



(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



1-0049109

(51)^{2020.01} H01M 4/04; H01M 4/38; H01M 10/04; (13) B
H01M 10/0525

(21) 1-2022-00940

(22) 19/08/2020

(86) PCT/US2020/047021 19/08/2020

(87) WO2021/041124 04/03/2021

(30) 16/549,926 23/08/2019 US

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/07/2022 412A

(73) ENEVATE CORPORATION (US)

101 Theory, Suite 200 Irvine, California 92617, United States of America

(72) Uday KASAVAJJULA (US); Benjamin PARK (US); David J. LEE (US); SungWon CHOI (US).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) PIN VÀ PHƯƠNG PHÁP TẠO THÀNH PIN

(21) 1-2022-00940

(57) Sáng chế đề cập đến các hệ thống và phương pháp cho hiệu suất cải thiện của các tế bào pin chứa anôt silic thông qua quá trình tạo thành có thể bao gồm catôt, chất điện phân và anôt chứa silic. Pin có thể được đưa vào quá trình tạo thành bao gồm một hoặc nhiều chu kỳ trong số: nạp pin ở tốc độ 1C đến 3,8 vôn hoặc lớn hơn cho đến khi dòng điện trong pin đạt đến C/20 và xả pin xuống 2,5 vôn hoặc nhỏ hơn. Pin có thể bao gồm pin lithi ion. Chất điện phân có thể bao gồm chất lỏng, chất rắn hoặc gel. Anôt có thể chứa silic lớn hơn 70%. Pin có thể được xả cho đến khi dòng điện đạt 0,2C. Pin có thể được xả ở tốc độ 1C hoặc ở tốc độ 0,2C. Pin có thể ở trong thời gian nghỉ giữa quá trình nạp và xả.

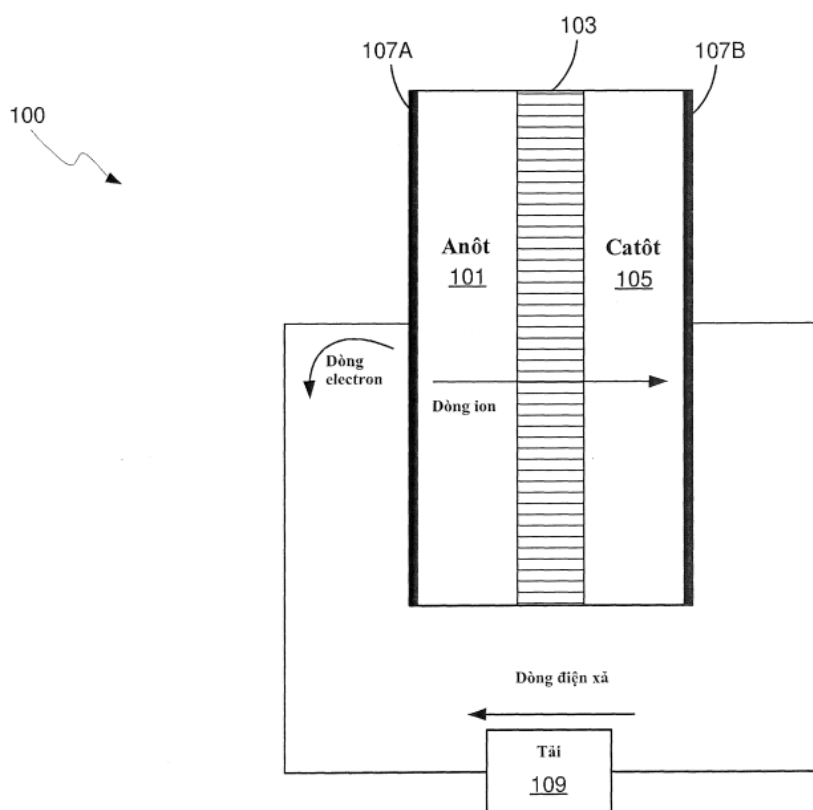


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các khía cạnh của sáng chế đề cập đến sản xuất và lưu trữ năng lượng. Cụ thể hơn, một số phương án theo sáng chế đề cập đến phương pháp và hệ thống để cải thiện hiệu suất của tế bào pin chứa anôt silic thông qua quá trình tạo thành.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp tiếp cận thông thường đối với anôt của pin có thể tồn kém, công kênh và/hoặc không hiệu quả - ví dụ, chúng có thể phức tạp và/hoặc tốn thời gian để thực hiện và có thể hạn chế tuổi thọ của pin.

Các hạn chế và nhược điểm khác của các phương pháp tiếp cận thông thường và truyền thống sẽ trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, thông qua việc so sánh các hệ thống như vậy với một số khía cạnh của sáng chế như được nêu trong phần còn lại của đơn sáng chế này có tham chiếu đến các hình vẽ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống và/hoặc phương pháp để cải thiện hiệu suất của các tế bào pin chứa anôt silic thông qua quá trình tạo thành, về cơ bản như được thể hiện trong và/hoặc được mô tả liên quan đến ít nhất một trong các hình vẽ, như được trình bày đầy đủ hơn trong các điểm yêu cầu bảo hộ.

Những ưu điểm, khía cạnh này và các ưu điểm, khía cạnh khác và các dấu hiệu kỹ thuật mới của sáng chế, cũng như các chi tiết của một phương án được minh họa của nó, sẽ được hiểu đầy đủ hơn thông qua bản mô tả và hình vẽ sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là sơ đồ của pin có catôt không chứa coban điện áp cực cao, theo một phương án ví dụ của sáng chế.

FIG. 2 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anôt silic sử dụng quá trình tạo thành thông thường, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ nhất, theo một phương án ví dụ của sáng chế.

FIG. 3 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anôt silic sử dụng quá trình tạo thành thông thường, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ hai, theo một phương án ví dụ của sáng chế.

FIG. 4 minh họa lưu đồ quá trình cho quá trình tạo thành pin có anôt silic, theo một phương án ví dụ của sáng chế.

FIG. 5 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anôt chứa silic sử dụng quá trình tạo thành mới, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ nhất, theo một phương án ví dụ của sáng chế.

FIG. 6 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anôt chứa silic sử dụng quá trình tạo thành mới, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ nhất, theo một phương án ví dụ của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

FIG. 1 là sơ đồ của pin theo một phương án ví dụ của sáng chế. Đề cập đến Fig. 1, được thể hiện là pin 100 bao gồm tám phân tách 103 được kẹp giữa anôt 101 và catôt 105, với các cực góp dòng 107A và 107B. Cũng được thể hiện là tải 109 được ghép nối với pin 100 minh họa các trường hợp khi pin 100 ở chế độ xả. Theo sáng chế này, thuật ngữ “pin” có thể được sử dụng để chỉ một tế bào pin điện hóa đơn lẻ, nhiều tế bào pin điện hóa được tạo thành một môđun và/hoặc nhiều môđun được tạo thành một khối.

