mô tả là có hình lăng trụ, nhưng theo các phương án khác, các pin điện hóa có thể được uốn cong, uốn, tạo dạng sóng, hoặc có hình dạng bất kỳ khác. Ngoài ra, các kết cấu riêng của các thành phần khác nhau cũng có thể được thay đổi. Ví dụ, kích thước và hình dạng riêng của các thành phần khác nhau có thể khác với các phương án được thể hiện, trong khi vẫn cung cấp các chức năng như được mô tả ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ**1. Chồng pin điện hóa bao gồm:**

bộ gom dòng thứ nhất có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ nhất có vật liệu catôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ nhất không được phủ; và

bộ gom dòng thứ hai có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ hai có vật liệu catôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ hai không được phủ,

trong đó bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ nhất được ghép với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ hai.

2. Chồng pin điện hóa theo điểm 1, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ ba có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ ba có anôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ ba không được phủ.

3. Chồng pin điện hóa theo điểm 2, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ tách thứ nhất được bố trí giữa anôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ ba và catôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ nhất.

4. Chồng pin điện hóa theo điểm 3, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ tư có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ tư có anôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ tư không được phủ và được ghép với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ ba.

5. Chồng pin điện hóa theo điểm 4, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ năm có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ năm có catôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ năm không được phủ.

6. Chồng pin điện hóa theo điểm 5, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ tách được bố trí giữa anôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ tư và catôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ năm.

7. Chồng pin điện hóa theo điểm 6, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ sáu có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ sáu có anôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ sáu không được phủ.

8. Chồng pin điện hóa theo điểm 7, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ tách được bố trí giữa anôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ sáu và catôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ hai.

9. Chồng pin điện hóa bao gồm:

bộ gom dòng thứ nhất có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ nhất có vật liệu anôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ nhất không được phủ; và

bộ gom dòng thứ hai có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ hai có vật liệu anôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ hai không được phủ,

trong đó bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ nhất được ghép với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ hai.

10. Chồng pin điện hóa theo điểm 9, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ ba có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ ba có catôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ ba không được phủ.

11. Chồng pin điện hóa theo điểm 10, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ tách được bố trí giữa catôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ ba và anôt nửa rắn của bộ gom dòng thứ nhất.

12. Chồng pin điện hóa theo điểm 11, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ tư có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ tư có catôt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ tư không được phủ và được ghép với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ ba.

13. Chồng pin điện hóa theo điểm 12, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ năm có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom

dòng thứ năm có anốt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ năm không được phủ.

14. Chồng pin điện hóa theo điểm 13, trong đó bộ tách được bố trí giữa catốt nửa rắn của bộ gom dòng thứ ba và anốt nửa rắn của bộ gom dòng thứ nhất là bộ tách thứ nhất, chồng pin điện hóa còn bao gồm bộ tách thứ hai được bố trí giữa catốt nửa rắn của bộ gom dòng thứ tư và anốt nửa rắn của bộ gom dòng thứ năm.

15. Chồng pin điện hóa theo điểm 14, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ gom dòng thứ sáu có bề mặt thứ nhất và bề mặt thứ hai, bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng thứ sáu có catốt nửa rắn được bố trí trên đó, bề mặt thứ hai của bộ gom dòng thứ sáu không được phủ.

16. Chồng pin điện hóa theo điểm 15, trong đó chồng pin điện hóa này còn bao gồm bộ tách thứ ba được bố trí giữa catốt nửa rắn của bộ gom dòng thứ sáu và anốt nửa rắn của bộ gom dòng thứ hai.

17. Phương pháp sản xuất chồng pin điện hóa, phương pháp này bao gồm các bước:

phủ catốt nửa rắn thứ nhất lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ nhất, bộ gom dòng dương thứ nhất có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ;

phủ catốt nửa rắn thứ hai lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ hai, bộ gom dòng dương thứ hai có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ;

ghép bề mặt thứ hai của bộ gom dòng dương thứ nhất với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng dương thứ hai.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ anốt nửa rắn thứ nhất lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ nhất, bộ gom dòng âm thứ nhất có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bố trí bộ tách thứ nhất giữa catốt nửa rắn thứ nhất và anốt nửa rắn thứ nhất.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ anốt nửa rắn thứ hai lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ hai, bộ gom dòng âm thứ hai có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bố trí bộ

tách thứ hai giữa catôt nửa rắn thứ hai và anôt nửa rắn thứ hai.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

phủ anôt nửa rắn thứ ba lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ ba, bộ gom dòng âm thứ ba có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ; và

ghép bề mặt thứ hai của bộ gom dòng âm thứ ba với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng âm thứ nhất.

23. Phương pháp theo điểm 22, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ catôt nửa rắn thứ ba lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ ba, bộ gom dòng dương thứ ba có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ.

24. Phương pháp theo điểm 23, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bố trí bộ tách thứ ba giữa catôt nửa rắn thứ ba và anôt nửa rắn thứ ba.

25. Phương pháp theo điểm 17, trong đó bước phủ catôt nửa rắn lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ nhất và/hoặc bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ hai bao gồm ít nhất một trong số các quá trình đúc, phủ nhỏ giọt, ép, và ép cuộn.

26. Phương pháp theo điểm 17, trong đó bước phủ catôt nửa rắn lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ nhất và/hoặc bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ hai còn bao gồm:

bố trí khung trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ nhất, khung xác định khe hở;

bố trí vật liệu catôt nửa rắn vào trong khe hở của khung; và

lấy ra vật liệu catôt nửa rắn thừa từ khe hở.

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó khung có độ dày và độ dày của khung định rõ độ dày của vật liệu catôt nửa rắn.

28. Phương pháp theo điểm 18, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phân tích catôt nửa rắn thứ nhất, catôt nửa rắn thứ hai, và/hoặc anôt nửa rắn thứ nhất với dụng cụ không tiếp xúc.

29. Phương pháp theo điểm 28, trong đó dụng cụ không tiếp xúc là dụng cụ quang học.

30. Phương pháp theo điểm 28, trong đó dụng cụ không tiếp xúc được sử dụng để phân tích ít nhất một trong số hình thái bề mặt và tính đồng đều độ dày.

