



(12) **BẢN MÔ TẢ GIẢI PHÁP HỮU ÍCH THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN
GIẢI PHÁP HỮU ÍCH**

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

(11)



2-0004297

(51) **H01M 4/04; H01M 4/50; H01M 10/36**
2024.01

(13) **Y**

(21) 2-2025-00149

(22) 13/09/2022

(67) 1-2022-05846

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/11/2022 416A

(73) **ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI (VN)**

số 1, phố Đại Cồ Việt, quận Hai Bà Trưng, thành phố Hà Nội

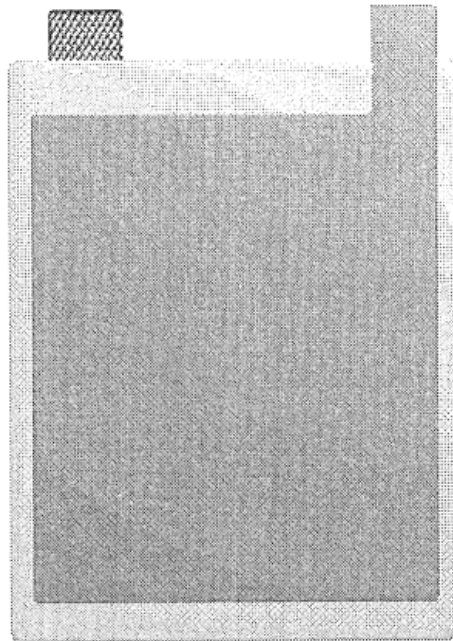
(72) **PHẠM TÙNG DƯƠNG (VN); DƯƠNG THU HƯƠNG (VN); DƯƠNG THỊ NỤ
(VN); NGUYỄN VĂN DUY (VN); PHẠM NGUYỄN THANH TÙNG (VN);
NGUYỄN QUỐC VIỆT (VN).**

(54) **QUY TRÌNH SẢN XUẤT PIN ION-KẼM PHÓNG NẠP DẠNG TÚI**

(21) 2-2025-00149

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất pin ion-kẽm phóng nạp dạng túi bao gồm các bước: Chuẩn bị nguyên liệu và trang thiết bị; Chuẩn bị dung dịch điện ly; Chuẩn bị alpha mangan dioxit (α - MnO_2) huyền phù làm điện cực dương; Phủ điện cực dương α - MnO_2 lên tấm thu điện là lưới thép; Chuẩn bị điện cực âm bằng tấm kẽm; Chuẩn bị lõi pin; và Đóng gói và kiểm định chất lượng pin.

Hình 2



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc lĩnh vực điện hóa. Cụ thể, sáng chế đề cập đến pin ion-kẽm phóng nạp dạng túi và quy trình sản xuất.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Được phát hiện và đề xuất lần đầu tiên vào năm 1994, pin phóng nạp dựa trên nền tảng chất điện ly dung môi nước đã mở ra cơ hội cho việc phát triển một loạt các thể hệ pin sạc sử dụng ion kim loại chuyển tiếp như Zn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} và Al^{3+} . Trong số này, pin phóng nạp ion kẽm Zn^{2+} (ZIB) nhận được sự chú ý to lớn do giá thành rẻ, thân thiện với môi trường, và đặc biệt là rất dễ chế tạo, lắp ráp trong điều kiện thông thường. Điều này giúp chúng đạt được tính kinh tế và hiệu quả cao. Khác với pin kiềm Zn/MnO_2 truyền thống, ZIB bao gồm điện cực âm là kim loại kẽm, điện cực dương là vật liệu hỗ trợ cho quá trình cài/khử cài ion Zn^{2+} và chất điện ly dung môi nước giúp cho hệ thống có thể phóng nạp trong nhiều chu kỳ, hoạt động lâu hơn, bền hơn, đạt được hiệu suất Coulombic cao.

Tuy nhiên, các loại pin ion kẽm đã biết thường có giá thành cao, mà một nguyên nhân quan trọng là sử dụng các nguyên liệu đắt tiền như các loại than đen đặc chủng (Super P-C60, acetylene black-C45), và cả chất kết dính, ...

Ngoài ra, do bản chất cơ học cứng của điện cực kẽm khiến nó khó tạo hình trong cấu hình pin trụ. Ngoài ra, các biến dạng, nứt, gãy trên bề mặt điện cực kẽm khi bị uốn cong có thể dẫn đến các phản ứng phụ không mong muốn như sự hình thành của nhánh cây tại các điểm khuyết tật trên bề mặt, hay sự mất liên kết sau một thời gian hoạt động do quá trình điện hóa không đồng đều. Từ thực tế này, pin kẽm mới chỉ được tối ưu hóa trong cấu hình pin cúc áo, sử dụng chủ yếu trong nghiên cứu.

