



(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)



2-0003257

(51) **H01L 31/0236; H01L 31/0216**
2022.01

(13) **Y**

(21) 2-2023-00167

(22) 04/05/2020

(67) 1-2020-02501

(45) 25/08/2023 425

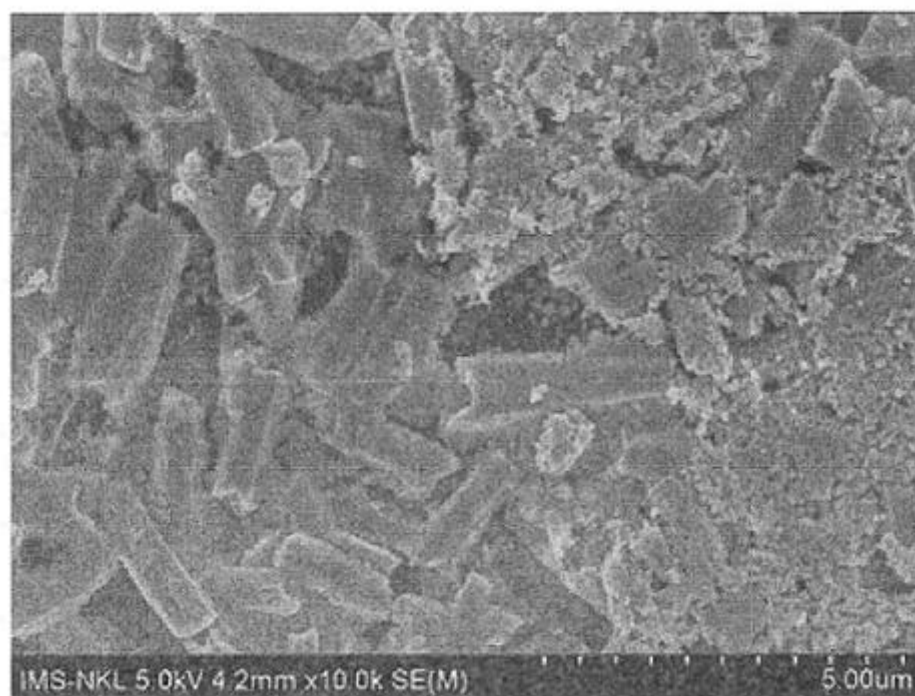
(43) 25/08/2020 389ASC

(73) Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội (VN)
Nhà E3, 144 Xuân Thủy, Cầu Giấy, Hà Nội

(72) Nguyễn Đình Lâm (VN); Nguyễn Năng Định (VN); Nguyễn Phương Hoài Nam (VN); Nguyễn Đức Cường (VN); Nguyễn Thị Dung (VN); Hoàng Văn Thành (VN); Phạm Đức Thắng (VN).

(54) LỚP ĐỆM PHỦ TẮM ĐỂ DẪN ĐIỆN TRONG SUỐT DÙNG CHO PIN MẶT TRỜI HỮU CƠ CÓ KHẢ NĂNG CHUYỂN ĐỔI ÁNH SÁNG HỒNG NGOẠI VỀ VÙNG KHẢ KIẾN VÀ QUY TRÌNH SẢN XUẤT LỚP ĐỆM NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến bao gồm vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến dựa trên hiện tượng hấp thụ đa photon và vật liệu ZnO có tính dẫn điện. Sáng chế cũng đề cập đến quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt này bao gồm các bước: trộn đều các hóa chất ban đầu $\text{YbCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$, $\text{YCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$, $\text{TmCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$, và NH_4F vào trong dung môi gồm: NaOH , etanol và axit axetic để tạo ra hỗn hợp dung dịch; ủ nhiệt hỗn hợp dung dịch ban đầu này; ly tâm lọc rửa dung dịch sau quá trình thủy nhiệt và thu được vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác; trộn vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ tạo thành với dung dịch kẽm axetat trong dung môi isopropanol (IPA) để tạo thành dung dịch quay phủ trong suốt; phủ quay dung dịch thu được bằng cách sử dụng hệ phủ quay (spin-coating) trên đế dẫn điện trong suốt (ITO); và ủ nhiệt dung dịch sau khi phủ quay.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến và quy trình sản xuất lớp đệm này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Họ pin năng lượng mặt trời hữu cơ là một lĩnh vực công nghệ mới được công bố lần đầu tiên vào năm 1986 với hiệu suất đạt 1%. Pin năng lượng mặt trời hữu cơ với một số đặc tính ưu việt như giá thành chế tạo thấp, có thể chế tạo trên các loại đế có khả năng đàn hồi, và khá thân thiện với môi trường đã tạo ra một bước ngoặt lớn cho họ pin năng lượng mặt trời hữu cơ và thu hút được sự quan tâm đặc biệt của các nhà khoa học. Hiện nay, trên thế giới, các nghiên cứu về pin năng lượng mặt trời hữu cơ khá đa dạng và tập trung vào một số hướng chính như tìm kiếm và tổng hợp vật liệu mới, cải tiến cấu trúc và công nghệ chế tạo nhằm mục đích nâng cao hiệu suất chuyển đổi năng lượng và tuổi thọ của pin.