31. Phương pháp sản xuất chồng pin điện hóa, phương pháp này bao gồm các bước:

phủ anốt nửa rắn thứ nhất lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ nhất, bộ gom dòng âm thứ nhất có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ;

phủ anốt nửa rắn thứ hai lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ hai, bộ gom dòng âm thứ hai có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ;

ghép bề mặt thứ hai của bộ gom dòng âm thứ nhất với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng âm thứ hai.

32. Phương pháp theo điểm 31, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ catốt nửa rắn thứ nhất lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ nhất, bộ gom dòng dương thứ nhất có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ.

33. Phương pháp theo điểm 32, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bố trí bộ tách thứ nhất giữa catốt nửa rắn thứ nhất và anốt nửa rắn thứ nhất.

34. Phương pháp theo điểm 33, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ catốt nửa rắn thứ hai lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ hai, bộ gom dòng dương thứ hai có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ.

35. Phương pháp theo điểm 34, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bố trí bộ tách thứ hai giữa catốt nửa rắn thứ hai và anốt nửa rắn thứ hai.

36. Phương pháp theo điểm 35, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

phủ catốt nửa rắn thứ ba lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng dương thứ ba, bộ gom dòng dương thứ ba có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ; và

ghép bề mặt thứ hai của bộ gom dòng dương thứ ba với bề mặt thứ hai của bộ gom dòng dương thứ nhất.

37. Phương pháp theo điểm 36, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phủ anốt nửa rắn thứ ba lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ ba, bộ gom dòng âm thứ ba có bề mặt thứ hai, bề mặt thứ hai không được phủ.

38. Phương pháp theo điểm 37, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bố trí bộ tách thứ ba giữa catốt nửa rắn thứ ba và anốt nửa rắn thứ ba.

39. Phương pháp theo điểm 31, trong đó bước phủ anốt nửa rắn lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ nhất và/hoặc bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ hai bao

gồm ít nhất một trong số các quá trình đúc, phủ nhỏ giọt, ép, và ép cuộn.

40. Phương pháp theo điểm 31, trong đó bước phủ anôt nửa rắn lên trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ nhất và/hoặc bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ hai còn bao gồm:

bố trí khung trên bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ nhất và/hoặc bề mặt thứ nhất của bộ gom dòng âm thứ hai, khung xác định khe hở;

bố trí vật liệu anôt nửa rắn vào trong khe hở của khung; và

lấy ra vật liệu anôt nửa rắn thừa từ khe hở.

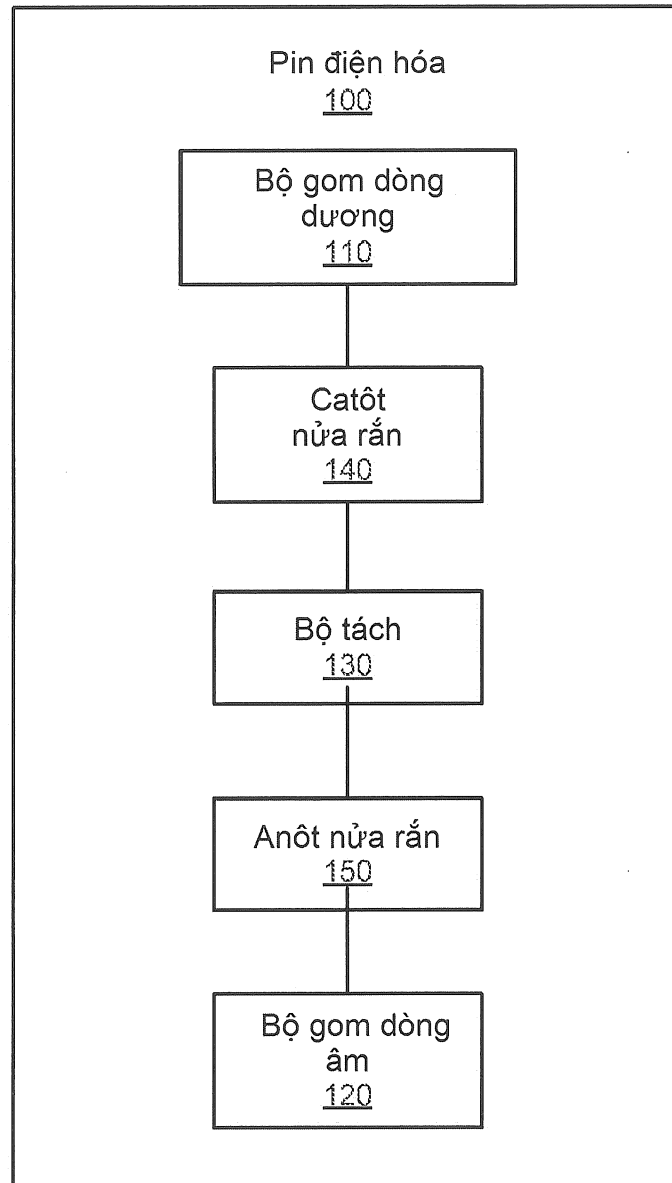
41. Phương pháp theo điểm 40, trong đó khung có độ dày và độ dày của khung định rõ độ dày của vật liệu anôt nửa rắn.

42. Phương pháp theo điểm 32, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phân tích anôt nửa rắn thứ nhất, anôt nửa rắn thứ hai, và/hoặc catôt nửa rắn thứ nhất với dụng cụ không tiếp xúc.

43. Phương pháp theo điểm 42, trong đó dụng cụ không tiếp xúc là dụng cụ quang học.

44. Phương pháp theo điểm 42, trong đó dụng cụ không tiếp xúc được sử dụng để phân tích ít nhất một trong số hình thái bề mặt và tính đồng đều độ dày.