Anôt 101 và catôt 105, cùng với các cực góp dòng 107A và 107B có thể bao gồm các điện cực, có thể bao gồm các tấm hoặc màng bên trong hoặc chứa vật liệu điện phân, mà các tấm có thể tạo ra tấm chắn vật lý để chứa chất điện phân cũng như tiếp xúc dẫn điện với các cấu trúc bên ngoài. Theo các phương án khác, các tấm anôt/catôt được ngâm trong chất điện phân trong khi vỏ bọc bên ngoài tạo ra ngăn chứa chất điện phân. Anôt 101 và catôt được ghép điện với các cực góp dòng 107A và 107B, bao gồm kim loại hoặc vật liệu dẫn điện khác để cung cấp sự tiếp xúc điện cho các điện cực cũng như hỗ trợ vật lý cho vật liệu hoạt động trong việc tạo thành điện cực.

Kết cấu được thể hiện trong FIG. 1 minh họa pin 100 ở chế độ xả, trong khi ở kết cấu nạp, tải 107 có thể được thay thế bằng bộ nạp để đảo ngược quá trình. Trong một loại pin, tám phân tách 103 thường là vật liệu màng, được làm bằng polyme cách điện, ví dụ, để ngăn các electron di chuyển từ anôt 101 sang catôt 105, hoặc ngược lại, trong

khi đủ rộng để cho phép các ion đi qua tấm phân tách 103. Thông thường, các vật liệu tấm phân tách 103, catôt 105 và anôt 101 được tạo thành riêng lẻ thành các tấm, màng hoặc lá phủ vật liệu hoạt động. Sau đó, các tấm của catôt, tấm phân tách và anôt được xếp chồng lên nhau tuần tự hoặc cuộn với tấm phân tách 103 phân tách giữa catôt 105 và anôt 101 để tạo thành pin 100. Theo một số phương án, tấm phân tách 103 là một tấm và thường sử dụng các phương pháp cuộn và xếp chồng trong khi sản xuất nó. Trong các phương pháp này, anôt, catôt và cực góp dòng (ví dụ, các điện cực) có thể bao gồm các màng.

Trong một trường hợp ví dụ, pin 100 có thể bao gồm chất điện phân rắn, lỏng hoặc gel. Tốt hơn là, tấm phân tách 103 không hòa tan trong các chất điện phân của pin điển hình, chẳng hạn như các chế phẩm có thể bao gồm: Etylen Cacbonat (EC), Floetylen Cacbonat (FEC), Propylen Cacbonat (PC), Dimetyl Cacbonat (DMC), Etyl Metyl Cacbonat (EMC), Dietyl Cacbonat (DEC), v.v. với LiBF_4 , LiAsF_6 , LiPF_6 , và LiClO_4 được hòa tan v.v.. Tấm phân tách 103 có thể được làm ướt hoặc ngâm bằng chất điện phân lỏng hoặc gel. Ngoài ra, theo một phương án ví dụ, tấm phân tách 103 không nóng chảy dưới nhiệt độ khoảng 100 đến 120°C và thể hiện đủ các đặc tính cơ học cho các ứng dụng pin. Pin trong quá trình hoạt động có thể trải qua sự giãn nở và co lại của anôt và/hoặc catôt. Theo một phương án ví dụ, tấm phân tách 103 có thể giãn nở và co lại ít nhất khoảng từ 5 đến 10% mà không bị hỏng, và cũng có thể dẻo.

Tấm phân tách 103 có thể đủ rộng để các ion có thể đi qua tấm phân tách sau khi làm ướt, ví dụ, bằng chất điện phân lỏng hoặc gel. Ngoài ra (hoặc cách khác), tấm phân tách có thể hấp phụ chất điện phân thông qua quá trình tạo gel hoặc quá trình khác ngay cả khi không có độ rộng đáng kể. Độ rộng của tấm phân tách 103 thường cũng không quá rộng để cho phép anôt 101 và catôt 105 chuyển các electron qua tấm phân tách 103.

Anôt 101 và catôt 105 bao gồm các điện cực cho pin 100, cung cấp các kết nối điện với thiết bị để chuyển điện tích ở trạng thái nạp và xả. Trong một trường hợp ví dụ, catôt có thể bao gồm oxit niken. Ví dụ, anôt 101 có thể bao gồm silic, cacbon hoặc tổ hợp của các vật liệu này. Các điện cực anôt điển hình bao gồm vật liệu cacbon bao gồm cực góp dòng như tấm đồng. Cacbon thường được sử dụng vì nó có đặc tính điện hóa ưu việt và cũng có tính dẫn điện. Các điện cực anôt hiện được sử dụng trong các tế bào pin lithi-ion nạp lại được thường có dung lượng riêng khoảng 200 miliampe giờ trên mỗi gam. Graphit, vật liệu hoạt động được sử dụng trong hầu hết các anôt của pin lithi

ion, có mật độ năng lượng lý thuyết là 372 miliampe giờ trên mỗi gam (mAh/g). Khi so sánh, silic có dung lượng lý thuyết cao là 4200 mAh/g. Để tăng mật độ năng lượng theo thể tích và trọng lực của pin lithi-ion, silic có thể được sử dụng làm vật liệu hoạt động cho catốt hoặc anốt. Anốt silic có thể được tạo thành từ compozit silic, ví dụ có lớn hơn 50% silic.

Trong một trường hợp ví dụ, anốt 101 và catốt 105 lưu trữ ion được sử dụng để phân tách điện tích, như lithi. Trong ví dụ này, chất điện phân mang các ion lithi mang điện tích dương từ anốt 101 đến catốt 105 ở chế độ xả, như được thể hiện trong FIG. 1, ví dụ, và ngược lại thông qua tấm phân tách 105 ở chế độ nạp. Sự di chuyển của các ion lithi tạo ra các electron tự do trong anốt 101, tạo ra điện tích ở cực góp dòng dương 107B. Sau đó dòng điện chạy từ cực góp dòng qua tải 109 đến cực góp dòng âm 107A. Tấm phân tách 103 chặn dòng electron bên trong pin 100.

Trong khi pin 100 đang xả và tạo ra dòng điện, anốt 101 giải phóng các ion lithi đến catốt 105 thông qua tấm phân tách 103, tạo ra dòng electron từ bên này sang bên kia thông qua tải được ghép nối 109. Khi pin đang được nạp, điều ngược lại xảy ra khi các ion lithi được giải phóng bởi catốt 105 và được tiếp nhận bởi anốt 101.