Từ thực tế này, cấu hình pin dạng túi với khả năng tùy chỉnh linh hoạt về kích thước, hình dáng và kết cấu, rất phù hợp cho thiết kế và chế tạo pin ion kẽm. Tuy vậy cho đến nay, có rất ít các kết quả nghiên cứu đạt được theo hướng pin này trên thế giới. Và chưa có một nghiên cứu hoặc phương pháp tiếp cận nào được thực hiện tại Việt Nam cho pin kẽm phóng nạp trong cấu hình pin dạng túi. Có thể khẳng định, đây là một công nghệ tiên tiến, đòi hỏi trình độ khoa học kỹ thuật và kinh nghiệm trong chế tạo pin tích trữ năng lượng. Do đó, sáng chế có ý

nghĩa khoa và thực tiễn to lớn, có thể tạo ra những đột phá trong công nghệ pin tích trữ năng lượng tại Việt Nam. Ngoài ra, công nghệ này cũng góp phần xây dựng nguồn năng lượng xanh bền vững cho xã hội trong tương lai.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là khắc phục những nhược điểm nêu trên.

Để đạt được mục đích đó, sáng chế đề xuất quy trình sản xuất pin ion-kẽm phóng nạp dạng túi, mà có giá thành thấp, hiệu quả cao mà dễ thực hiện.

Đã biết pin ion kiềm nói chung, và pin ion-kẽm nói riêng, có cấu tạo gồm 3 thành phần: điện cực dương, điện cực âm và chất điện ly nằm giữa hai điện cực này. Trong đó điện cực dương thường được cấu tạo bởi 3 thành phần cơ bản sau:

i) Vật liệu hoạt hóa (ví dụ, MnO_2), là vật liệu đóng vai trò lưu trữ, trao đổi ion và phản ứng điện hóa, đồng thời tiếp nhận dòng electron từ tấm thu điện để cân bằng điện tích với các ion dương, từ đó sinh ra dòng điện ở mạch ngoài;

ii) Vật liệu dẫn (ví dụ, các bon đen hay muội than), thường được thêm vào với một tỷ lệ nhất định, đóng vai trò như chất dẫn electron từ tấm thu điện đến vật liệu hoạt hóa; và

iii) Chất kết dính để liên kết các vật liệu hoạt hóa và vật liệu dẫn vào tấm thu điện bằng kim loại.

Các thành phần trên được trộn lẫn với nhau tạo thành hỗn hợp dạng huyền phù để phủ lên tấm thu bằng kim loại. Chất lượng của huyền phù làm điện cực này phụ thuộc đặc biệt vào quá trình nghiền, trộn và đồng nhất của các thành phần cấu thành.

Trong sáng chế này, các loại muội than có sẵn trong thị trường (N220, N330, N660,...) được sử dụng để thay thế cho loại than đen đặc chủng (như Super P, acetylene black) giúp làm giảm đáng kể chi phí chế tạo pin thành phẩm. Tuy nhiên, do kích thước của muội than thông thường là tương đối lớn (đến vài trăm nano mét) so với kích thước hạt của các loại các bon đặc chủng (thường rất nhỏ, chỉ vài nano mét) nên, nếu sử dụng các loại muội than công nghiệp nêu trên, quá trình nghiền trộn sẽ đòi hỏi các bước phức tạp hơn, đặc biệt là khi sản xuất quy mô công nghiệp. Do đó, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu thiết kế ra một quy trình đặc biệt giúp tăng cường khả năng đồng hóa vật liệu, đảm bảo độ phân tán của từng thành phần và sự liên kết giữa vật liệu hoạt tính và chất dẫn.

Do đó, sáng chế đề xuất quy trình sản xuất pin ion-kẽm nêu trên bao gồm 7 bước sau: Chuẩn bị nguyên liệu và trang thiết bị; Chuẩn bị dung dịch điện ly; Chuẩn bị alpha Mangan dioxit (α - MnO_2) huyền phù làm điện cực dương; Phủ điện cực dương α - MnO_2 lên tấm thu điện là lưới thép; Chuẩn bị điện cực âm bằng tấm kẽm; Chuẩn bị lõi pin; và Đóng gói và kiểm định chất lượng pin.

Trong đó:

Tại Bước chuẩn bị nguyên liệu và trang thiết bị, nguyên liệu được chuẩn bị làm chất điện ly gồm có kẽm sunphat, ưu tiên là kẽm sunphat ngậm nước (có công thức hóa học là $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) và mangan(II) sunfat, ưu tiên là mangan (II) ngậm nước ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); nguyên liệu để làm điện cực dương là mangan dioxit, ưu tiên là alpha mangan dioxit (α - MnO_2) được lựa chọn, đối với muối than đen, sáng chế ưu tiên lựa chọn muối than đen công nghiệp N330, chất tạo đặc CMC (sodium carboxymethyl cellulose) được lựa chọn làm chất kết dính; nguyên liệu để làm tấm thu điện của điện cực dương là thép lưới không gỉ, ưu tiên là bằng inox 304.

Một điểm cải tiến nữa của sáng chế là sử dụng thành công chất tạo đặc CMC, vốn là chất tạo đặc được sử dụng phổ biến trong ngành thực phẩm và hóa mỹ phẩm, làm chất kết dính. Việc sử dụng và tối ưu thành công chất tạo đặc công nghiệp CMC (Carboxymethyl cellulose) trong dung môi nước nhằm thay thế các loại chất kết dính đất đỏ thông thường sử dụng dung môi hữu cơ, cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc thương mại hóa các sản phẩm pin kẽm phóng nạp. Theo đó, chi phí sản xuất giảm đi đáng kể mà hiệu suất hoạt động của pin không thay đổi. Việc áp dụng thành công chất tạo đặc CMC trong công nghệ chế tạo pin kẽm phóng nạp là một trong những điểm nhấn quan trọng trong sáng chế này.