Đối với việc tìm kiếm và tổng hợp vật liệu mới: sau sự ra đời của pin năng lượng mặt trời hữu cơ, vật liệu polyme liên hợp tiếp tục được nghiên cứu phát triển. Vật liệu này có mức năng lượng vùng cấm thấp. Bên cạnh đó, cấu trúc pin năng lượng mặt trời dị thể được xây dựng trên cơ sở dẫn suất hòa tan poly (p-phenylenvinylen) cho hiệu suất chuyển đổi năng lượng đạt 1%. Vật liệu PPV được thay thế bằng poly (3-hexylthiophen) vào năm 2002, đã trở thành vật liệu tiêu chuẩn mới cho việc chế tạo pin năng lượng mặt trời hữu cơ với hiệu suất chuyển đổi năng lượng đạt 2,8% và nhanh chóng tăng lên 6% vào năm 2007 và đạt 9,2% vào năm 2012. Đặc biệt, theo dự kiến hiệu suất chuyển đổi năng lượng có thể đạt trên 15% vào năm 2030 và tuổi thọ thiết bị trên 10 năm khi sử dụng vật liệu hữu cơ “xanh” làm lớp cho điện tử.

Ngoài ra, các nghiên cứu về chế tạo điện cực cửa sổ để thay thế cho điện cực oxit thiếc-indi cũng như việc chế tạo các lớp đệm điện cực bằng ôxít kim loại như MoO_3 , V_2O_5 , TiO_2 , AlO_x , NiO với mục đích cải thiện tiếp xúc giữa điện cực cửa sổ và các lớp vật liệu hấp thụ ánh sáng, đồng thời hạn chế sự xâm nhập của hơi nước từ môi trường không khí.

Trong cấu trúc của pin mặt trời hữu cơ, các nghiên cứu về lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt thường nhằm mục đích cải thiện quá trình truyền, dẫn hạt tải tới các điện cực. Tấm để dẫn điện trong suốt được chế tạo từ vật liệu Titan ô xít có pha tạp chất Indium (ITO) hoặc Fluorine (FTO) dưới dạng màng mỏng cỡ 300 μm trên tấm đế thủy tinh. Tấm để dẫn điện trong suốt được sử dụng làm điện cực cửa sổ trong quy trình chế tạo một số loại pin mặt trời. Vật liệu chế tạo lớp đệm này thường có độ linh động hạt tải cao, giúp giảm tỉ lệ tái hợp trong quá trình truyền. Ngoài ra, lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt cũng giúp tăng cường độ điện trường nội bên trong linh kiện, cải thiện giá trị hiệu điện thế hở mạch. Bên cạnh vai trò hỗ trợ truyền hạt tải, lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt cũng có nhiệm vụ ngăn lỗ trống khuếch tán tới catốt và điện tử tới anốt bằng việc hình thành các lớp chặn do chênh lệch năng lượng. Sự có mặt của lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt giúp cải thiện khả năng lựa chọn và phân tách hạt tải của điện cực, làm giảm tỉ lệ tái hợp và tăng hiệu suất chuyển đổi năng lượng của pin mặt trời. Vật liệu ZnO được chọn để chế tạo lớp truyền điện tử bởi những ưu điểm như độ rộng năng lượng vùng cấm lớn cỡ 3,2eV, mức năng lượng vùng hóa trị là 4,2eV, vùng dẫn là 7,4eV. Cấu trúc vùng năng lượng của ZnO phù hợp để hình thành lớp truyền/chặn hạt tải trong pin mặt trời. Độ linh động lớn của ZnO giúp quá trình truyền điện tử tới catốt trở nên hiệu quả hơn. Đồng thời, vùng cấm rộng cho phép ZnO hấp thụ ánh sáng vùng tử ngoại, tăng khả năng hình thành exciton (exciton) cho linh kiện. ZnO có thể dễ dàng chế tạo tại nhiệt độ thấp bằng các phương pháp như ủ nhiệt và sol – gel tại nhiệt độ thấp thông qua các quy trình đơn giản.

Diễn hình là các nghiên cứu như "Characterization of performance parameters of organic solar cells with a buffer ZnO layer," của N. N. Dinh, N.

D. Lam, N. D. Cuong, N. P. H. Nam và H. K. Kim; “Bulk heterojunction polymer solar cell, using ZnO nanorods with various mass ratios of P3HT:PCBM blend as the active layer” của Ahmadi, M., Shafiey Dehaj, M., Ghazanfarpour, S., & Ghazanfarpour, S.; “Improvement in performance of inverted organic solar cell by rare earth element lanthanum doped ZnO electron buffer layer” của Zafar, M., Kim, B., & Kim, D.-H.; “Electrospun ZnO nanofiber interlayers for enhanced performance of organic photovoltaic devices” của Mohtaram, F., Borhani, S., Ahmadpour, M., Fojan, P., Behjat, A., Rubahn, H.-G., & Madsen, M.; và “Interface passivation and electron transport improvement via employing calcium fluoride for polymer solar cells” của Y. Tang, Y. Pang, X. Li, B. Zong, B. Kang, S.R.P. Silva, G. Lu., lớp đệm ZnO phủ tấm để dẫn điện trong suốt chỉ đóng vai trò là lớp truyền/chặn hạt tải trong pin mặt trời hữu cơ.

Tuy nhiên, trong các nghiên cứu này, lớp đệm ZnO phủ tấm để dẫn điện trong suốt trong các nghiên cứu này hoàn toàn không có khả năng chuyển đổi ánh sáng từ vùng hồng ngoại về vùng khả kiến. Điều này làm giảm khả năng mở rộng dải hấp thụ ánh sáng của pin mặt trời hữu cơ dẫn đến có thể giảm hiệu suất chuyển đổi năng lượng.