Vật liệu được chọn cho anốt 101 và catốt 105 rất quan trọng đối với độ tin cậy và mật độ năng lượng có thể có cho pin 100. Năng lượng, công suất, chi phí và độ an toàn của pin Li-ion hiện tại cần được cải thiện để cạnh tranh với công nghệ động cơ đốt trong (ICE) và cho phép các loại xe điện (EV) được áp dụng rộng rãi. Mật độ năng lượng cao, mật độ công suất cao và độ an toàn được cải thiện của pin lithi-ion đạt được nhờ sự phát triển của catốt dung lượng cao và điện áp cao, anốt dung lượng cao và chất điện phân không cháy về mặt chức năng với độ ổn định điện áp cao và khả năng tương hợp bề mặt chung với các điện cực. Ngoài ra, vật liệu có độc tính thấp có lợi làm vật liệu pin để giảm chi phí quy trình và tăng cường an toàn cho người tiêu dùng.

Pin nạp lại được lithi ion thường bao gồm anốt (điện cực âm), catốt (điện cực dương), tấm phân tách, chất điện phân và vỏ. Thông thường, sau khi lắp ráp, pin lithi ion trải qua một quá trình cụ thể được gọi là tạo thành, mà một quá trình nạp chậm hoặc một chuỗi hoạt động điện, nhiệt, vật lý nhất định được thực hiện đối với tế bào pin để khởi tạo tế bào pin trước khi tế bào pin được vận chuyển ra ngoài nhà máy. Cụ thể, một khía cạnh quan trọng của lần nạp thứ nhất là nó được thiết kế để tạo thành một lớp mặt

phân cách điện phân rắn có lợi (SEI) trên anốt để ngăn chặn sự khử quá mức chất điện phân trên bề mặt anốt.

Đối với pin lithi ion bao gồm graphit làm vật liệu hoạt động anốt chính, quá trình tạo thành thường bao gồm bốn bước, mặc dù nhiều cơ chế tạo thành rất kín đáo và phức tạp hơn như sau: nạp chậm đến điện áp cao hơn 3,5V để tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo thành lớp SEI trên anốt graphit, trạng thái nghỉ, xả đến một điện áp riêng hoặc để đo dung lượng của tế bào pin hoặc đến điện áp vận chuyển riêng, và cuối cùng là một trạng thái nghỉ khác. Đối với pin lithi ion có anốt graphit, bước thứ nhất của quá trình nạp chậm thường được coi là bước quan trọng nhất trong quá trình tạo thành mà cho phép hiệu suất chu kỳ và lưu trữ tốt. Tuy nhiên, đối với pin lithi ion có anốt chứa silic (đặc biệt là pin mà silic là vật liệu hoạt động duy nhất hoặc vật liệu hoạt động chính), thì quá trình tạo thành thông thường này sẽ dẫn đến hiệu suất kém trong một số điều kiện chu kỳ nhất định.

FIG. 2 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anốt silic sử dụng quá trình tạo thành thông thường, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ nhất, theo một phương án ví dụ của sáng chế. Đề cập đến Fig. 2, đã cho thấy hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với silic làm anốt, nơi tế bào pin được tạo thành bằng cách sử dụng quá trình tạo thành thông thường. Mặc dù quá trình tạo thành trong bản mô tả này là bốn chu kỳ, nhưng hầu hết các quá trình tạo thành thương mại được thực hiện trong 1 chu kỳ hoặc ít hơn. Quá trình tạo thành trong trường hợp này được thực hiện với điện áp cắt xả thấp hơn ở 3,3V. Trong mỗi chu kỳ, tế bào pin được nạp đến 4,2V ở tốc độ 1C cho đến khi dòng điện đạt đến $C/20$ và tế bào pin được xả xuống 3,3V. Tốc độ C là thước đo tốc độ mà ở đó pin được nạp hoặc xả so với dung lượng tối đa của nó. Tốc độ xả 1C có nghĩa là dòng điện xả sẽ xả dung lượng danh định của pin trong 1 giờ, do đó, đối với pin có dung lượng 100 Ampe-giờ, điều này tương đương với dòng điện xả 100 ampe trong 1 giờ. Tốc độ 5C cho pin này sẽ là 500 ampe và tốc độ $C/2$ sẽ là 50 ampe. Khoảng thời gian nghỉ trong mỗi chu kỳ bao gồm thời gian không nạp hoặc xả, tức là không tải, và có thể là bất kỳ khoảng thời gian nào mà pin đạt đến trạng thái ổn định. Thời gian ví dụ là 10 phút, 15 phút, hoặc thậm chí 30 phút hoặc lâu hơn. Trong một trường hợp khác, thời gian nghỉ có thể kéo dài vài giờ. Ít nhất 10 phút là mức tối thiểu phù hợp.

Anốt trong ví dụ này là anốt làm bằng silic, ví dụ, màng Si > 70%, catốt là NCA

trộn với phụ gia dẫn điện & PVDF, và chất điện phân là LiPF₆ được hòa tan trong hỗn hợp của các cacbonat. Để đo dung lượng xả giảm dần theo các chu kỳ, tức là vòng đời, tế bào pin được nạp và xả trong khoảng giữa 4,2V và 3,2V (trường hợp -1). Trong trường hợp này, pin lithi ion có dung lượng giảm ~ 20% sau 200 chu kỳ. Thông thường, < 20% dung lượng giảm dần sau 500-1000 chu kỳ được mong muốn cho hầu hết các ứng dụng trong thương mại.

FIG. 3 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anôt silic sử dụng quá trình tạo thành thông thường, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ hai, theo một phương án ví dụ của sáng chế. Trong trường hợp này, trường hợp-2, thiết kế tế bào pin giống như trường hợp-1. Tuy nhiên, trong trường hợp-2, pin lithi ion với anôt silic có hiện tượng độ nhất là giảm dung lượng nhanh hơn trong chu kỳ xuống còn 3,2V và phục hồi dung lượng sau mỗi 100 chu kỳ, khi tế bào pin được xả đến điện áp nhỏ hơn 3,2V.

Trong bản mô tả này cần lưu ý rằng trong cả trường hợp-1 và trường hợp-2, pin lithi ion được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V, nhưng trong trường hợp-2 có chu kỳ xả sâu hơn sau mỗi chu kỳ thứ 100 khi điện áp xả nhỏ hơn 3,2V. Những kết quả này cho thấy rằng quá trình tạo thành thông thường có thể dẫn đến sự thay đổi đáng kể về hiệu suất chu kỳ. Hiệu suất chu kỳ trong cả trường hợp-1 và trường hợp-2 thể hiện sự hỏng sớm của pin lithi ion có anôt chứa silic khi sử dụng quá trình tạo thành thông thường. Hiệu suất này là không thể chấp nhận được trong các ứng dụng thực tế vì nó có thể dẫn đến lỗi hoạt động của sản phẩm cuối cùng.