Tại Bước chuẩn bị dung dịch điện ly, dung dịch chất điện ly được sử dụng trong sáng chế gồm hai thành phần chính là muối ZnSO_4 với nồng độ nằm trong khoảng 1 - 2M (tức là 1-2M ZnSO_4) và muối MnSO_4 với nồng độ nằm trong khoảng 0,1 – 0,5 M (tức là 0,1-0,5M MnSO_4) trong dung môi nước. Theo một phương án ưu tiên, sáng chế sử dụng các muối sunphat ngậm nước là $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ để điều chế dung dịch điện ly đồng nhất nhờ sử dụng máy khuấy từ. Trong sáng chế này, các tác giả ưu tiên sử dụng các muối ngậm nước $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ là do chúng được sản xuất và sử dụng rộng rãi trong công nghiệp, có thể dễ dàng tiếp cận nguồn cung trong nước, đáp ứng tốt cho việc sản xuất pin kẽm phóng nạp trong quy mô lớn. Ngoài ra, trạng

thái ngậm nước của muối giúp dễ dàng bảo quản muối trong thời gian dài mà không gây ra biến tính vật liệu do tác động của độ ẩm cao.

Tại Bước chuẩn bị alpha mangan dioxit (α - MnO_2) huyền phù, đầu tiên, bột α - MnO_2 và muối than đen, ưu tiên là N330, được nghiền ướt riêng rẽ trong dung môi nước để đánh toi và giảm kích thước hạt. Sau đó, từng hỗn hợp được nghiền trong máy nghiền trộn hành tinh dạng trống quay với việc bổ sung bi thép kích thước đường kính 5-10 mm, tỷ lệ khối lượng bột trộn và khối lượng bi là 1:1. Tổng thể tích của hỗn hợp bột, bi và nước chiếm không quá 70% thể tích trống quay. Sau đó, bột sẽ được đánh toi và nghiền nhỏ trong máy nghiền trộn hành tinh ở tốc độ quay 600 vòng/phút trong 2 giờ. Lúc này, kích thước hạt sẽ đạt được trong khoảng vài chục đến vài trăm nanomet với độ toi và đồng đều cao. Đây là một bước cải tiến của quy trình so với các quy trình đã biết.

Các hỗn hợp riêng rẽ gồm bột α - MnO_2 /nước và muối than/nước được giữ kín trong thùng chứa bằng inox kín để sử dụng trong bước tiếp theo.

Cùng lúc, bột tạo đặc CMC được trộn và hòa tan trong dung môi nước bằng máy đồng hóa trục tốc độ cao để tạo ra dung dịch keo đồng nhất.

Cuối cùng, các hỗn hợp α - MnO_2 và muối than N330 sau khi được nghiền ướt được bổ sung vào dung dịch keo CMC nói trên và tiếp tục được đồng hóa để thu được huyền phù điện cực dương là tổ hợp đồng nhất gồm bột α - MnO_2 , muối than N330 được liên kết chặt chẽ bởi chất kết dính CMC.

Theo một phương án ưu tiên, tỷ lệ α - MnO_2 /muối than N330/CMC được sử dụng để tạo ra điện cực dương là (70-90)/(25-5)/(5-10)% khối lượng.

Tại Bước phủ điện cực dương α - MnO_2 , các tác giả sáng chế đã sử dụng phương pháp nhúng điện cực trên thép lưới mắt nhỏ, đây là phương pháp phủ điện cực chưa từng được thực hiện trước đây.

Thép lưới mắt nhỏ được sử dụng nhằm tối ưu hóa không gian phủ, giúp tăng cường khối lượng tải của vật liệu. Hơn nữa, lớp phủ được liên kết và bám dính chặt chẽ nhờ khả năng bám dính cao của bề mặt thép lưới. Đặc biệt, miếng thép lưới có độ bền cơ học và điện hóa cao, đóng vai trò hiệu quả của tấm thu điện. Việc huyền phù điện cực được bao phủ đồng đều trên cả hai mặt của tấm thép lưới có ý nghĩa to lớn giúp cấu thành lên pin dạng túi đa lớp, tối ưu hóa không gian và hiệu quả của pin. Theo một phương án ưu tiên, thép lưới mắt nhỏ được làm bằng inox SUS304 (loại 60 mesh ô lưới 0,2mm, sợi lưới 0,16mm, được cắt bằng khuôn dập với kích thước được định sẵn, ưu tiên là có dạng hình chữ

nhật có mẫu lõi lệch sang một góc để nối điện. Các miếng thu điện cực này được rửa sạch trong dung môi ethanol để loại bỏ bụi bẩn, han gỉ và dầu nhờn, rồi sấy khô ở nhiệt độ khoảng 80°C.