Phân tích đánh giá tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước ở trên, nhận thấy rằng, pin năng lượng mặt trời hữu cơ có một số ưu điểm nổi trội hơn so với các họ pin năng lượng mặt trời vô cơ như tính mềm dẻo, có thể chế tạo bằng nhiều phương pháp, giá thành sản phẩm thấp hơn, và có khả năng tích hợp trên các công trình kiến trúc có bề mặt cong hay trên cửa sổ của các tòa nhà... Tuy nhiên, pin năng lượng mặt trời hữu cơ hiện nay cũng còn tồn tại những vấn đề như hiệu suất chuyển đổi năng lượng chưa cao, tính ổn định của vật liệu và tuổi thọ của thiết bị còn khá thấp. Do đó, ảnh hưởng của cấu trúc lớp đệm ZnO phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ cần được cải tiến về mặt kỹ thuật và công nghệ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết vấn đề kỹ thuật nêu trên, mục đích của sáng chế đề xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời có khả năng chuyển đổi ánh sáng từ vùng hồng ngoại về vùng khả kiến và đưa ra quy trình sản xuất vật liệu chuyển đổi quang ngược có kích thước micro-met $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ bằng phương pháp thủy nhiệt để sử dụng làm vật liệu mở rộng dải hấp thụ của pin mặt trời hữu cơ. Sau đó trộn vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ với dung dịch kẽm axetat trong dung môi isopropanol, phủ quay và ủ nhiệt để tạo lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ.

Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời theo sáng chế ngoài khả năng dẫn điện, ngăn cản sự tái hợp giữa điện tử và lỗ trống, độ truyền qua quang học cao còn có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến. Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt tạo ra được có khả năng làm tăng hiệu suất hấp thụ ánh sáng, hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời, làm giảm giá thành trên mỗi đơn vị công suất điện, nâng cao khả năng thương mại hóa sản phẩm pin mặt trời hữu cơ.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến, lớp đệm phủ tấm để này bao gồm:

vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến dựa trên hiện tượng hấp thụ đa photon; và vật liệu ZnO có tính dẫn điện.

Theo một phương án của sáng chế, vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác với đường kính nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 0,5 μm , chiều dài nằm trong khoảng từ 1 μm đến 3 μm .

Theo phương án khác của sáng chế, tỷ lệ giữa vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và vật liệu ZnO nằm trong khoảng từ 1:9 đến 1:1 theo khối lượng.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 1, trong đó lớp đệm phủ tấm

để dẫn điện trong suốt có chiều dài nằm trong khoảng từ 1 cm đến 10 cm, chiều rộng nằm trong khoảng từ 1 cm đến 10 cm, và chiều dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm .

Sáng chế cũng đề xuất quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến, bao gồm các bước:

trộn đều bốn hóa chất ban đầu $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ và NH_4F , trong đó tỷ lệ khối lượng $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 4 đến 20%, tỷ lệ $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 30 đến 60%, tỷ lệ khối lượng $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2%, tỷ lệ NH_4F so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 20 đến 40%, vào trong dung môi gồm NaOH , etanol và axit axetic với tỷ lệ NaOH nằm trong khoảng từ 10 đến 20% khối lượng dung môi, tỷ lệ etanol nằm trong khoảng từ 50 đến 70% khối lượng dung môi, tỷ lệ axit axetic nằm trong khoảng từ 10 đến 20% khối lượng dung môi, trong đó tỷ lệ bốn hóa chất ban đầu với dung môi nằm trong khoảng từ 1:99 đến 1:19 theo khối lượng, bằng máy khuấy với tốc độ nằm trong khoảng từ 100 đến 800 vòng/phút, để tạo ra hỗn hợp dung dịch ban đầu;

thực hiện quá trình thủy nhiệt bằng cách đưa toàn bộ hỗn hợp dung dịch ban đầu trên vào bình thủy nhiệt và ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 200°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 2 đến 24 giờ;

ly tâm lọc rửa dung dịch sau quá trình thủy nhiệt bằng dung dịch etanol và nước cất, trong đó tỷ lệ etanol: nước cất theo khối lượng nằm trong khoảng từ 1:1 đến 4:1, trong thời gian nằm trong khoảng từ 5 đến 30 phút để thu được vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác;

trộn vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ tạo thành với dung dịch kẽm axetat, với tỷ lệ vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$: kẽm axetat theo khối lượng nằm trong khoảng từ 1:9 đến 1:1 trong thời gian nằm trong khoảng từ 30 đến 60 phút để tạo thành dung dịch quay phủ trong suốt, trong đó dung dịch kẽm axetat có chứa kẽm axetat

trong dung môi isopropanol (IPA) với nồng độ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1M;

phủ quay dung dịch thu được bằng cách sử dụng hệ phủ quay trên tấm đế dẫn điện trong suốt (ITO) với tốc độ quay nằm trong khoảng từ 1000 đến 3000 vòng/phút, thời gian quay nằm trong khoảng từ 1 đến 5 phút; và

ủ nhiệt dung dịch sau khi phủ quay ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 500°C với thời gian nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2 giờ để thu được lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến.

Theo một phương án của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 14,8% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

Theo phương án khác của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 51,9% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 1,6% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, NH_4F chiếm 31,7% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, NaOH chiếm 19,4% khối lượng dung môi.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, etanol chiếm 64,5% khối lượng dung môi.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, axit axetic chiếm 16,1% khối lượng dung môi.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, tỷ lệ bốn hóa chất ban đầu với dung môi là 3:97 theo khối lượng.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, quá trình thủy nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ 150°C trong thời gian 8 giờ.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, ly tâm lọc rửa bằng dung dịch etanol và nước cất với tỷ lệ etanol : nước cất là 7:3 theo khối lượng trong thời gian 10 phút.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, dung dịch kẽm axetat có nồng độ là 0,1M.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó tỷ lệ vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$: kẽm axetat theo khối lượng là 45,5:54,5.