Fig. 1



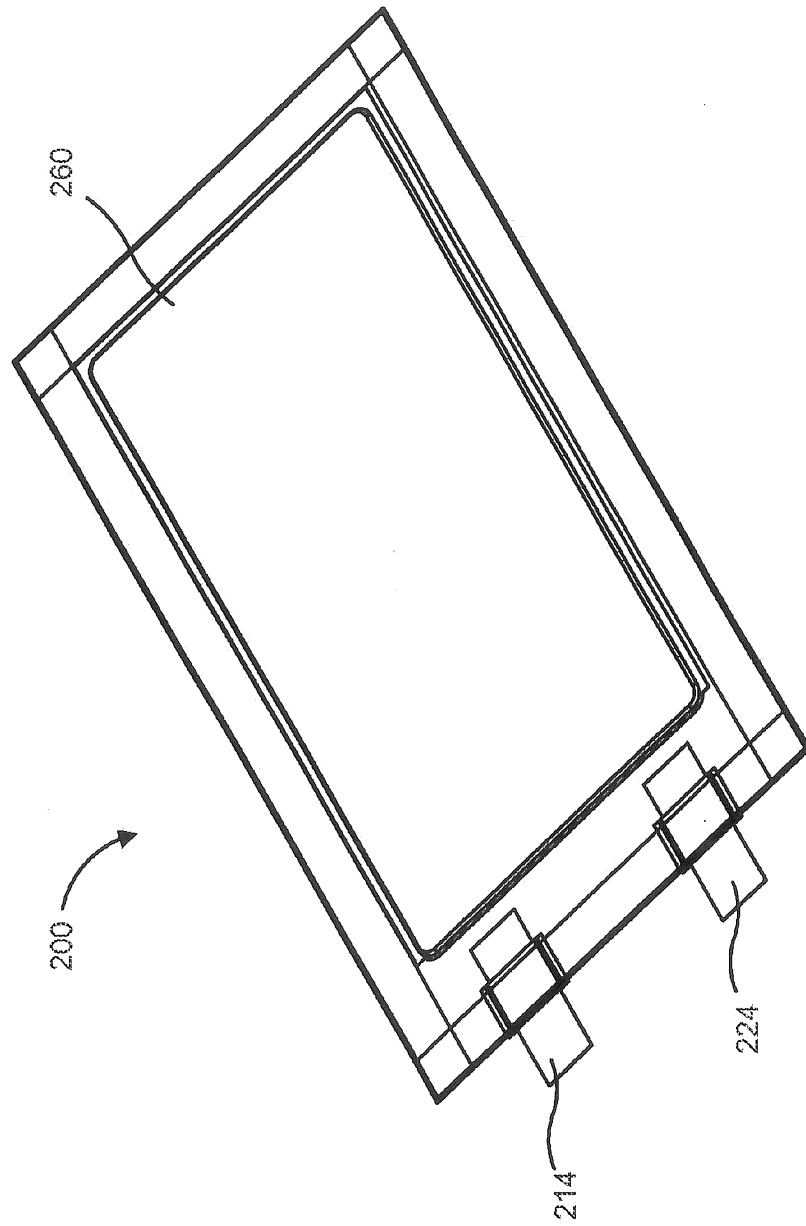


Fig. 2

Fig. 3

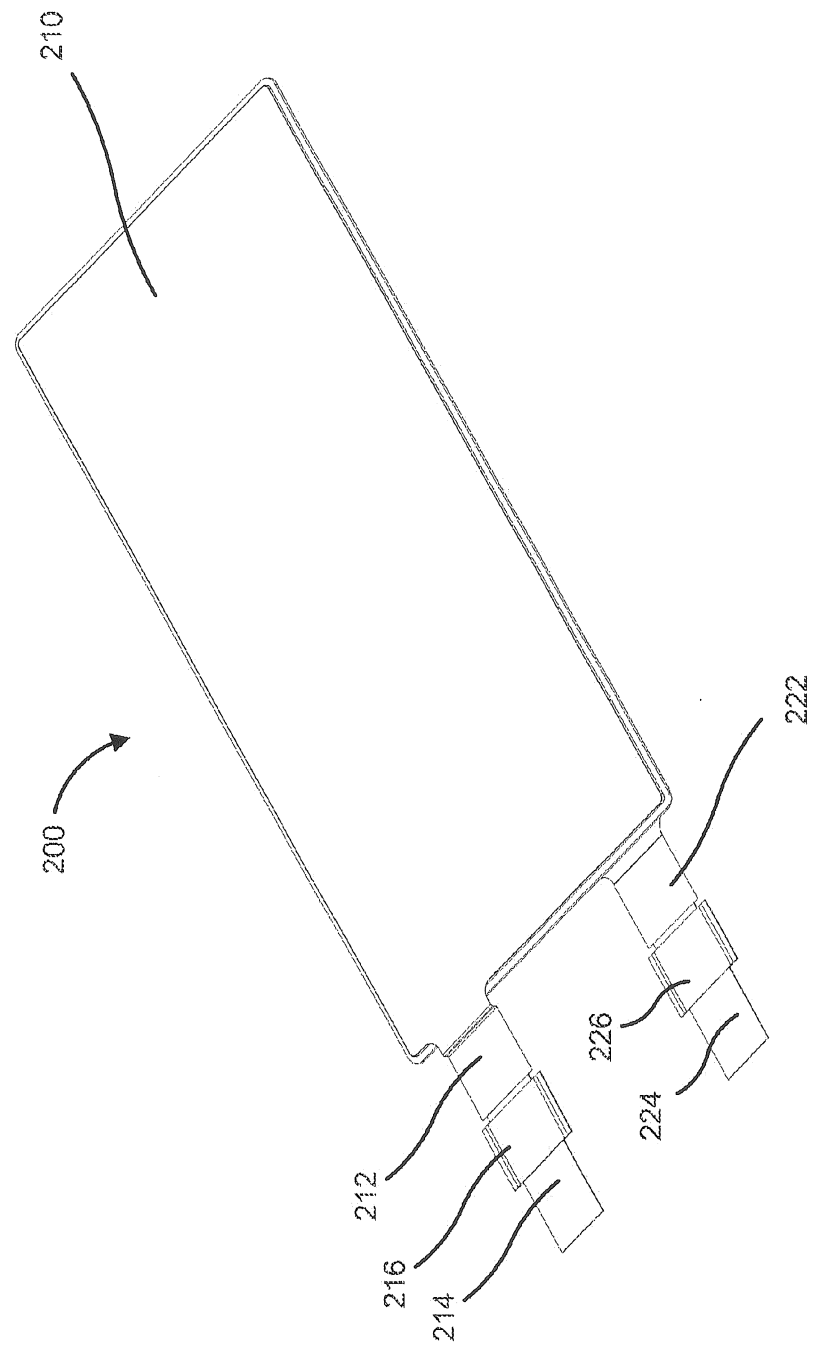