Tiếp theo, các tấm thu điện bằng thép lưới được nhúng phủ trong hỗn hợp huyền phù $\alpha\text{-MnO}_2$ đã được chuẩn bị trước đó. Ở quá trình này, các tác giả sáng chế đã sử dụng phương pháp nhúng phủ để điện cực đạt được khối lượng vật liệu cao nhất, bám dính tốt nhất. Cụ thể, tấm lưới được nhúng trong hỗn hợp huyền phù nhiều lần, mỗi lần nhúng trong khoảng 30 giây sau đó để ráo khô trong điều kiện nhiệt độ bình thường. Quá trình làm khô có thể được thực hiện trong buồng thổi khí áp suất cao. Số lần nhúng phủ có thể tùy chỉnh tùy theo yêu cầu và thiết kế về khối lượng phủ trên từng tấm thép lưới. Điện cực dương thu được đảm bảo độ liên kết chặt chẽ với tấm lưới thu điện, có độ đồng nhất cao trên bề mặt.

Tại Bước chuẩn bị điện cực âm, kẽm thỏi được cán mỏng bằng máy cán nguội đa trục để đạt được độ dày tấm kẽm trong khoảng 0,05 - 0,15mm rồi được cắt với kích thước giống như lưới thép điện cực dương có mẫu lõi nối điện lệch về một góc của tấm kẽm.

Tại Bước chuẩn bị lõi pin, các tấm điện cực dương ($\alpha\text{-MnO}_2$) và âm (kẽm tấm) được sắp xếp đối diện với nhau sao cho hai mẫu lõi nối điện cực được so le với nhau, xen giữa là màng ngăn điện cực bằng giấy lọc hóa chất (loại bằng chất liệu cellulose, kích thước lỗ 2-8 μm), giúp ngăn chặn hiện tượng ngắn mạch/đoạn mạch giữa hai điện cực, và có tác dụng lưu giữ chất điện ly trong suốt quá trình hoạt động của pin. Việc sử dụng giấy lọc hóa chất làm màng ngăn điện cực cũng là một cải tiến của sáng chế.

Do các tấm điện cực dương và âm mỗi điện cực đều có hai mặt như nhau, nên có thể tạo lõi pin nhiều lớp bằng cách bố trí liên tiếp nhiều lõi đơn chồng lên nhau, xen giữa chúng là lớp giấy lọc làm màng ngăn để thu được lõi pin đa lớp.

Với kết cấu này, có thể phát triển dễ dàng các khối pin có dung lượng lớn, phù hợp với các ứng dụng thực tiễn.

Tại bước đóng gói và kiểm định chất lượng pin, túi màng nhôm ghép được sử dụng làm vỏ pin. Với cấu tạo từ nhiều lớp phim nhựa Aluminized, lá nhôm và màng PE, vỏ màng nhôm ghép có đặc tính chống ẩm, chống thấm nước tốt, đặc biệt là có độ bền cao, kín khí và chống chịu tốt với tia UV. Ngoài ra, chúng bảo vệ tốt sản phẩm khỏi các tác động va đập, nhiệt độ bên ngoài. Trong sáng chế này, túi màng nhôm với các độ dày trong khoảng 100-400 μm được sử dụng để

bọc lõi pin. Theo đó các cạnh của túi pin được hàn bằng máy hàn nhiệt chân không. Nhiệt độ hàn được đặt trong dải 160 -180 °C. Kết quả thu được là lõi pin được bao bọc kín trong túi, không có điểm rò dung dịch điện ly, các cạnh hàn bám dính tốt. Ngoài ra, quá trình hút chân không giúp các lớp trong lõi điện cực liên kết và tiếp xúc chặt chẽ, phát huy tối đa diện tích hoạt động của điện cực. Chất lượng túi pin được kiểm tra sơ bộ bằng phương pháp đo điện thế không tải sử dụng đồng hồ vạn năng tại thời điểm kết thúc quá trình đóng gói. Theo đó, pin với chất lượng đảm bảo sẽ có thể không tải trong dải 1,2 – 1,4V và sẵn sàng sử dụng cho các thiết bị sử dụng năng lượng tích trữ.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Pin ion-kẽm phóng nạp được sản xuất theo quy trình của sáng chế có giá thành thấp do sử dụng các loại nguyên liệu thay thế sẵn có, giá rẻ, dễ sản xuất và cho hiệu quả tích trữ điện cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1A và Hình 1B lần lượt thể hiện điện cực dương và điện cực âm của pin hoàn thiện theo một phương án của sáng chế;

Hình 2 thể hiện lõi pin đơn lớp theo sáng chế;

Hình 3 thể hiện lõi pin đa lớp theo sáng chế;

Hình 4 thể hiện pin ion-kẽm phóng nạp dạng túi theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết có tham khảo các hình vẽ từ Hình 1 đến Hình 4 kèm theo. Cần phải hiểu rằng phần mô tả sau đây chỉ nhằm mục đích giúp hiểu rõ hơn sáng chế thông qua việc mô tả các khía cạnh và phương án thực hiện mà không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Theo đó, quy trình sản xuất pin ion-kẽm phóng nạp dạng túi theo sáng chế bao gồm các bước:

Bước 1: Chuẩn bị nguyên liệu và trang thiết bị, bao gồm:

Nguyên liệu được chuẩn bị gồm có: kẽm sunphat ngâm nước ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$); mangan(II) sunfat ngâm nước ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$); alpha mangan dioxit ($\alpha\text{-MnO}_2$); muội than đen công nghiệp N330; chất tạo đặc CMC (sodium carboxymethyl cellulose); dung dịch ethanol (99%); thép lưới SUS304 mắt nhỏ cỡ (loại 60 mesh ô lưới 0,2mm, sợi lưới 0,16mm) được cắt với kích thước theo yêu cầu có mẫu lõi lệch sang một góc để nối điện; và điện cực kẽm được chuẩn

bị từ kẽm tấm cán mỏng độ dày 0,05 ~ 0,15 mm cũng có mẫu lõi lệch sang một bên để nối điện.