Theo phương án khác nữa của sáng chế, trong quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ, dung dịch sau khi phủ quay được ủ nhiệt ở nhiệt độ 500 °C trong vòng 1 giờ.

Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo sáng chế có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến, lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt có chứa: vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến dựa trên hiện tượng hấp thụ đa photon; và vật liệu ZnO có tính dẫn điện.

Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt này ngoài khả năng tăng cường độ dẫn điện tử, ngăn cản sự tái hợp của điện tử và lỗ trống còn có khả năng mở rộng vùng hấp thụ ánh sáng của pin mặt trời đến vùng hồng ngoại. Do đó có thể làm tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời, đặc biệt là pin mặt trời hữu cơ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1A và Hình 1B lần lượt là giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến được tạo thành theo một phương án của sáng chế.

Hình 2 là phổ phát xạ huỳnh quang chuyển đổi ngược của vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ được tạo thành theo một phương án của sáng chế, kích thích tại bước sóng hồng ngoại 980 nm.

Hình 3A và Hình 3B lần lượt là ảnh chụp hiển vi điện tử quét của vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến được tạo thành theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến, thành phần lớp đệm bao gồm:

vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến dựa trên hiện tượng hấp thụ đa photon; và vật liệu ZnO có tính dẫn điện.

Theo một phương án, tỷ lệ giữa vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và vật liệu ZnO nằm trong khoảng từ 1:9 đến 1:1 theo khối lượng.

Theo một phương án, vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác đường kính nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 0,5 μm , chiều dài nằm trong khoảng từ 1 μm đến 3 μm .

Khác với các lớp đệm thông thường chỉ có vật liệu ZnO, lớp đệm theo sáng chế này bao gồm vật liệu ZnO và vật liệu chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$. Hai loại vật liệu này được trộn lẫn tạo thành lớp đệm dưới dạng màng composit.

Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến bao gồm các bước:

(i) Trộn đều bốn hóa chất ban đầu $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, và NH_4F , trong đó tỷ lệ khối lượng $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 4 đến 20%, tỷ lệ $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 30 đến 60%, tỷ lệ khối lượng $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2%, tỷ lệ NH_4F so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 20 đến 40%, vào trong dung môi gồm NaOH , etanol và axit axetic với tỷ lệ NaOH nằm trong khoảng từ 10 đến 20% khối lượng dung môi, tỷ lệ etanol nằm trong khoảng từ 50 đến 70% khối lượng dung môi, tỷ lệ axit axetic nằm trong khoảng từ 10 đến 20% khối lượng dung môi, trong đó tỷ lệ bốn hóa chất ban đầu với dung môi nằm trong khoảng từ 1:99 đến 1:19 theo khối lượng, ví dụ bằng máy khuấy từ, với tốc độ khuấy nằm trong khoảng từ 100 đến 800 vòng/phút, để tạo ra hỗn hợp dung dịch ban đầu.

Các thành phần hóa chất ban đầu với tỷ lệ như trên là thành phần cơ bản để tạo ra vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$. Nếu tỷ lệ các hóa chất ban đầu vượt qua giới hạn này sẽ không tạo ra được vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ như mong muốn.

Theo một phương án thực hiện, $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 14,8% tổng khối lượng hóa chất ban đầu.

Theo một phương án thực hiện, $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 51,9% tổng khối lượng hóa chất ban đầu.

Theo một phương án thực hiện, $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 1,6% tổng khối lượng hóa chất ban đầu.

Theo một phương án thực hiện, NH_4F chiếm từ 31,7% tổng khối lượng hóa chất ban đầu.

Các hóa chất ban đầu sẽ phản ứng với dung môi NaOH , etanol và axit axetic và tạo thành vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ sau quá trình thủy nhiệt, trong đó, axit axetic đóng vai trò là chất cân bằng độ pH cho dung môi.

(ii) Thực hiện quá trình thủy nhiệt, ví dụ sử dụng bình thủy nhiệt và tủ sấy, bằng cách đưa toàn bộ hỗn hợp dung dịch ban đầu nêu trên vào bình thủy nhiệt và ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 200°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 2 đến 24 giờ.

Nếu nhiệt độ của quá trình thủy nhiệt không đạt 100°C, thì vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ sẽ không hình thành. Nếu nhiệt độ của quá trình thủy nhiệt cao hơn 200°C, quá trình thủy nhiệt sẽ phải thực hiện bằng các thiết bị thủy nhiệt chuyên dụng, làm tăng giá thành sản xuất, đồng thời làm kích thước vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ tạo thành quá lớn, không có khả năng ứng dụng trong việc sản xuất lớp đệm.

Nếu thời gian thủy nhiệt ít hơn 2 giờ, vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ không hình thành được. Nếu thời gian thủy nhiệt nhiều hơn 24 giờ, kích thước vật liệu tạo thành sẽ lớn, không có khả năng ứng dụng trong việc sản xuất lớp đệm.

(iii) Ly tâm lọc rửa, ví dụ bằng máy ly tâm ở tốc độ 3000 vòng/phút, dung dịch sau quá trình thủy nhiệt bằng dung dịch etanol và nước cất, tỷ lệ etanol : nước cất theo khối lượng nằm trong khoảng từ 1:1 đến 4:1, trong thời gian nằm trong khoảng từ 5 đến 30 phút để thu được vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác.

Dung dịch etanol và nước cất có tác dụng tẩy rửa các dung môi trong dung dịch sau quá trình thủy nhiệt. Tỷ lệ dung dịch nêu trên có khả năng lọc rửa tốt. Nếu nồng độ etanol thấp, khả năng tẩy rửa kém. Nếu nồng độ etanol cao, tốc độ bay hơi dung dịch lớn, độ nhớt dung dịch cao, nhiều tạp chất không kịp rửa trôi vẫn bám lại trên vật liệu.