Fig. 4

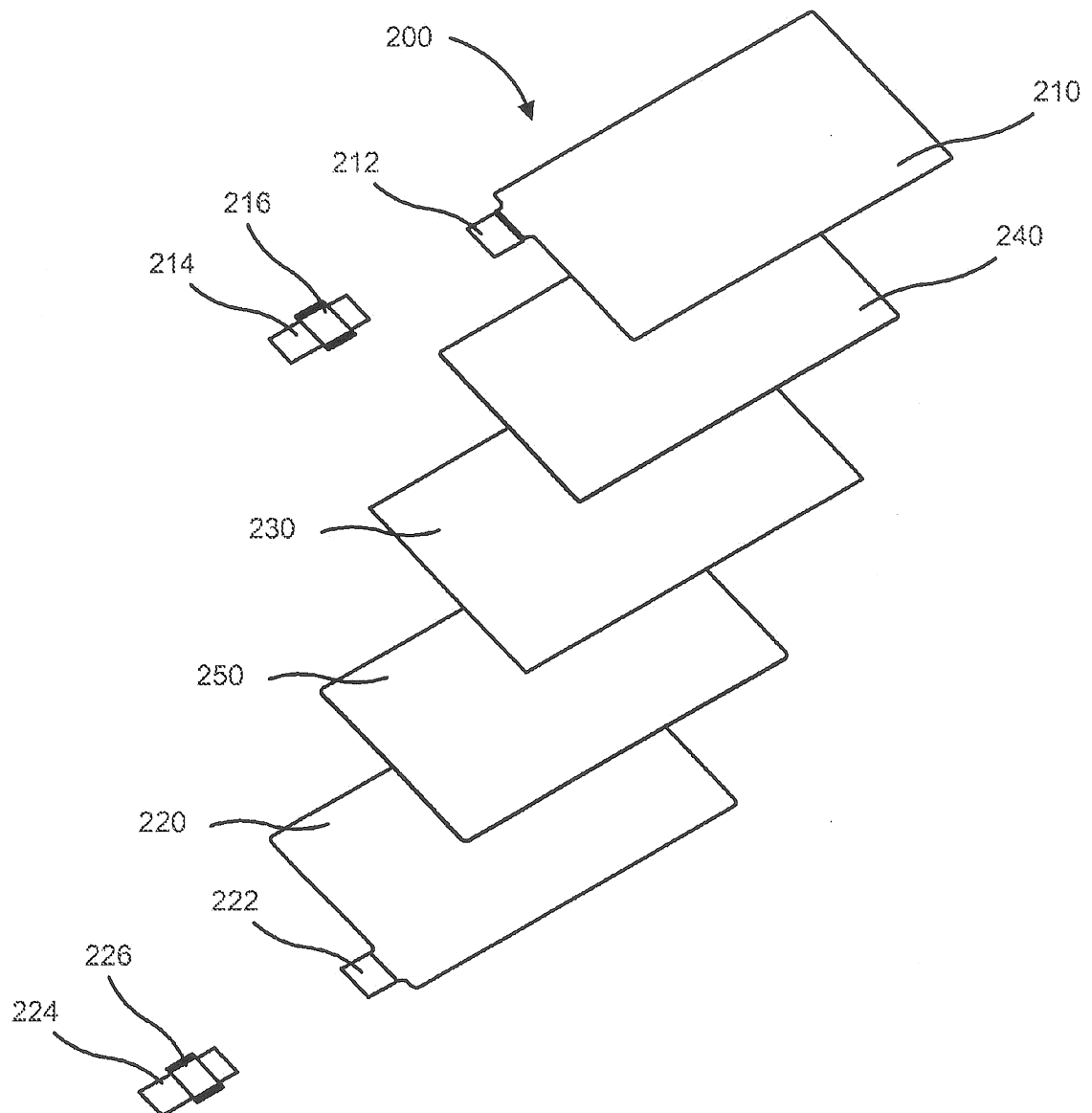
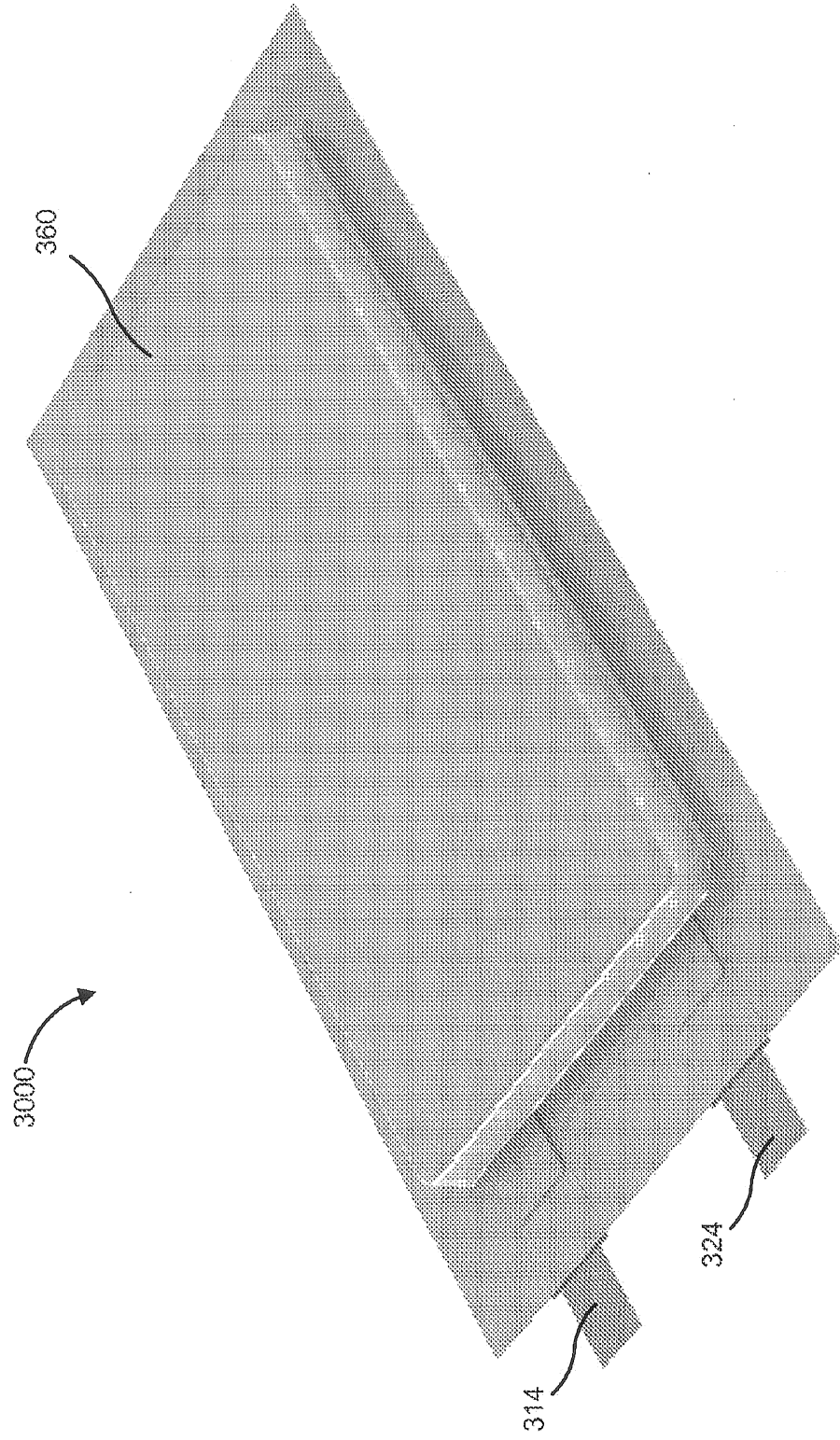