Trang thiết bị gồm có: máy khuấy từ, máy nghiền trộn hành tinh, máy đồng hóa, tủ sấy chân không, máy hàn chân không đóng gói pin dạng túi (pouch cell), đồng hồ vạn năng.

Bước 2: Chuẩn bị dung dịch điện ly

Dung dịch điện ly được sử dụng trong sáng chế gồm hai thành phần chính là: muối ZnSO_4 với nồng độ nằm trong khoảng 1 - 2M (tức là 1-2M ZnSO_4) và muối MnSO_4 với nồng độ nằm trong khoảng 0,1 – 0,5 M (tức là 0,1-0,5M MnSO_4) trong dung môi nước. Cách chuẩn bị như sau:

Muối $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ được chuẩn bị ở Bước 1 lần lượt được hòa tan trong lượng nước cất thích hợp để đạt được nồng độ đã đề cập ở trên, cụ thể là 1-2M ZnSO_4 và 0,1-0,5M MnSO_4 . Sau đó các dung dịch này được làm cho đồng nhất nhờ sử dụng máy khuấy từ với tốc độ khuấy 600-1000 vòng/phút trong 2 giờ đồng hồ.

Bước 3: Chuẩn bị alpha Mangan dioxit (α - MnO_2) huyền phù

Đầu tiên, bột α - MnO_2 và muội than đen N330 mỗi loại được nghiền ướt riêng rẽ trong dung môi nước để đánh tơi và giảm kích thước hạt. Theo đó, bi thép kích thước đường kính 5-10 mm được cho thêm vào máy nghiền trộn hành tinh dạng trống quay với tỷ lệ khối lượng bột trộn và khối lượng bi là 1:1. Thể tích của hỗn hợp bột, bi và nước chiếm không quá 70% thể tích trống. Sau đó, bột sẽ được đánh tơi và nghiền nhỏ trong máy nghiền trộn hành tinh ở tốc độ quay 600 vòng/phút trong 2 giờ. Lúc này, kích thước hạt sẽ đạt được trong khoảng vài chục đến vài trăm nanomet với độ tơi và đồng đều cao. Các hỗn hợp riêng rẽ bột α - MnO_2 /nước và muội than/nước được giữ trong thùng inox kín và sử dụng trong bước tiếp theo.

Cùng lúc, bột tạo đặc CMC được trộn và hòa tan trong dung môi nước bằng máy đồng hóa trực tốc độ cao tại 4000 vòng/phút trong 2 giờ để tạo ra dung dịch keo đồng nhất. Đã biết là bột CMC là chất tạo đặc được sử dụng phổ biến trong ngành thực phẩm và hóa mỹ phẩm, tuy nhiên, trong sáng chế này, CMC được sử dụng với vai trò làm chất kết dính cho huyền phù điện cực, tạo thuận lợi cho việc sản xuất quy mô lớn.

Cuối cùng, các hỗn hợp α - MnO_2 và muội than N330 sau khi được nghiền ướt được bổ sung vào dung dịch keo CMC nói trên và tiếp tục được đồng hóa ở

tốc độ 4000 vòng/phút trong 2 giờ đồng hồ thu được huyền phù điện cực là tổ hợp đồng nhất giữa bột $\alpha\text{-MnO}_2$, muội than N330 được liên kết chặt chẽ bởi chất kết dính CMC.

Theo một phương án ưu tiên, tỷ lệ $\alpha\text{-MnO}_2$ /muội than N330/CMC được sử dụng để tạo ra điện cực dương là (70-90)/(25-5)/(5-10), % khối lượng.

Toàn bộ quá trình nghiền trộn và nhũ hóa được thực hiện trong thùng inox kín để đảm bảo độ nhớt không thay đổi do quá trình bay hơi của dung môi. Độ nhớt/đặc của huyền phù được cân bằng và kiểm soát nhằm đảm bảo cho chất lượng điện cực thu được.

Bước 4: Phủ điện cực dương $\alpha\text{-MnO}_2$

Trong sáng chế này, các tác giả sáng chế đã sử dụng phương pháp nhúng điện cực trên thép lưới mắt nhỏ, đây là phương pháp phủ điện cực chưa từng được thực hiện trước đây.