FIG. 4 minh họa lưu đồ quá trình cho quá trình tạo thành đối với pin có anôt silic, theo một phương án ví dụ của sáng chế. Trong một trường hợp ví dụ, catôt có thể bao gồm oxit chứa niken. Đề cập đến Fig. 4, quá trình bắt đầu ở bước 401, trong đó pin được lắp ráp với anôt, catôt, tấm phân tách, chất điện phân và vỏ. Như đã đề cập ở trên, thuật ngữ “pin” có thể được sử dụng để chỉ một tế bào pin điện hóa đơn lẻ, nhiều tế bào pin điện hóa được tạo thành một môđun và/hoặc nhiều môđun được tạo thành một khối.

Quá trình tiếp tục ở bước 403 trong đó pin được nạp cao hơn một điện áp/ điện tích nhất định, tiếp theo là bước 405 trong đó pin được đặt ở trạng thái nghỉ không nạp hoặc xả trong một khoảng thời gian, trước khi tiếp tục bước 407 khi pin được xả dưới điện áp ngưỡng. Nếu, trong bước 409, chu kỳ này là chu kỳ cuối cùng, thì quá trình kết

thức với bước kết thúc 411, nhưng nếu có lớn hơn một chu kỳ, thì quá trình này sẽ quay lại bước 403 cho một chu kỳ nạp/nghi/xả khác. Bảng 1 minh họa các trình tự tạo thành khác nhau có thể được sử dụng cho pin anôt silic, trong đó phần còn lại được sử dụng giữa mỗi bước trong số các bước nạp/xả. Chủ đề chính của quá trình là tất cả các trình tự buộc tế bào pin phải xả đến trạng thái xả hoàn toàn một cách cơ bản (ví dụ, 2,5V hoặc cũng vậy trong hệ thống dựa trên catôt niken).

Bảng 1. Các phương pháp tạo thành để ngăn chặn sự hỏng sớm của pin lithi ion anôt silic.

Số chu kỳ	Nạp	Xả
1	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,5V
2	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,5V
3	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,5V
1	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,5V cho đến khi dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 2,5V
2	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,5V cho đến khi dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 2,5V
3	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,5V cho đến khi dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 2,5V
1	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,0V
2	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,0V
3	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,0V
1	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt	1C đến 2,0V cho đến khi

	đến C/20	dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 2,0V
2	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,0V cho đến khi dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 2,0V
3	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 2,0V cho đến khi dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 2,0V
3	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 1,1V cho đến khi dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 1,1V
1	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến 0,5V cho đến khi dòng điện đạt 0,2C hoặc 0,2C đến 0,5V
1	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến X% dung lượng nạp trong đó $0,77 \leq X \leq 0,99$
2	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến X% dung lượng nạp trong đó $0,77 \leq X \leq 0,99$
3	1C đến 4,2V cho đến khi dòng điện đạt đến C/20	1C đến X% dung lượng nạp trong đó $0,77 \leq X \leq 0,99$

Một khía cạnh của chu kỳ nạp/nghi/xả ở trên là tế bào pin có thể được nạp vượt quá một lượng nhất định và sau đó được xả hoàn toàn vượt quá một lượng nhất định để loại bỏ lithi khỏi silic trước chu kỳ. Số lượng được nạp và xả có thể tương ứng với điện áp. Điện áp nạp có thể phải cao hơn 3,8V, 4,0V hoặc 4,1V. Điện áp xả có thể phải thấp hơn 2,5V. Dung lượng nạp có thể phải cao hơn 80% tổng dung lượng có thể đảo ngược của tế bào pin và công suất xả có thể phải thấp hơn 23% dung lượng còn lại.

FIG. 5 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anốt chứa silic sử dụng quá trình tạo thành mới, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ nhất, theo một phương án ví dụ của sáng chế. Đề cập đến Fig. 5, có các biểu đồ thể hiện dung lượng xả so với số chu kỳ. Các biểu đồ cho thấy hiệu suất chu kỳ được cải thiện của pin

lithi ion với anôt chứa silic cho trường hợp chu kỳ-1, khi các phương pháp tạo thành mới được mô tả ở trên được sử dụng. Trong quá trình tạo thành thông thường, pin anôt chứa silic giảm 20% dung lượng xả sau khoảng 200 chu kỳ. Tuy nhiên, với các chu kỳ tạo thành được cải thiện được mô tả trong FIG. 4, pin kéo dài hơn 750 chu kỳ trước khi giảm 20% dung lượng. Điều này tương ứng với sự cải thiện 275% trong vòng đời chu kỳ.

FIG. 6 minh họa hiệu suất chu kỳ của pin lithi ion với anôt chứa silic sử dụng quá trình tạo thành mới, được tạo chu kỳ giữa 4,2V và 3,2V và trường hợp chu kỳ thứ nhất, theo một phương án ví dụ của sáng chế. Đề cập đến FIG. 6, có các biểu đồ thể hiện dung lượng xả so với số chu kỳ. FIG. 6 cho thấy hiệu suất chu kỳ được cải thiện của pin lithi ion với anôt chứa silic cho trường hợp chu kỳ-2, khi các phương pháp tạo thành mới được mô tả trong FIG. 4 được sử dụng. Trong một trường hợp ví dụ, catôt có thể chứa oxit chứa niken. Khi các phương pháp tạo thành mới được sử dụng, hiện tượng giảm dung lượng nhanh hơn và phục hồi dung lượng được loại bỏ. So sánh các FIG. 5 và 6, có thể hiểu rằng sự thay đổi về hiệu suất chu kỳ giữa trường hợp-1 và trường hợp-2 được giảm đáng kể bằng cách sử dụng các phương pháp tạo thành mới được mô tả trong sáng chế này.

Theo một phương án ví dụ của sáng chế, phương pháp và hệ thống được mô tả cho hiệu suất cải thiện của tế bào pin chứa anôt silic thông qua quá trình tạo thành. Hệ thống có thể bao gồm catôt, chất điện phân và anôt chứa silic, trong đó pin được đưa vào quá trình tạo thành bao gồm một hoặc nhiều chu kỳ trong số: nạp pin ở tốc độ 1C đến 3,8 vôn hoặc lớn hơn cho đến khi dòng điện trong pin đạt đến $C/20$ và xả pin xuống 2,5 vôn hoặc nhỏ hơn. Pin có thể bao gồm pin lithi ion. Chất điện phân có thể bao gồm chất lỏng, chất rắn hoặc gel. Anôt có thể chứa silic lớn hơn 70%. Pin có thể được xả cho đến khi dòng điện đạt 0,2C. Pin có thể được xả ở tốc độ 1C. Pin có thể được xả ở tốc độ 0,2C. Pin có thể đang trong thời gian nghỉ giữa quá trình nạp và xả.