Fig. 5



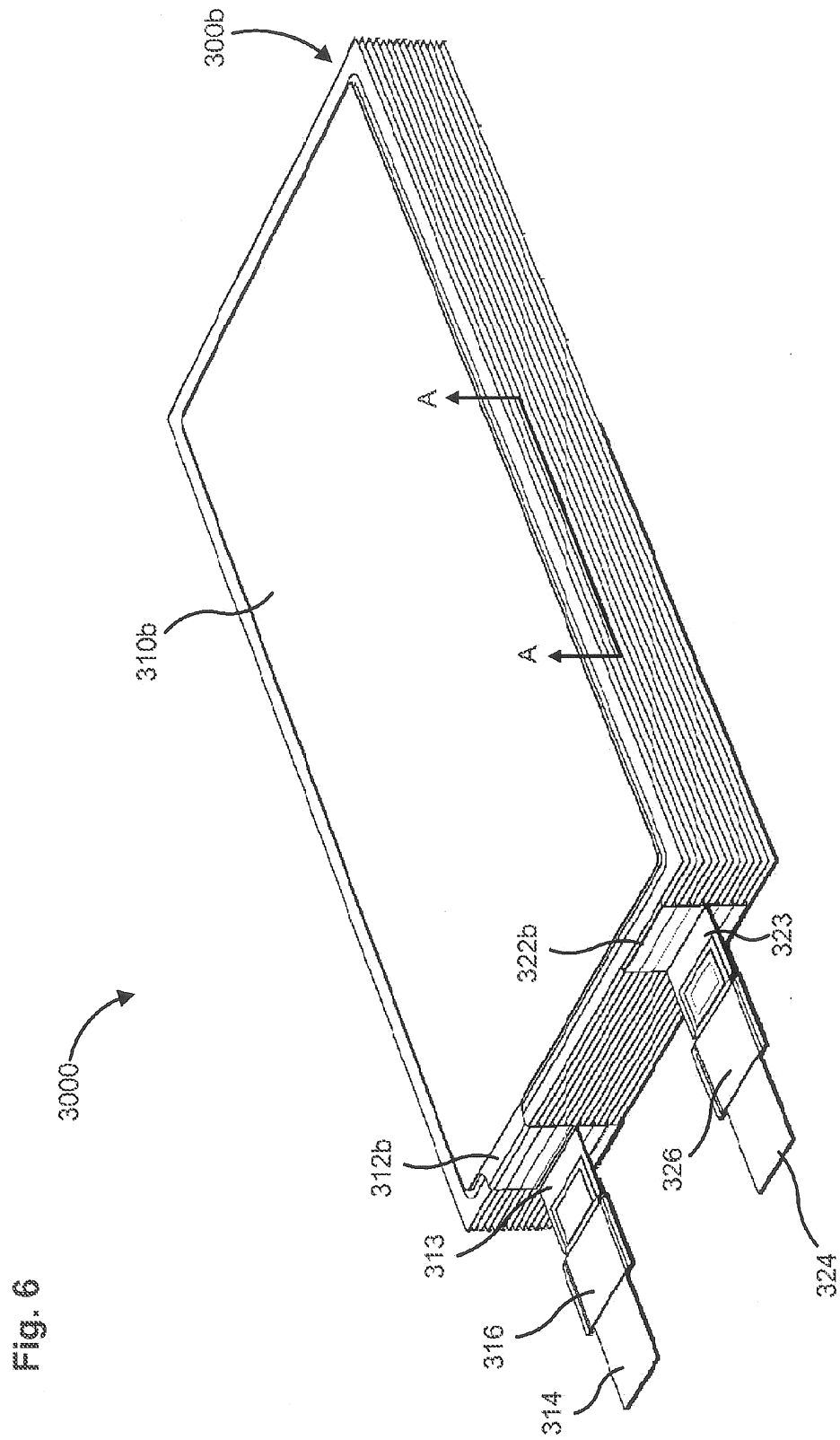


Fig. 7

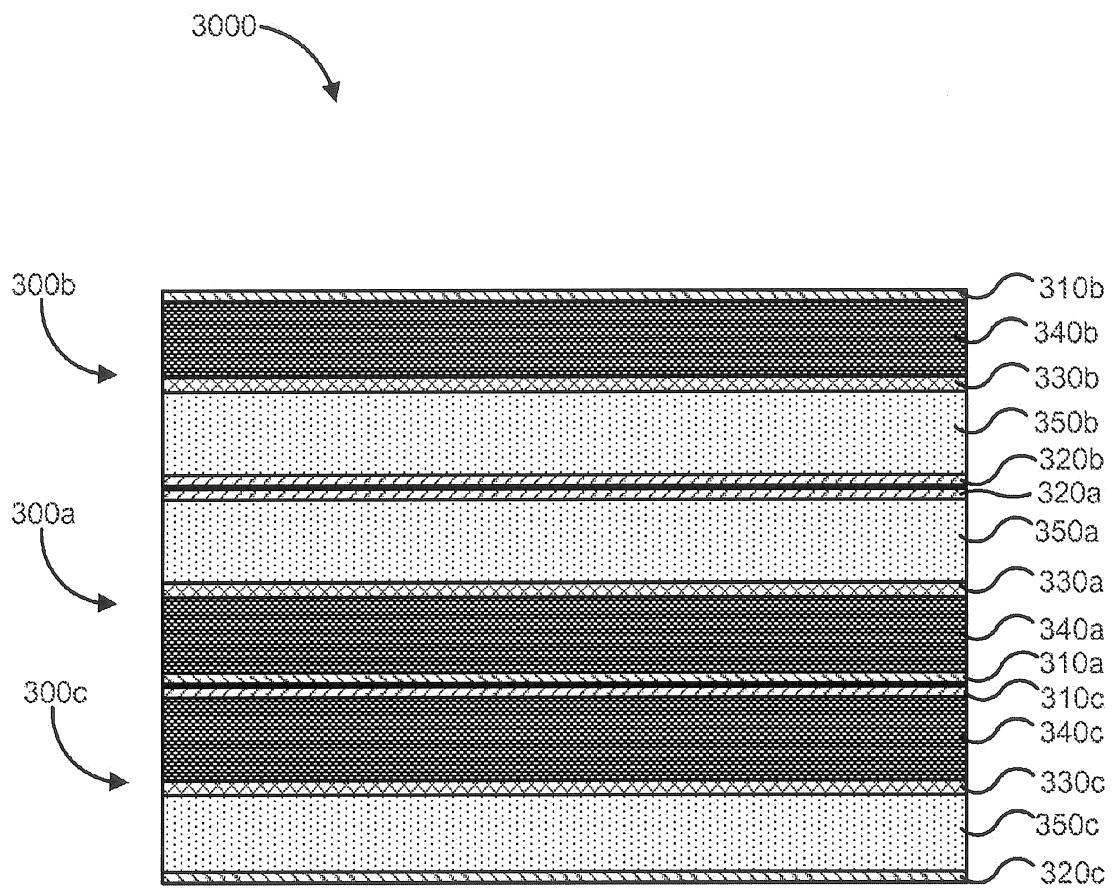


Fig. 8

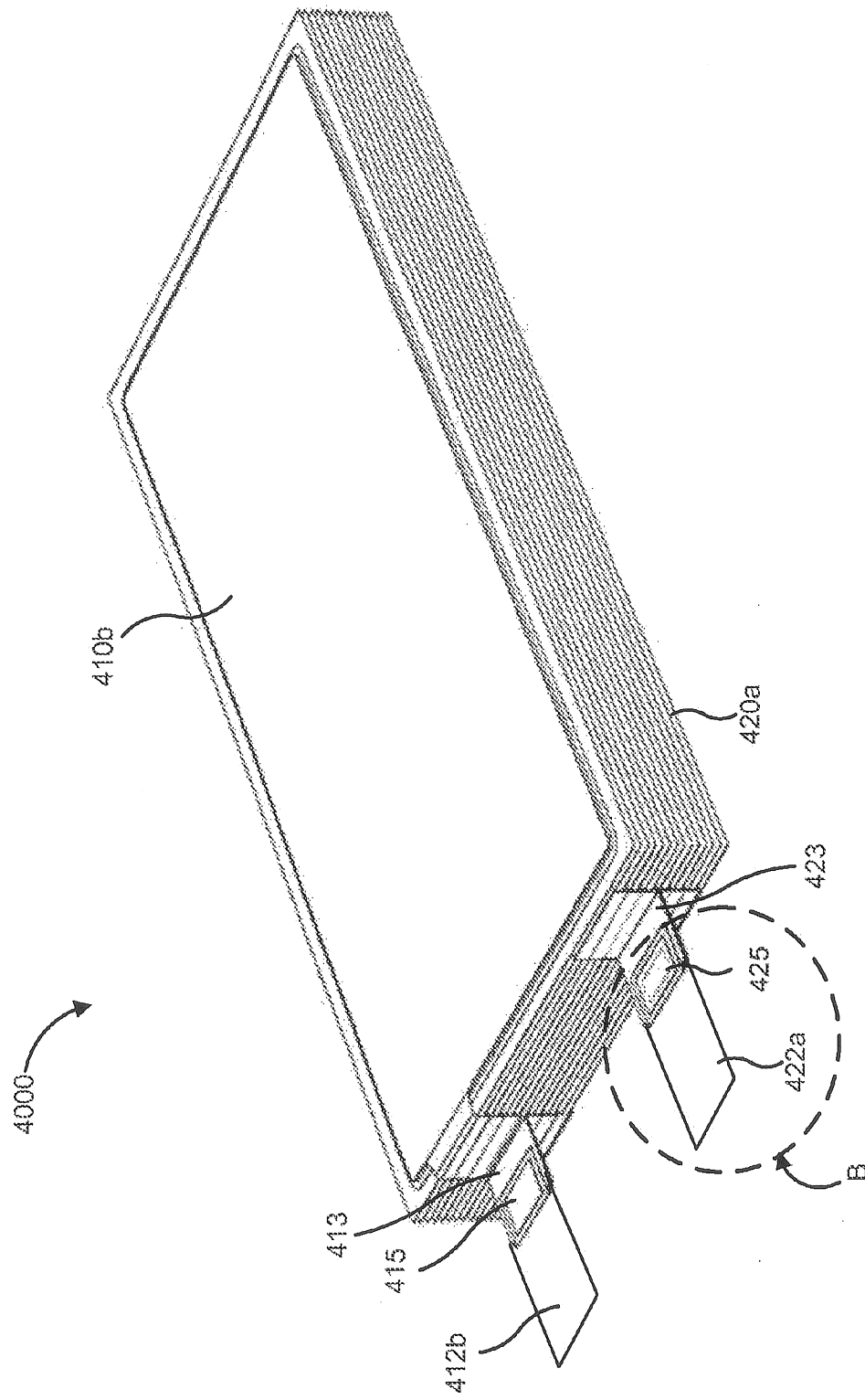


Fig. 9