Thép lưới mắt nhỏ được sử dụng nhằm tối ưu hóa không gian phủ, giúp tăng cường khối lượng tải của vật liệu. Hơn nữa, lớp phủ được liên kết và bám dính chặt chẽ nhờ khả năng bám dính cao của bề mặt thép lưới. Đặc biệt, miếng thép lưới có độ bền cơ học và điện hóa cao, đóng vai trò hiệu quả của tấm thu điện. Việc huyền phù điện cực được bao phủ đồng đều trên cả hai mặt của tấm thép lưới có ý nghĩa to lớn giúp cấu thành lên pin dạng túi đa lớp, tối ưu hóa không gian và hiệu quả của pin. Theo một phương án ưu tiên, thép lưới mắt nhỏ được làm bằng thép SUS304 (loại 60 mesh ô lưới 0,2mm, sợi lưới 0,16mm), được cắt bằng khuôn dập với kích thước được định sẵn, ưu tiên là có dạng hình chữ nhật có mấu lồi lệch về một góc để nối điện. Các miếng thu điện cực này được rửa sạch trong dung môi ethanol để loại bỏ bụi bẩn, han gỉ và dầu nhờn, rồi sấy khô ở nhiệt độ khoảng 80°C.

Tiếp theo, các tấm thu điện bằng thép lưới được nhúng phủ trong hỗn hợp huyền phù $\alpha\text{-MnO}_2$ đã được chuẩn bị trước đó. Ở quá trình này, các tác giả sáng chế đã sử dụng phương pháp nhúng phủ để điện cực đạt được khối lượng vật liệu cao nhất, bám dính tốt nhất. Cụ thể, tấm lưới được nhúng trong hỗn hợp huyền phù nhiều lần, mỗi lần nhúng trong khoảng 30 giây sau đó để ráo khô trong điều kiện nhiệt độ bình thường. Quá trình làm khô có thể được thực hiện trong buồng thổi khí áp suất cao. Số lần nhúng phủ có thể tùy chỉnh tùy theo yêu cầu và thiết kế về khối lượng phủ trên từng tấm thép lưới. Điện cực dương thu được đảm bảo độ liên kết chặt chẽ với tấm lưới thu điện, có độ đồng nhất cao trên bề mặt (Hình 1A).

Bước 5: Chuẩn bị điện cực âm (kẽm)

Kẽm thỏi được cán mỏng bằng máy cán nguội đa trục để đạt được độ dày tấm kẽm trong khoảng 0,05 ~ 0,15 mm. Ở trạng thái này, kẽm tấm có độ linh hoạt, dẻo dai phù hợp, đảm bảo độ bền tổng thể của pin thu được. Sau đó, bề mặt được tiến xử lý bằng dung dịch axit HCl 5% để loại bỏ hoàn toàn bụi bẩn, dầu máy và kẽm oxit. Sau khi làm sạch, kẽm tấm có độ bóng, sáng cao được cắt với kích thước giống như lưới thép điện cực dương, và được sấy khô cho bước tiếp theo (Hình 1B).

Bước 6: Chuẩn bị lõi pin

Các tấm điện cực dương ($\alpha\text{-MnO}_2$) và âm (kẽm tấm) được sắp xếp đối diện với nhau sao cho hai mẫu lõi nổi điện cực được so le với nhau, như được thể hiện trong Hình 2. Giấy lọc hóa chất (giấy cellulose kích thước lỗ 2-8 μm) được sử dụng làm màng ngăn điện cực trong sáng chế này, giúp ngăn chặn hiện tượng ngắn mạch/đoạn mạch giữa hai điện cực, và có tác dụng lưu giữ chất điện ly trong suốt quá trình hoạt động của pin. Lớp giấy lọc này được bố trí xen giữa hai tấm điện cực dương và âm nêu trên. Như vậy thu được lõi đơn với một cặp điện cực dương/âm và một lớp giấy lọc làm màng ngăn.

Do các tấm điện cực dương và âm mỗi điện cực đều có hai mặt như nhau, nên có thể tạo lõi pin nhiều lớp bằng cách bố trí liên tiếp nhiều lõi đơn chồng lên nhau, xen giữa chúng là lớp giấy lọc làm màng ngăn thu được lõi pin đa lớp (Hình 3)

Với kết cấu này, có thể phát triển dễ dàng các khối pin có dung lượng lớn, phù hợp với các ứng dụng thực tiễn.

Bước 7: Đóng gói và kiểm định chất lượng pin

Túi màng nhôm ghép được sử dụng làm vỏ pin trong sáng chế này. Với cấu tạo từ nhiều lớp phim nhựa aluminized, lá nhôm và màng PE, vỏ màng nhôm ghép có đặc tính chống ẩm, chống thấm nước tốt, đặc biệt là có độ bền cao, kín khí và chống chịu tốt với tia UV. Ngoài ra, chúng bảo vệ tốt sản phẩm khỏi các tác động va đập, nhiệt độ bên ngoài. Trong sáng chế này, túi màng nhôm với các độ dày trong dải 100-400 μm được sử dụng để bọc lõi pin. Theo đó hai cạnh của viên pin được hàn bằng máy hàn nhiệt chân không. Nhiệt độ hàn được đặt trong dải 160 -180 $^{\circ}\text{C}$. Kết quả thu được là lõi pin được bao bọc kín, không có điểm rò dung dịch điện ly, các cạnh hàn bám dính tốt. Ngoài ra, quá trình hút chân không giúp các lớp trong lõi điện cực liên kết và tiếp xúc chặt chẽ, phát huy tối đa diện