Theo một phương án thực hiện, vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ thu được có dạng hình trụ lục giác đường kính nằm trong khoảng từ 0,1 μm đến 0,5 μm , chiều dài nằm trong khoảng từ 1 μm đến 3 μm , là kích thước phù hợp với việc sản xuất lớp đệm trong pin mặt trời.

(iv) Trộn, ví dụ bằng máy khuấy từ với tốc độ 500 vòng/phút, vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ tạo thành với dung dịch kẽm axetat với tỷ lệ vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$: kẽm axetat theo khối lượng nằm trong khoảng từ 1:9 đến 1:1

trong thời gian nằm trong khoảng từ 30 đến 60 phút để tạo thành dung dịch quay phủ trong suốt. Dung dịch kẽm axetat có chứa kẽm axetat trong dung môi isopropanol (IPA) với nồng độ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1M.

Theo một phương án thực hiện, dung dịch kẽm axetat có nồng độ là 0,1M.

Nếu nồng độ dung dịch kẽm axetat nhỏ hơn 0,1M thì không có khả năng tạo thành lớp. Nếu nồng độ dung dịch kẽm axetat lớn hơn 1M thì dung dịch sẽ đặc và làm khó quay phủ.

(v) Phủ quay dung dịch thu được bằng cách sử dụng hệ phủ quay (spin-coating) trên tấm đế dẫn điện trong suốt (ITO) với tốc độ quay nằm trong khoảng từ 1000 đến 3000 vòng/phút, thời gian quay nằm trong khoảng từ 1 đến 5 phút; và

(vi) Ủ nhiệt, ví dụ, bằng tủ sấy, dung dịch sau khi phủ quay ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 500°C với thời gian nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2 giờ để thu được lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến.

Nếu nhiệt độ ủ dưới 250°C, lớp đệm không hình thành. Nếu nhiệt độ ủ trên 500°C sẽ vượt quá giới hạn chịu nhiệt của lớp đế dẫn điện trong suốt ITO. Nếu thời gian ủ không đủ 0,5 giờ thì chất lượng lớp đệm không đạt yêu cầu dẫn điện. Nếu thời gian ủ trên 2h thì tính chất của màng không có gì thay đổi và làm tăng giá thành lớp đệm do sử dụng nhiều năng lượng hơn.

Lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo sáng chế có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến do lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt có chứa: vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb},\text{Tm}$ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến dựa trên hiện tượng hấp thụ đa photon; và vật liệu ZnO có tính dẫn điện.

Theo một phương án thực hiện, vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb},\text{Tm}$ và vật liệu ZnO với tỷ lệ $\text{NaYF}_4:\text{Yb},\text{Tm}:\text{ZnO}$ nằm trong khoảng từ 1:9 đến 1:1.

Theo một phương án thực hiện, lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt tạo thành có độ truyền qua quang học trên 80% trong vùng ánh sáng khả kiến và có khả năng chuyển đổi ánh sáng từ vùng hồng ngoại về vùng khả kiến.

Theo một phương án thực hiện, lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt có chiều dài nằm trong khoảng từ 1 cm đến 10 cm, chiều rộng nằm trong khoảng từ 1 cm đến 10 cm, và chiều dày nằm trong khoảng từ 0,5 μm đến 2 μm .

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ: Sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến theo quy trình theo sáng chế.

Hóa chất ban đầu gồm 0,14g $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0,49g $\text{YCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0,015g $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0,30g NH_4F được trộn đều vào trong hỗn hợp dung môi gồm: 6g NaOH , 20g etanol và 5g axit axetic bằng máy khuấy từ IKA C-MAG HS7 có dung tích 2 lít, công suất 9W, với tốc độ khuấy 300 vòng/phút để tạo thành 31,945 g hỗn hợp dung dịch ban đầu.

Đưa toàn bộ dung dịch trên vào bình thủy nhiệt XH-800G có dung tích 35 lít, công suất 200W và ủ tại nhiệt độ 150°C trong thời gian 8 giờ.

Dung dịch sau quá trình thủy nhiệt được ly tâm lọc rửa bằng dung dịch etanol và nước cất theo tỉ lệ 7:3 theo khối lượng bằng máy ly tâm Universal 320R có dung tích 400 ml, công suất 950W ở tốc độ 3000 vòng/phút trong thời gian 10 phút để thu được vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác có đường kính khoảng 0,4 μm , chiều dài khoảng 2 μm .

Khối lượng vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ thu được sau khi thủy nhiệt hao hụt so với tiền chất ban đầu là 10% khối lượng. Thu được 0,7g vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$.

Sau đó, trộn 0,7g vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ với 0,84g dung dịch kẽm axetat trong 91g dung môi isopropanol (IPA), tức là dung dịch kẽm axetat trong dung môi isopropanol có nồng độ 0,1M, để tạo thành 92,54g dung dịch quay phủ trong suốt bằng máy khuấy từ IKA C-MAG HS7 có dung tích 2 lít, công suất 9W, với tốc độ khuấy 500 vòng/phút.

Sử dụng hệ phủ quay (spin-coating) Laurell WS-650, công suất 330W phủ quay dung dịch trên 7 tấm để dẫn điện trong suốt (ITO) có kích thước 2x2x0,1 cm với tốc độ quay là 3000 vòng/phút, thời gian quay là 2 phút.

Dung dịch sau khi được quay phủ trên tấm đế ITO được ủ nhiệt bằng thiết bị Lindberg Blue BF51866C có dung tích 5,3 lít, công suất 1800W tại nhiệt độ 500°C trong vòng 1 giờ. Sau quá trình ủ nhiệt thu được lớp đệm phủ trên tấm đế ITO dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến.