Theo một phương án ví dụ, phương pháp và hệ thống được mô tả cho hiệu suất cải thiện của tế bào pin chứa anôt silic thông qua quá trình tạo thành. Phương pháp này có thể bao gồm, trong pin bao gồm anôt, catôt và chất điện phân, với anôt chứa silic, nạp pin ở tốc độ 1C đến 4,2 vôn hoặc lớn hơn cho đến khi dòng điện trong pin đạt đến $C/20$ và xả pin ở tốc độ 1C đến X phần trăm dung lượng nạp trong đó X nằm trong khoảng từ 0,77 đến 0,99. Pin có thể bao gồm pin lithi ion. Chất điện phân có thể bao

gồm chất lỏng, chất rắn hoặc gel. Anôt có thể chứa silic lớn hơn 70%.

Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “mạch” và “hệ mạch” đề cập đến các linh kiện điện tử vật lý (tức là phần cứng) và phần mềm và/hoặc phần sụn bất kỳ (“mã”) nào có thể tạo cấu hình phần cứng, được thực thi bởi phần cứng và hoặc cách khác được liên kết với phần cứng. Ví dụ, như được sử dụng trong bản mô tả này, bộ xử lý và bộ nhớ cụ thể có thể bao gồm “mạch” thứ nhất khi thực thi một hoặc nhiều dòng mã thứ nhất và có thể bao gồm “mạch” thứ hai khi thực thi một hoặc nhiều dòng mã thứ hai. Như được sử dụng trong bản mô tả này, “và/hoặc” có nghĩa là bất kỳ một hoặc nhiều mục trong số các mục trong danh sách được nêu bởi “và/hoặc”. Là ví dụ, “x và/hoặc y” có nghĩa là phần tử bất kỳ của bộ ba phần tử $\{(x), (y), (x, y)\}$. Nói cách khác, “x và/hoặc y” có nghĩa là “một hoặc cả hai trong số x và y”. Là ví dụ khác, “x, y và/hoặc z” có nghĩa là phần tử bất kỳ của bộ bảy phần tử $\{(x), (y), (z), (x, y), (x, z), (y, z), (x, y, z)\}$. Nói cách khác, “x, y và/hoặc z” có nghĩa là “một hoặc nhiều trong số x, y và z”. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “ví dụ” có nghĩa là một ví dụ, thí dụ hoặc minh họa không giới hạn. Như được sử dụng trong bản mô tả này, các thuật ngữ “ví dụ” và “ví dụ” chỉ ra danh sách một hoặc nhiều ví dụ, thí dụ hoặc minh họa không giới hạn. Như được sử dụng trong bản mô tả này, hệ mạch hoặc thiết bị “có thể hoạt động” để thực hiện một chức năng bất cứ khi nào mạch hoặc thiết bị bao gồm phần cứng và mã cần thiết (nếu có là cần thiết) để thực hiện chức năng, bất kể hiệu suất của chức năng được vô hiệu hóa hay được kích hoạt (ví dụ, theo cài đặt tạo cấu hình được bởi người dùng, vi chỉnh gốc, v.v.).

Mặc dù sáng chế đã được mô tả ở trên theo các phương án cụ thể, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu rằng có thể thực hiện các thay đổi và nội dung tương đương khác nhau mà không rời khỏi phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, nhiều cải biến có thể được thực hiện để điều chỉnh một trường hợp hoặc tài liệu cụ thể cho các bộ tộc của sáng chế mà không rời khỏi phạm vi của sáng chế. Do đó, có mục đích là sáng chế không bị giới hạn ở phương án cụ thể được bộc lộ, mà sáng chế sẽ bao gồm tất cả các phương án nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Pin, pin này bao gồm:

catôt chứa niken, chất điện phân và anôt chứa silic, trong đó anôt chứa silic lớn hơn 50%, với pin được đưa vào quá trình tạo thành bao gồm một hoặc nhiều chu kỳ trong số các bước sau:

nạp pin ở tốc độ 1C đến ít nhất một ngưỡng nạp tạo thành là 3,8 vôn hoặc lớn hơn cho đến khi dòng điện trong pin đạt đến $C/20$; và

xả pin đến ít nhất một ngưỡng xả tạo thành là 2,5 vôn hoặc nhỏ hơn, trong đó ngưỡng xả tạo thành thấp hơn ngưỡng xả được sử dụng trong quá trình hoạt động bình thường của pin.

2. Pin theo điểm 1, trong đó pin này bao gồm pin lithi ion.

3. Pin theo điểm 1, trong đó chất điện phân bao gồm chất lỏng, chất rắn, hoặc gel.

4. Pin theo điểm 1, trong đó anôt chứa silic lớn hơn 70%.

5. Pin theo điểm 1, trong đó pin được xả cho đến khi dòng điện đạt đến 0,2C.

6. Pin theo điểm 1, trong đó pin được xả ở tốc độ 1C.

7. Pin theo điểm 1, trong đó pin được xả ở tốc độ 0,2C.

8. Pin theo điểm 1, trong đó pin ở trong khoảng thời gian nghỉ giữa quá trình nạp và xả.

9. Phương pháp tạo thành pin, phương pháp này bao gồm:

bước đưa pin bao gồm anôt, catôt chứa oxit niken, và chất điện phân vào quá trình tạo thành, anôt chứa silic lớn hơn 50%, trong đó quá trình tạo thành bao gồm, cho ít nhất một chu kỳ:

nạp pin ở tốc độ 1C đến ít nhất một ngưỡng nạp tạo thành là 3,8 vôn hoặc lớn hơn cho đến khi dòng điện trong pin đạt đến $C/20$; và

xả pin đến ít nhất một ngưỡng xả tạo thành nhỏ hơn 2,5 vôn, trong đó ngưỡng xả tạo thành nhỏ hơn ngưỡng xả được sử dụng trong quá trình hoạt động bình thường của pin.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó pin này bao gồm pin lithi ion.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó chất điện phân bao gồm chất lỏng, chất rắn, hoặc

gel.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó anôt chứa silic lớn hơn 70%.
13. Phương pháp theo điểm 9, trong đó pin được xả cho đến khi dòng điện đạt đến 0,2C.
14. Phương pháp theo điểm 9, trong đó pin được xả ở tốc độ 1C.
15. Phương pháp theo điểm 9, trong đó pin được xả ở tốc độ 0,2C.
16. Phương pháp theo điểm 9, trong đó pin ở trong khoảng thời gian nghỉ giữa quá trình nạp và xả.
17. Phương pháp tạo thành pin, phương pháp này bao gồm:

bước đưa pin bao gồm anôt, catôt chứa oxit niken, và chất điện phân vào quá trình tạo thành, anôt chứa silic lớn hơn 50%, trong đó quá trình tạo thành bao gồm, cho ít nhất một chu kỳ:

nạp pin ở tốc độ 1C đến 3,8 vôn hoặc lớn hơn cho đến khi dòng điện trong pin đạt đến $C/20$; và

xả pin ở tốc độ 1C đến X phần trăm dung lượng nạp trong đó X nằm trong khoảng từ 0,77 đến 0,99.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó pin này bao gồm pin lithi ion.
19. Phương pháp theo điểm 17, trong đó chất điện phân bao gồm chất lỏng, chất rắn, hoặc gel.
20. Phương pháp theo điểm 17, trong đó anôt chứa silic lớn hơn 70%.