tích hoạt động của điện cực. Chất lượng viên pin được kiểm tra sơ bộ bằng phương pháp đo thế không tải sử dụng đồng hồ vạn năng tại thời điểm kết thúc quá trình đóng gói. Theo đó, viên pin với chất lượng đảm bảo sẽ có thể không tải trong dải 1,2 – 1,4V và sẵn sàng sử dụng cho các thiết bị sử dụng năng lượng tích trữ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Quy trình sản xuất pin ion-kẽm phóng nạp dạng túi bao gồm các bước:

bước 1: chuẩn bị nguyên liệu và trang thiết bị, bao gồm:

nguyên liệu gồm có ZnSO_4 , MnSO_4 , bột $\alpha\text{-MnO}_2$, muối than đen, chất tạo đặc CMC, dung dịch etanol 99%, màng ngăn điện cực; thép lưới mắt nhỏ; điện cực kẽm được chuẩn bị từ kẽm tấm cán mỏng độ dày 0,05 ~ 0,15 mm; và màng nhôm;

trang thiết bị gồm có máy khuấy từ, máy nghiền trộn hành tinh, máy đồng hóa, tủ sấy chân không, máy hàn chân không đóng gói pin dạng túi, đồng hồ vạn năng;

bước 2: chuẩn bị dung dịch điện ly

bằng cách lần lượt hòa tan các muối ZnSO_4 và MnSO_4 được chuẩn bị ở Bước 1 trong lượng nước cất để đạt được nồng độ thích hợp, sau đó các dung dịch này được làm cho đồng nhất nhờ sử dụng máy khuấy từ với tốc độ khuấy 600-1000 vòng/phút trong 2 giờ đồng hồ;

bước 3: chuẩn bị alpha Mangan dioxit ($\alpha\text{-MnO}_2$) huyền phù

bột $\alpha\text{-MnO}_2$ và muối than đen được chuẩn bị ở Bước 1 được nghiền ướt riêng rẽ trong dung môi nước để đánh tơi và giảm kích thước hạt nhờ sử dụng bi thép kích thước đường kính 5-10 mm được cho thêm vào máy nghiền trộn hành tinh dạng trống quay với tỷ lệ khối lượng bột trộn và khối lượng bi là 1:1, sao cho tổng thể tích của hỗn hợp bột, bi và nước chiếm không quá 70% thể tích của trống quay; tiến hành đánh tơi và nghiền nhỏ bột $\alpha\text{-MnO}_2$ và muối than đen riêng rẽ trong máy nghiền trộn hành tinh với tốc độ quay 600 vòng/phút trong 2 giờ, các hỗn hợp riêng rẽ bột $\alpha\text{-MnO}_2$ /nước và muối than/nước được giữ trong thùng kín để tránh bay hơi nước và sử dụng trong bước tiếp theo;

bột tạo đặc CMC được trộn và hòa tan trong dung môi nước bằng máy đồng hóa trực tốc độ cao tại 4000 vòng/phút trong 2 giờ để tạo ra dung dịch keo đồng nhất;

cuối cùng, $\alpha\text{-MnO}_2$ và muối than đen sau khi được nghiền ướt ở trên được bổ sung vào dung dịch keo CMC nêu trên và tiếp tục được đồng hóa ở tốc độ 4000 vòng/phút trong 2 giờ đồng hồ thu được huyền phù điện cực là tổ hợp đồng nhất giữa bột $\alpha\text{-MnO}_2$, muối than đen được liên kết chặt chẽ bởi chất kết dính CMC;

bước 4: phủ điện cực dương $\alpha\text{-MnO}_2$

tấm thu điện cực dương là tấm thép lưới mắt nhỏ (loại 60 mesh ô lưới 0,2mm, sợi lưới 0,16mm), được cắt bằng khuôn dập với kích thước được định sẵn, ưu tiên là có dạng hình chữ nhật có mẫu lõi lệch về một góc để nối điện, tấm thu này được rửa sạch trong dung môi ethanol để loại bỏ các chất bẩn rồi sấy khô;

nhúng phủ các tấm thu điện bằng thép lưới trong hỗn hợp huyền phù $\alpha\text{-MnO}_2$ đã được chuẩn bị ở trên nhiều lần mỗi lần nhúng trong khoảng 30 giây rồi để ráo khô trong điều kiện nhiệt độ bình thường;

bước 5: chuẩn bị điện cực âm (kẽm)

kẽm thỏi được cán mỏng bằng máy cán nguội đa trục để đạt được độ dày tấm kẽm trong khoảng 0,05 ~ 0,15 mm, sau đó, xử lý bề mặt bằng dung dịch axit HCl 5% để loại bỏ chất bẩn rồi sấy khô, cắt tấm kẽm theo kích thước giống với tấm thu điện cực dương;

bước 6: chuẩn bị lõi pin

đặt tấm điện cực dương ($\alpha\text{-MnO}_2$) và tấm điện cực âm (kẽm) áp vào nhau sao cho hai mẫu lõi nối điện cực so le với nhau, một lớp màng ngăn điện cực được đặt xen giữa hai điện cực, thu được lõi pin đơn;

bước 7: đóng gói và kiểm định chất lượng pin

tạo ra túi màng nhôm có kích thước vừa đủ để chứa lõi pin thu được ở trên, túi này có miệng túi;