Các mẫu này được đưa đi khảo sát các đặc trưng cấu trúc, quang học và hình thái bề mặt thông qua các phép đo nhiễu xạ tia X, huỳnh quang, và chụp ảnh hiển vi điện tử quét.

Kết quả phép đo nhiễu xạ tia X của các mẫu này được minh họa trên Hình 1A và Hình 1B.

Hình 1A thể hiện giản đồ nhiễu xạ tia X của vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ thu được sau bước (iii) của quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo sáng chế. Giản đồ chỉ ra các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ chứng tỏ vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ đã được sản xuất thành công. Các đỉnh nhiễu xạ hoàn toàn thuộc về đặc trưng của vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$. Các đỉnh nhiễu xạ liên quan đến các loại vật liệu khác không quan sát thấy trên Hình 1A. Điều này chứng tỏ vật liệu thu được chỉ có duy nhất $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$.

Hình 1B thể hiện giản đồ nhiễu xạ tia X của lớp đệm thu được sau bước (vi) của quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo sáng chế. Giản đồ chỉ ra các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng của hai loại vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và ZnO chứng tỏ lớp đệm đã được sản xuất thành công. Các đỉnh nhiễu xạ liên quan đến các loại vật liệu khác không quan sát thấy trong Hình 1B. Điều này chứng tỏ lớp đệm chỉ được hình thành từ hai loại vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và ZnO .

Kết quả phép đo huỳnh quang của vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ kích thích tại bước sóng hồng ngoại 980 nm được minh họa trên Hình 2. Các đỉnh phát xạ huỳnh quang trên Hình 2 thể hiện vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại bước sóng 980 nm về ánh sáng trong vùng khả kiến với các bước sóng 450, 475, 600 và 700 nm.

Ảnh hiển vi điện tử quét của vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến được minh họa trên Hình 3A và Hình 3B.

Hình 3A thể hiện hình thái bề mặt vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ thu được sau bước (iii) của quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo sáng chế. Vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác đường kính khoảng $0,4\ \mu\text{m}$, chiều dài khoảng $2\ \mu\text{m}$.

Hình 3B thể hiện hình thái bề mặt lớp đệm thu được sau bước (vi) của quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo sáng chế. Hình ảnh cho thấy vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ được trộn đều vào trong nền vật liệu ZnO .

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến theo sáng chế có khả năng mở rộng dải hấp thụ đến dải ánh sáng vùng hồng ngoại ($980\ \text{nm}$). Ánh sáng do lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt phát ra có đỉnh phổ tại bước sóng $480\ \text{nm}$ và $640\ \text{nm}$ nằm trong vùng khả kiến. Do đó có thể làm tăng cường khả năng hấp thụ ánh sáng dẫn đến tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời, đặc biệt là pin mặt trời hữu cơ. Việc tăng hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin mặt trời dẫn đến làm giảm giá thành trên mỗi đơn vị điện năng, làm tăng khả năng thương mại hóa của sản phẩm.

Đặc biệt, việc tạo ra phủ lớp đệm phủ trên tấm để trong suốt có khả năng chuyển đổi ánh sáng từ vùng hồng ngoại về vùng khả kiến thông qua việc kết hợp vật liệu ZnO với vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ giúp mở rộng dải hấp thụ ánh sáng của pin mặt trời hữu cơ, tăng hiệu suất chuyển đổi năng lượng có ý nghĩa quan trọng trong kỹ thuật chế tạo pin mặt trời hữu cơ.

Yêu cầu bảo hộ

1. Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến, lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt này bao gồm:

vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến dựa trên hiện tượng hấp thụ đa photon; và vật liệu ZnO có tính dẫn điện.

2. Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 1, trong đó vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác với đường kính nằm trong khoảng từ $0,1\ \mu\text{m}$ đến $0,5\ \mu\text{m}$, chiều dài nằm trong khoảng từ $1\ \mu\text{m}$ đến $3\ \mu\text{m}$.

3. Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tỷ lệ giữa vật liệu chuyển đổi ngược $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$ và vật liệu ZnO nằm trong khoảng từ 1:9 đến 1:1 theo khối lượng.

4. Lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 1, trong đó lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt có chiều dài nằm trong khoảng từ 1 cm đến 10 cm, chiều rộng nằm trong khoảng từ 1 cm đến 10 cm, và chiều dày nằm trong khoảng từ $0,5\ \mu\text{m}$ đến $2\ \mu\text{m}$.

5. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến, bao gồm các bước:

trộn đều bốn hóa chất ban đầu $\text{YbCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$, $\text{YCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$, $\text{TmCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ và NH_4F , trong đó tỷ lệ khối lượng $\text{YbCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 4 đến 20%, tỷ lệ $\text{YCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 30 đến 60%, tỷ lệ khối lượng $\text{TmCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2%, tỷ lệ NH_4F so với tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu nằm trong khoảng từ 20 đến 40%, vào trong dung môi gồm NaOH , etanol và axit axetic với tỷ lệ NaOH nằm trong khoảng từ 10 đến 20% khối lượng dung môi, tỷ lệ etanol nằm trong khoảng từ 50 đến 70% khối lượng dung môi, tỷ lệ axit axetic nằm

trong khoảng từ 10 đến 20% khối lượng dung môi, trong đó tỷ lệ bốn hóa chất ban đầu với dung môi nằm trong khoảng từ 1:99 đến 1:19 theo khối lượng, bằng máy khuấy với tốc độ nằm trong khoảng từ 100 đến 800 vòng/phút, để tạo ra hỗn hợp dung dịch ban đầu;