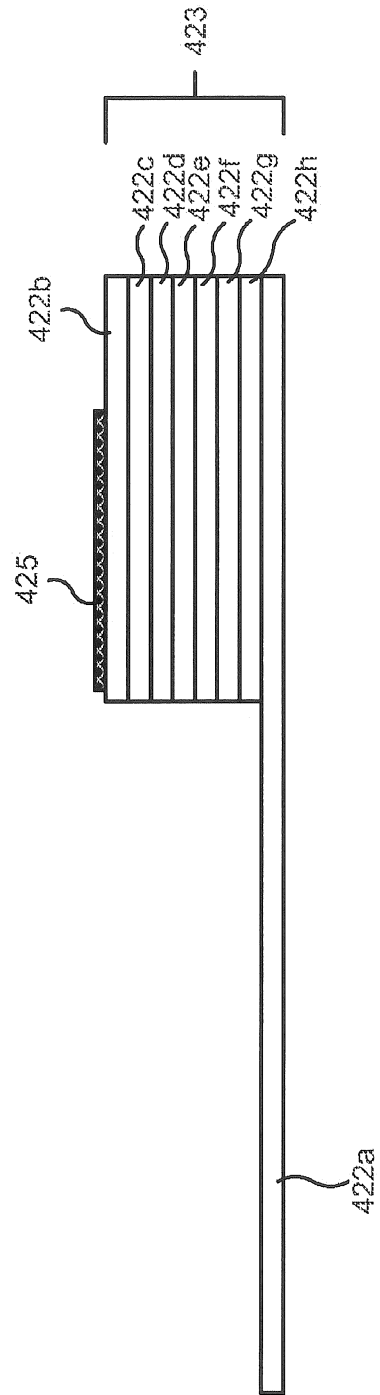


Fig. 10

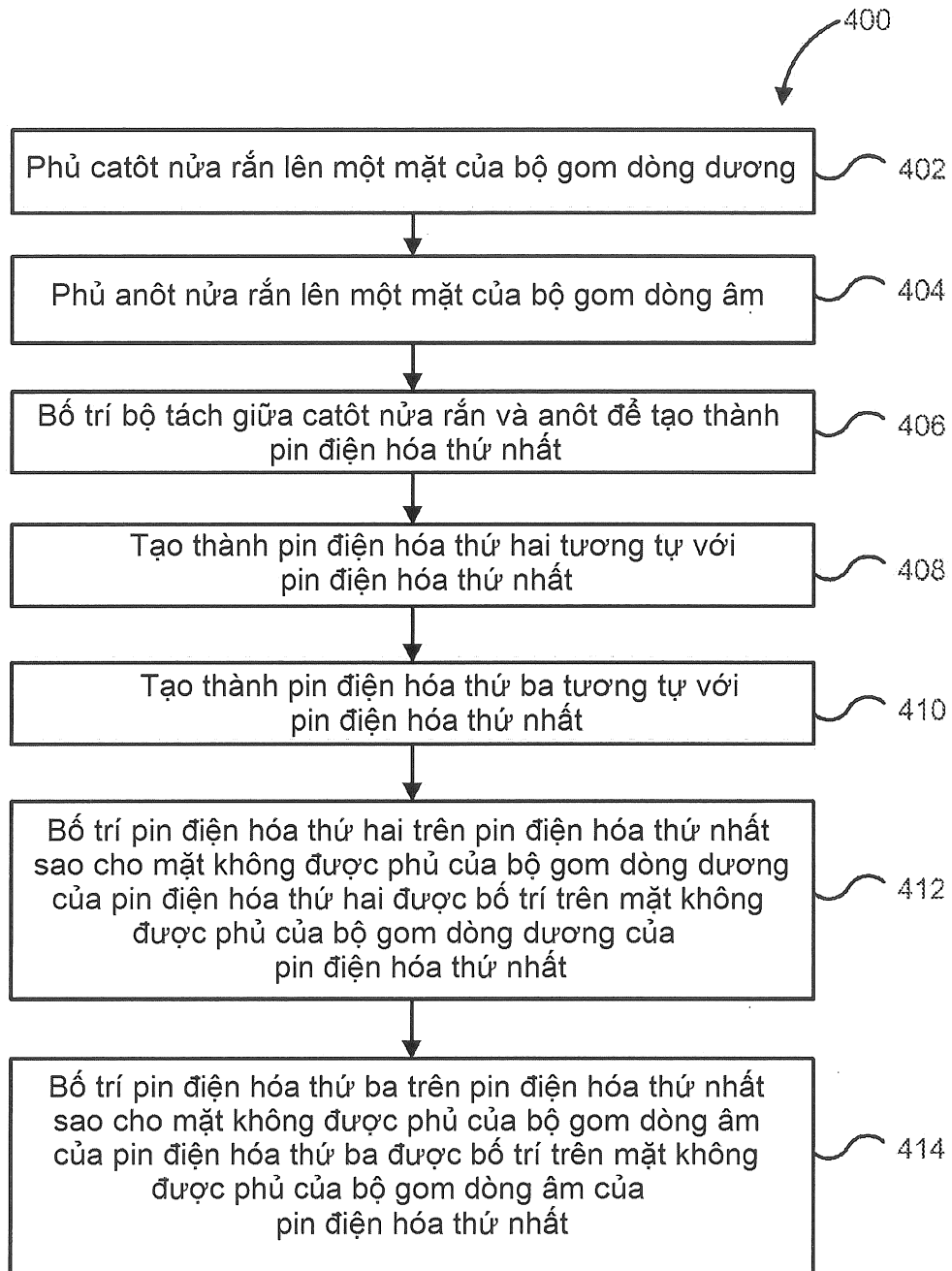


Fig. 11A

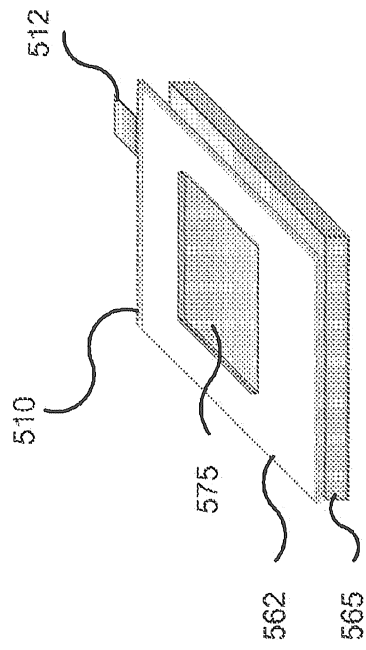


Fig. 11B

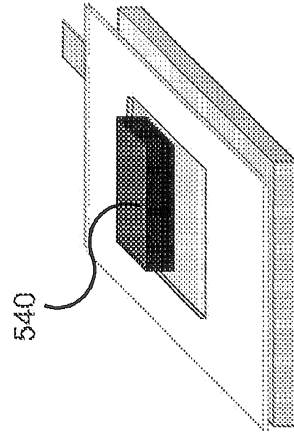