đặt lõi pin thu được ở bước trên vào túi màng nhôm sao cho các mẫu lõi của các điện cực nhô ra khỏi miệng túi;

hút chân không túi đựng lõi pin kết hợp rót đầy dung dịch chất điện ly được chuẩn bị ở Bước 2 vào túi;

hàn kín miệng túi bằng máy hàn chân không.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguyên liệu được chuẩn bị ở Bước 1 là:

muội than là muội than đen công nghiệp N330;

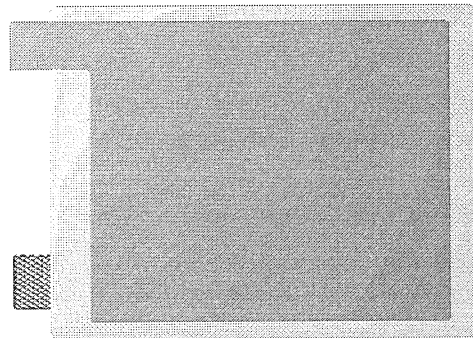
ZnSO_4 là ZnSO_4 ngậm nước ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$);

MnSO_4 là MnSO_4 ngậm nước ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$).

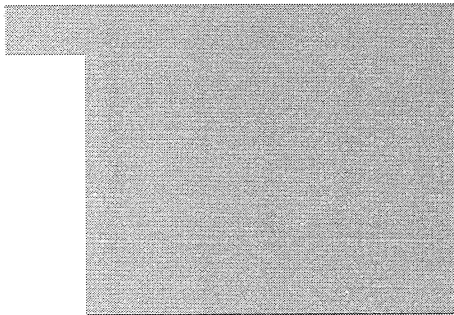
3. Quy trình theo điểm 2, trong đó nồng độ ZnSO_4 và MnSO_4 thu được sau khi hòa tan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ và $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ trong nước ở Bước 2 lần lượt nằm trong khoảng 1-2M ZnSO_4 và 0,1-0,5M MnSO_4 .
4. Quy trình theo điểm 1, trong đó tỷ lệ $\alpha\text{-MnO}_2$ /muội than N330/CMC được sử dụng để tạo ra $\alpha\text{-MnO}_2$ huyền phù ở Bước 3 làm điện cực dương tương ứng là (70-90)/(25-5)/(5-10), % khối lượng.
5. Quy trình theo điểm 1, trong đó tấm thu điện cực dương là tấm thép lưới mắt nhỏ được tạo ra ở Bước 4 làm bằng thép SUS304 có kích cỡ mắt lưới 60 mesh, ô lưới 0,2mm, sợi lưới 0,16mm.
6. Quy trình theo điểm 1, trong đó lớp màng ngăn điện cực sử dụng ở Bước 6 là giấy lọc hóa chất cellulose kích thước lỗ 2-8 μm .
7. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiều lõi đơn được tạo ra ở Bước 6 được xếp chồng lên nhau, xen giữa chúng là lớp màng ngăn điện cực để thu được lõi pin đa lớp.
8. Quy trình theo điểm 1, trong đó màng nhôm sử dụng ở Bước 7 được tạo thành từ nhiều lớp phim nhựa aluminized, lá nhôm và màng PE, có độ dày nằm trong khoảng 100-400 μm .
9. Quy trình theo điểm 1, trong đó ở Bước 7, các cạnh của túi chứa lõi pin được hàn ở nhiệt độ 160 -180 $^{\circ}\text{C}$.



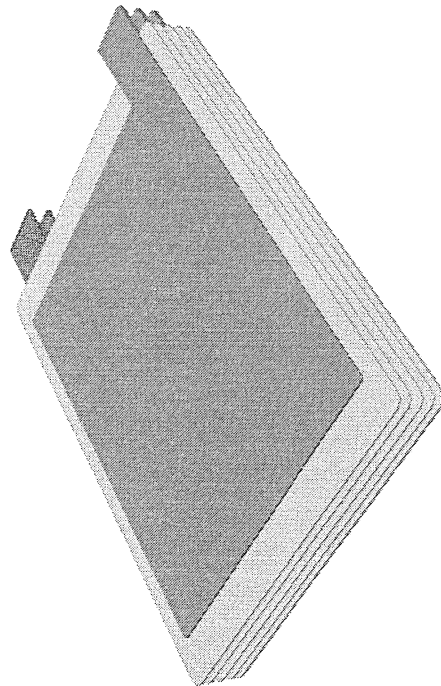
Hình 1A



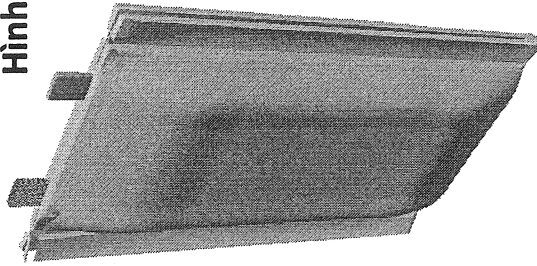
Hình 2



Hình 1B



Hình 3



Hình 4