1/6

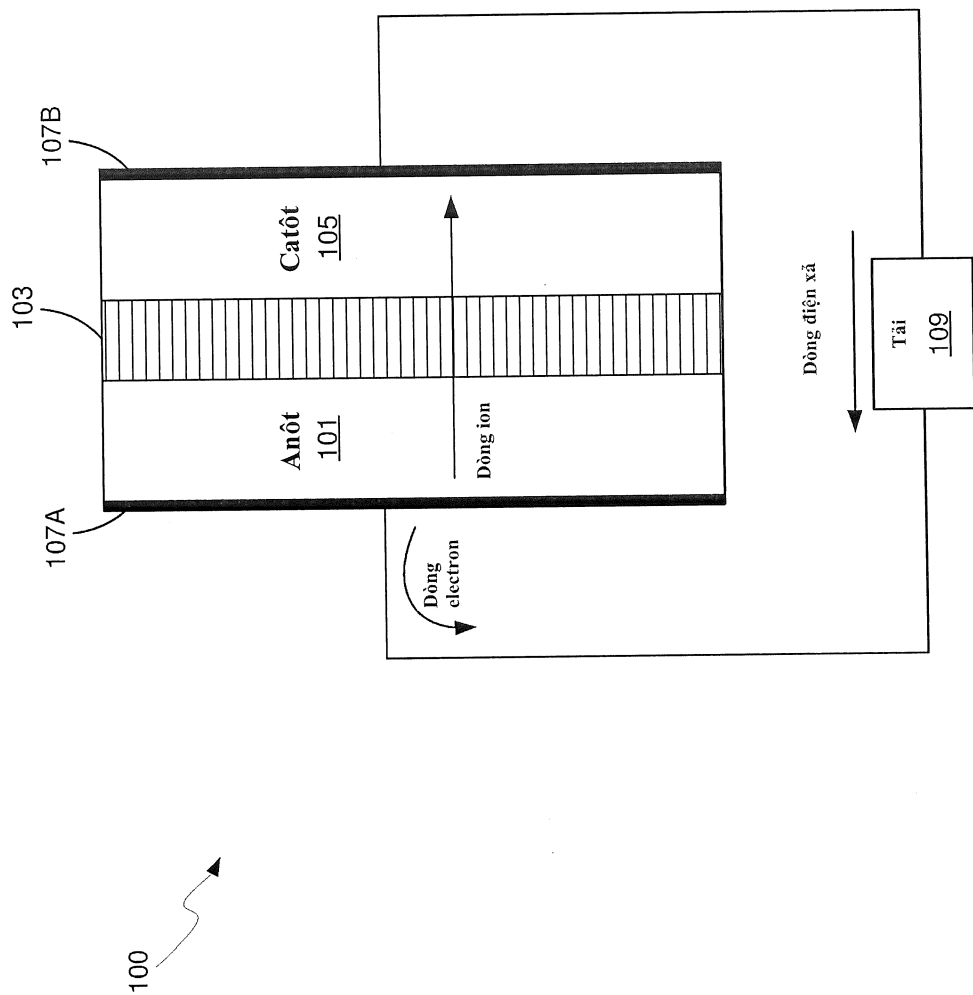


FIG. 1

2/6

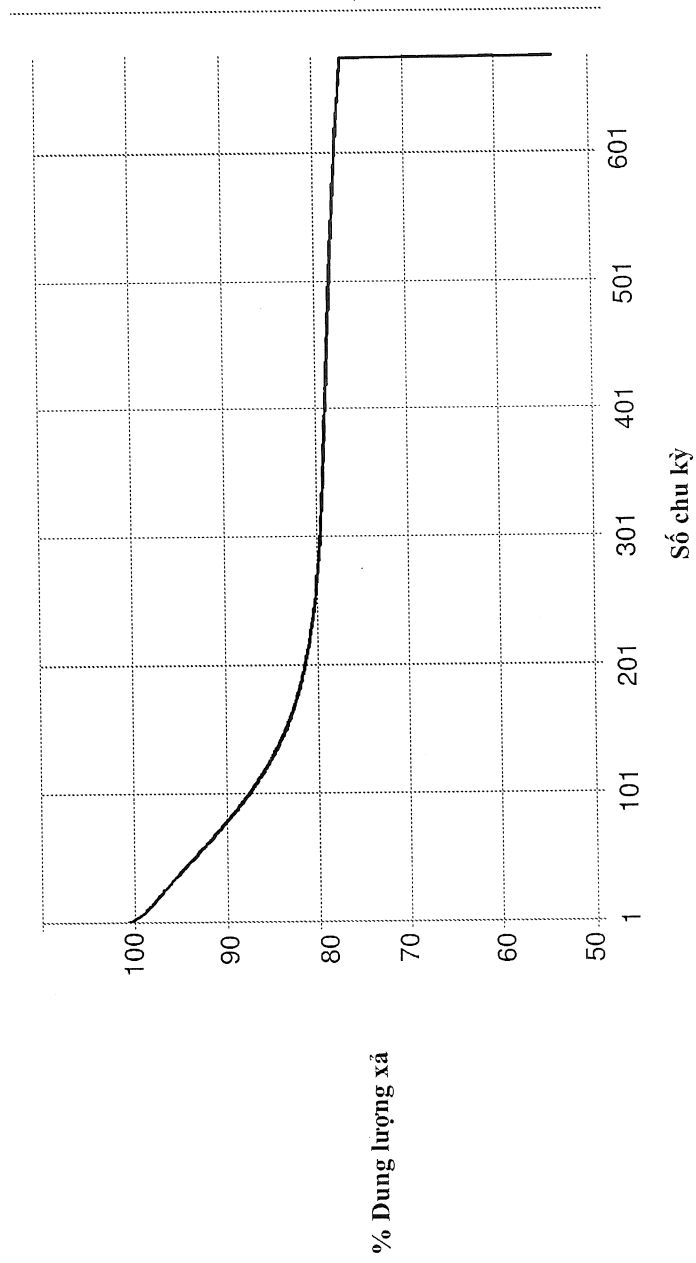


FIG. 2

3/6