Fig. 11C

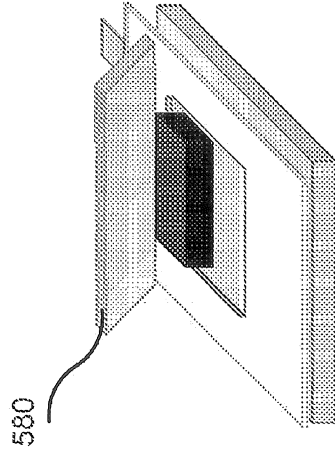


Fig. 11D

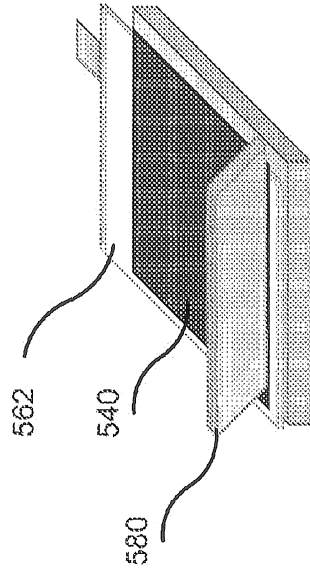


Fig. 11E

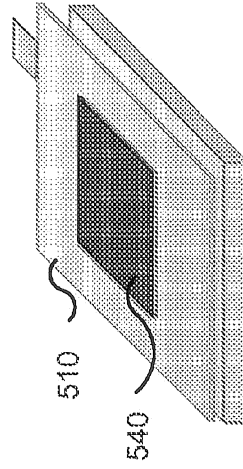