thực hiện quá trình thủy nhiệt bằng cách đưa toàn bộ hỗn hợp dung dịch ban đầu trên vào bình thủy nhiệt và ủ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 200°C trong thời gian nằm trong khoảng từ 2 đến 24 giờ;

ly tâm lọc rửa dung dịch sau quá trình thủy nhiệt bằng dung dịch etanol và nước cất, trong đó tỷ lệ etanol : nước cất theo khối lượng nằm trong khoảng từ 1:1 đến 4:1, trong thời gian nằm trong khoảng từ 5 đến 30 phút để thu được vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ có dạng hình trụ lục giác;

trộn vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$ tạo thành với dung dịch kẽm axetat, với tỷ lệ vật liệu $\text{NaYF}_4\text{:Yb,Tm}$: kẽm axetat theo khối lượng nằm trong khoảng từ 1:9 đến 1:1, trong thời gian nằm trong khoảng từ 30 đến 60 phút để tạo thành dung dịch quay phủ trong suốt, trong đó dung dịch kẽm axetat có chứa kẽm axetat trong dung môi isopropanol (IPA) với nồng độ nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1M;

phủ quay dung dịch thu được bằng cách sử dụng hệ phủ quay trên tấm đế dẫn điện trong suốt (ITO) với tốc độ quay nằm trong khoảng từ 1000 đến 3000 vòng/phút, thời gian quay nằm trong khoảng từ 1 đến 5 phút; và

ủ nhiệt dung dịch sau khi phủ quay ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 500°C với thời gian nằm trong khoảng từ 0,5 đến 2 giờ để thu được lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt có khả năng chuyển đổi ánh sáng hồng ngoại về vùng khả kiến.

6. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó $\text{YbCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 14,8% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

7. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó $\text{YCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 51,9% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

8. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ chiếm 1,6% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

9. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó NH_4F chiếm 31,7% tổng khối lượng bốn hóa chất ban đầu.

10. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó NaOH chiếm 19,4% khối lượng dung môi.

11. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó ethanol chiếm 64,5% khối lượng dung môi.

12. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó axit axetic chiếm 16,1% khối lượng dung môi.

13. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó tỷ lệ bốn hóa chất ban đầu với dung môi là 3:97 theo khối lượng.

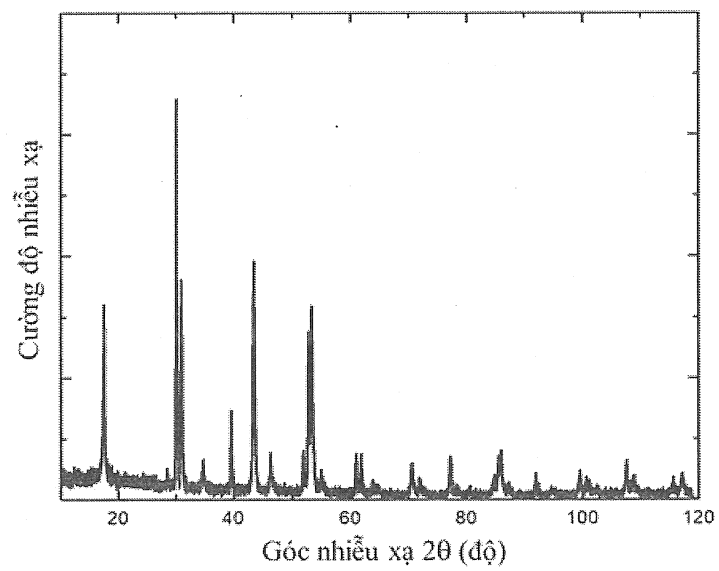
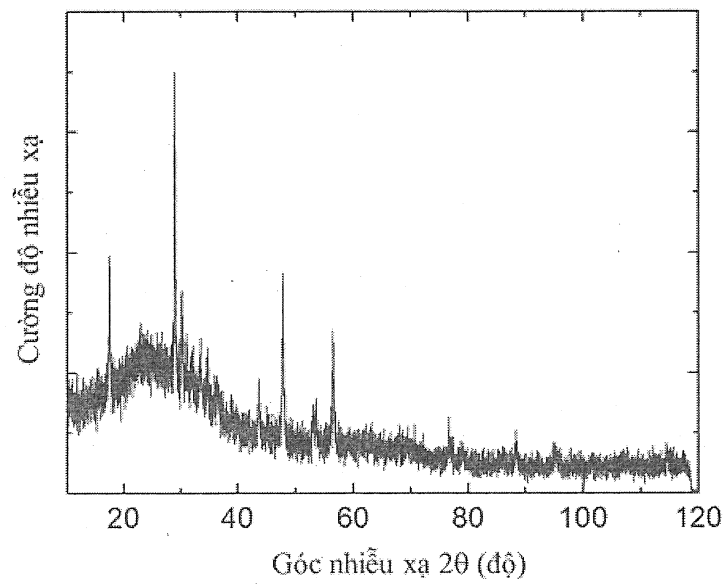
14. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó quá trình thủy nhiệt được thực hiện ở nhiệt độ 150°C trong thời gian 8 giờ.