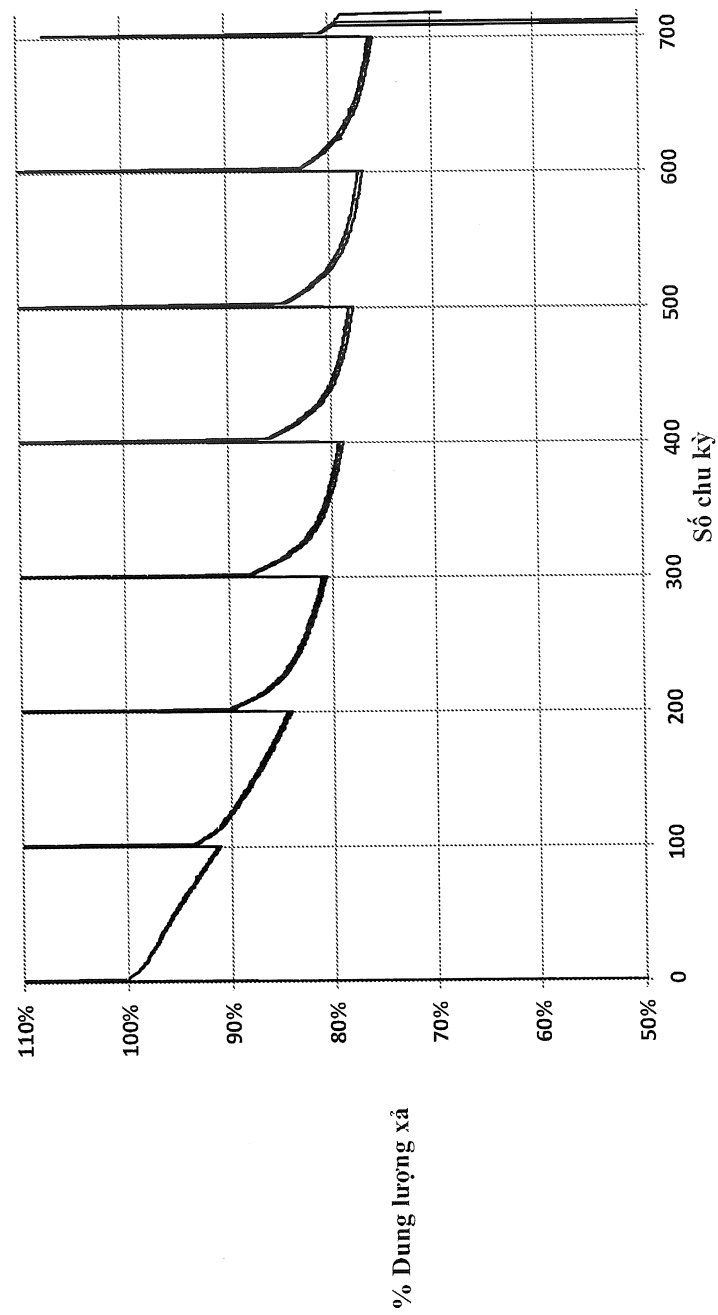


FIG. 3

4/6

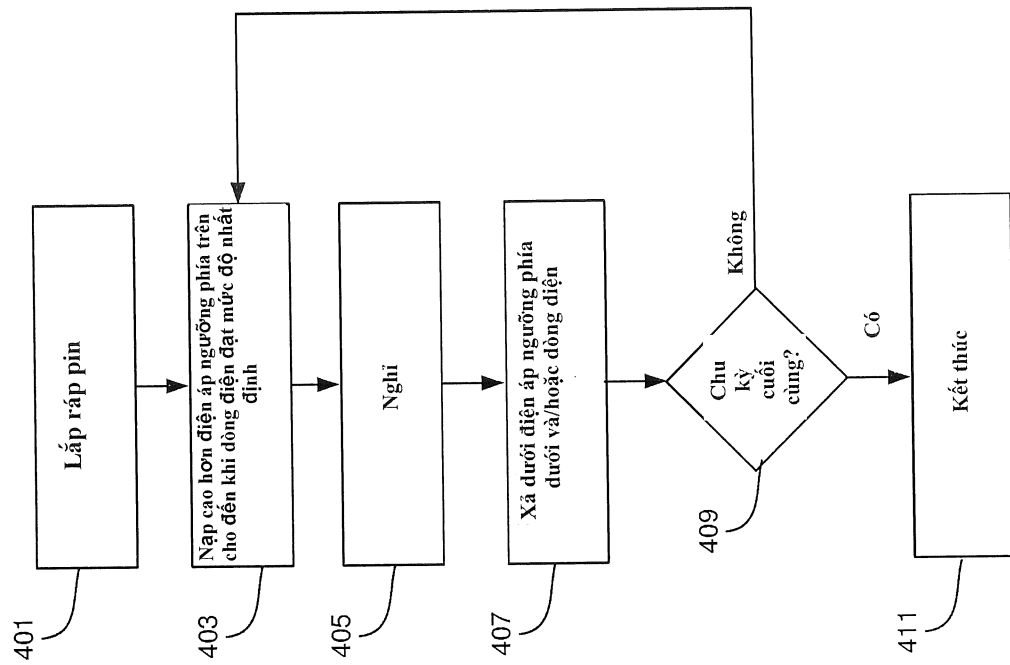
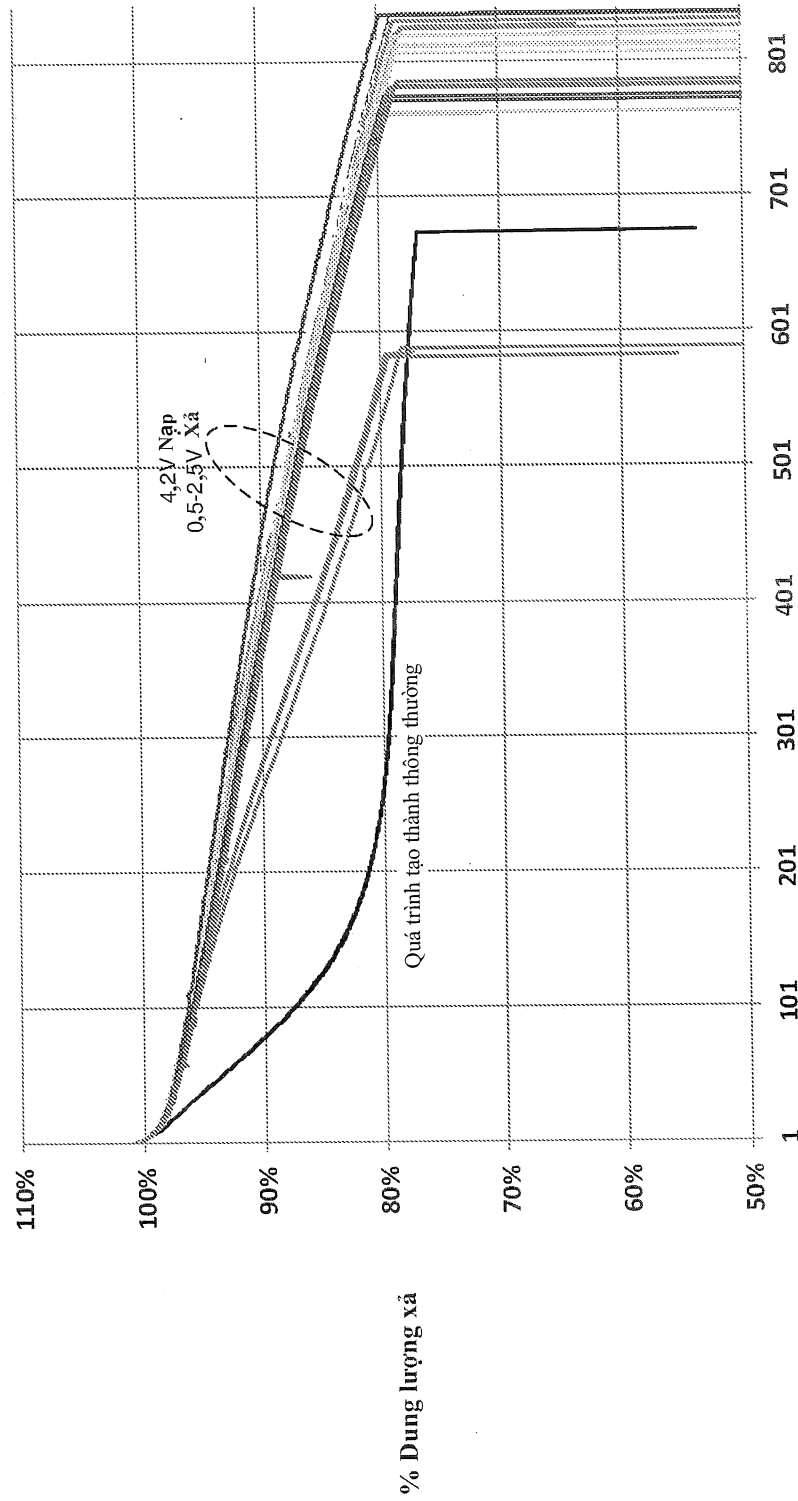