Fig. 11F

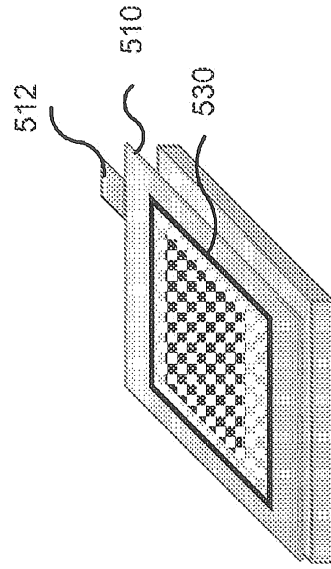


Fig. 11G

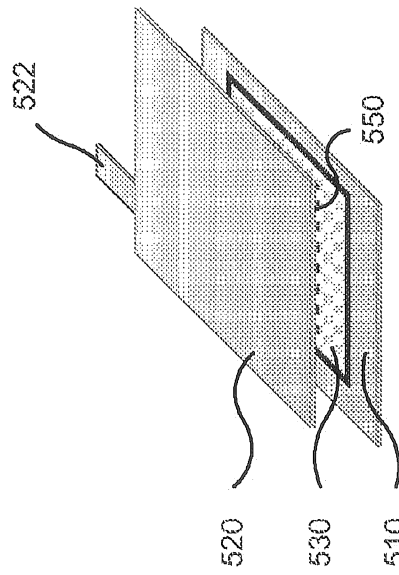


Fig. 11H

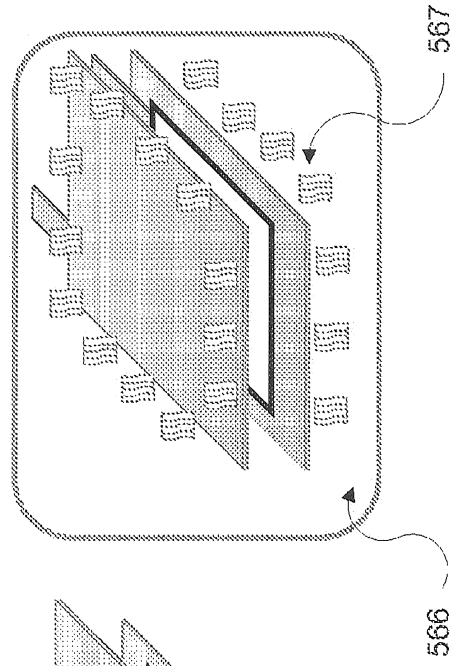


Fig. 11I