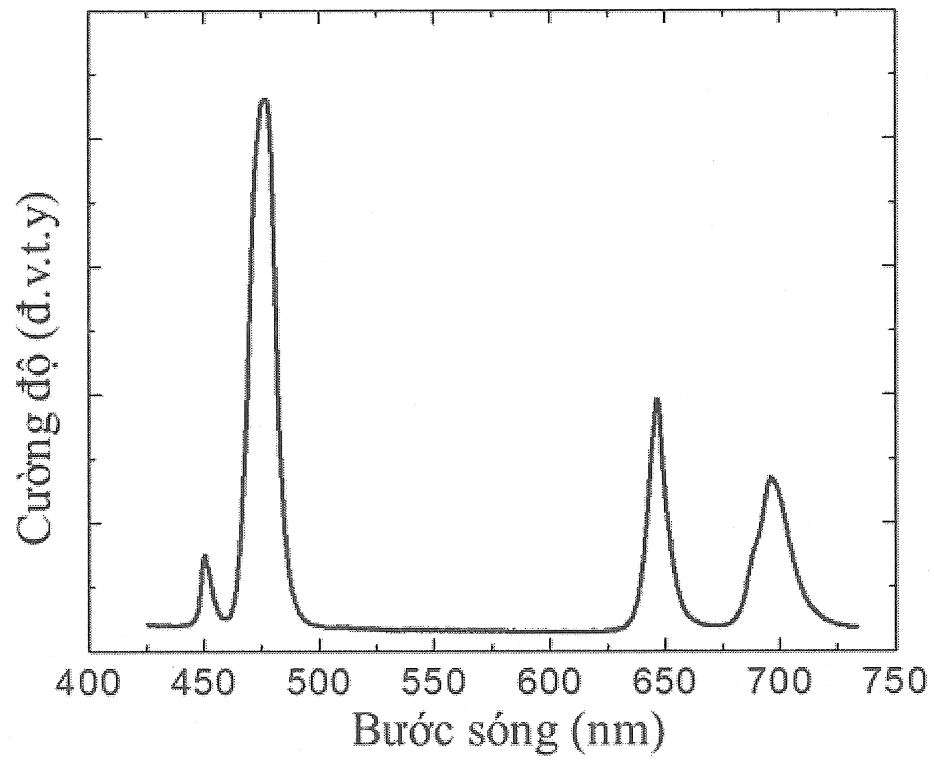
15. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó ly tâm lọc rửa bằng dung dịch ethanol và nước cất với tỷ lệ ethanol : nước cất là 7:3 theo khối lượng trong thời gian 10 phút.

16. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm để dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó dung dịch kẽm axetat có nồng độ là 0,1M.

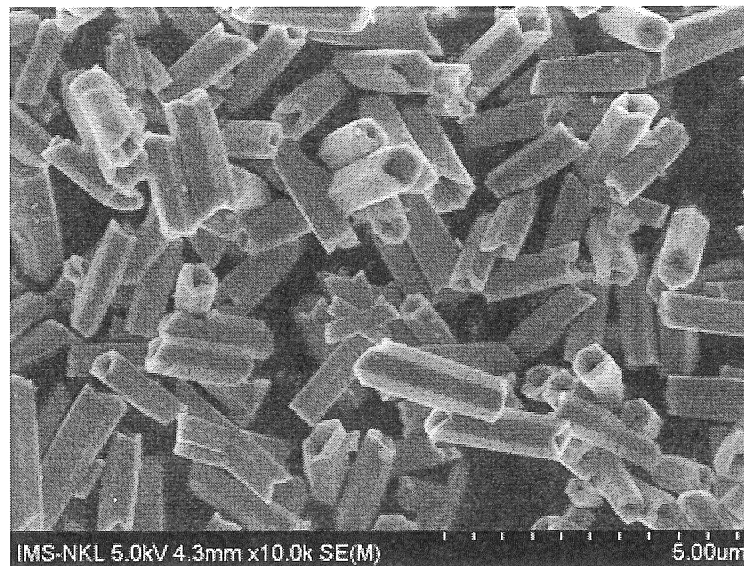
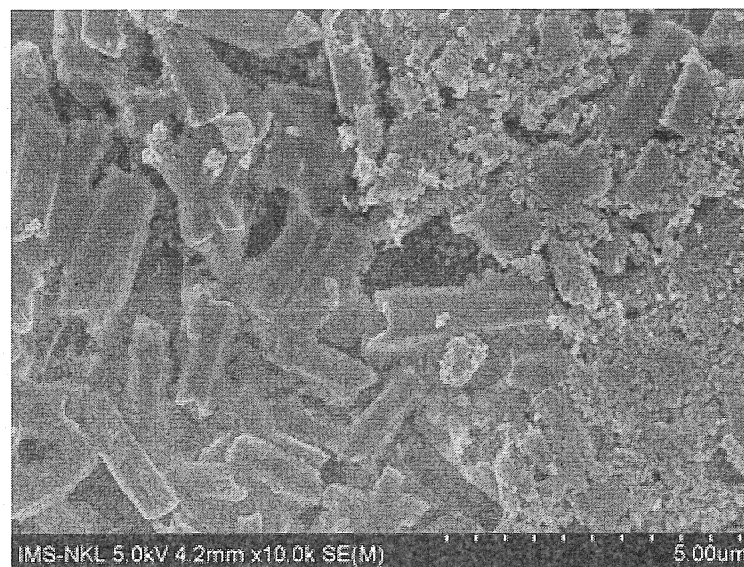
17. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó tỷ lệ vật liệu $\text{NaYF}_4:\text{Yb,Tm}$: kẽm axetat theo khối lượng là 45,5:54,5.

18. Quy trình sản xuất lớp đệm phủ tấm đế dẫn điện trong suốt dùng cho pin mặt trời hữu cơ theo điểm 5, trong đó dung dịch sau khi phủ quay được ủ nhiệt ở nhiệt độ 500°C trong vòng 1 giờ.

**Hình 1A****Hình 1B**



Hình 2

**Hình 3A****Hình 3B**