FIG. 4

5/6



Số chu kỳ

FIG. 5

6/6

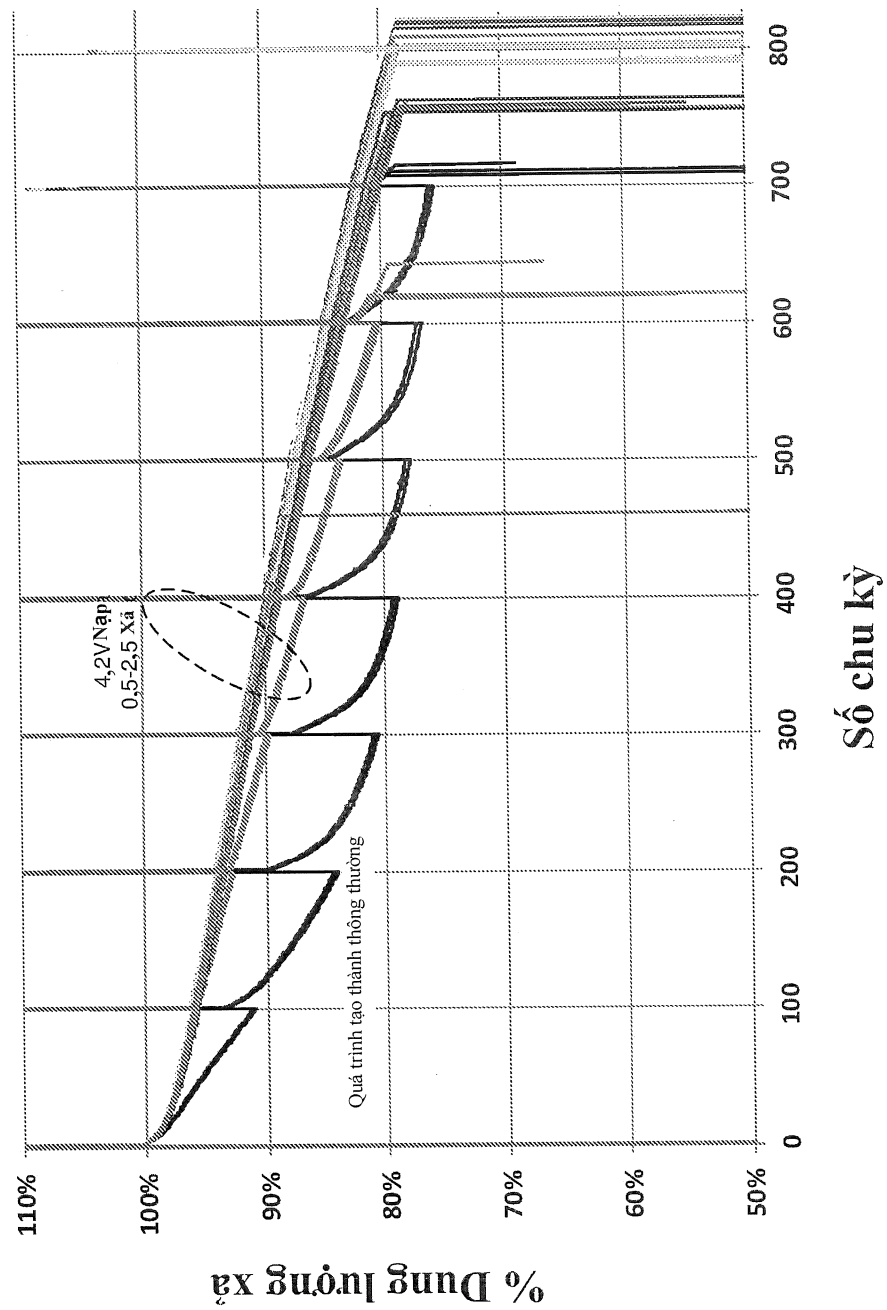


FIG. 6