

NGHIÊN CỨU CẢI TIẾN QUY TRÌNH CHẾ TẠO PIN MẶT TRỜI NHẠY QUANG TRÊN CHẤT MÀU N719 NHẪM NÂNG CAO HIỆU SUẤT CỦA PIN

IMPROVING THE PROCESS OF MANUFACTURING N719 DYE – SENSITIZED SOLAR CELLS FOR THEIR HIGH PERFORMANCE

Hà Thanh Tùng, Nguyễn Thành Luận

Trường Đại học Đồng Tháp

Email: tunghtvclrdt@gmail.com

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, chúng tôi chế tạo pin mặt trời trên chất màu nhạy quang bằng phương pháp in lụa. Bằng phương pháp này, TiO_2 và platin được phủ lên để thủy tinh dẫn FTO để chế tạo điện cực anode và cathode. Trong đó, chất màu N719 được sử dụng làm chất nhạy quang, có đỉnh hấp thụ nằm trong vùng ánh sáng khả kiến và có bước sóng khoảng 488 nm được xác định bằng phổ hấp thụ. Các kết quả nghiên cứu tính chất quang thông qua phổ hấp thụ, hình thái bề mặt phân tích bằng ảnh SEM, cấu trúc thông qua phổ nhiễu xạ tia X (XRD) và phổ Raman. Hiệu suất thu được cao nhất của pin là 3,02% đo bằng thiết bị Keiley 2400 dưới cường độ chiếu sáng $100\text{mW}/\text{cm}^2$. Các thông số đặc trưng của pin như thế mạch hở, dòng ngắn mạch và hệ số FF thu được khá cao lần lượt tương ứng là 0,68 V, 7,38 mA và 0,59.

Từ khóa: pin mặt trời; chất nhạy màu; TiO_2 .

ABSTRACT

This paper studies the process of manufacturing a dye sensitized solar cell by silk – screen printing method. By this method, the FTO glass substrate is coated by TiO_2 and platinum to fabricate anode and cathode electrodes. In particular, the N719 dye used as a photo-sensitive material has absorption peak in the visible light region and the wavelength of about 488 nm that is determined by absorption spectroscopy. It presents the results of the study on optical properties via absorption spectroscopy, the surface morphology by SEM image analysis, structure through X-ray diffraction (XRD) and Raman spectroscopy. The highest efficiency obtained is 3.02% of the cells measured by 2400 Keiley devices under the luminous intensity of $100\text{mW}/\text{cm}^2$. The characteristic parameters such as open circuit, short circuit and FF coefficients are quite high are 0.68 V, 7.38 mA and 0.59 respectively.

Key words: solar cells; dye; TiO_2 .

1. Mở đầu

Pin mặt trời nhạy quang (tên tiếng Anh: dye sensitized solar cell, viết tắt DSSC) là một trong những thiết bị chuyển đổi quang năng thành điện năng bên cạnh pin mặt trời bán dẫn truyền thống. Điểm khác biệt cơ bản của DSSC so với pin bán dẫn tiếp xúc là sử dụng chất nhạy quang hấp phụ trên nền TiO_2 . Năm 1991, nhóm nghiên cứu do giáo sư Michael Gratzel [2, 3] đứng đầu tại trường Đại học Bách khoa Liên bang Thụy sĩ-Lausanne (EPFL) đã phát triển loại pin mới này dựa trên tinh thể nano TiO_2 hấp phụ chất màu nhạy quang và đã đạt được hiệu suất chuyển hóa quang điện hơn 7%.

Các pin mặt trời hữu cơ sử dụng chất màu

nhạy quang (DSSC) đã cho chúng ta thấy sự thay thế đáng tin cậy về kinh tế và công nghệ của các thiết bị quang điện kiểu liên kết p-n hiện nay. Trong các thiết bị truyền thống, chất bán dẫn đảm bảo cả hai nhiệm vụ hấp thụ ánh sáng và vận chuyển hạt tải hoặc ngược lại. Trong pin mặt trời DSSC hai chức năng đó được thực hiện riêng biệt. Ánh sáng được hấp thụ bởi chất màu nhạy quang, chất này được hấp phụ trên bề mặt của một chất bán dẫn có năng lượng vùng cấm rộng. Sự tách biệt điện tích xảy ra trên bề mặt phân cách thông qua sự truyền (tiêm) electron từ chất màu nhạy sáng vào vùng dẫn của oxit bán dẫn. Các hạt tải di chuyển trong miền dẫn của chất bán dẫn tới điện

cực. Việc dùng chất nhạy quang có miền phổ hấp thụ rộng liên kết với các lớp màng oxit tinh thể nano cho phép nâng cao hiệu suất chuyển hóa pin mặt trời DSSC. Một trong những yếu tố làm ảnh hưởng tới hiệu suất của pin DSSC là màng xốp TiO_2 , thành phần quang trọng của điện cực anode. Trong quy trình chế tạo điện cực màng TiO_2 xốp sử dụng cho pin DSSC, việc kiểm soát được các thông số diện tích bề mặt, kích thước hạt, cấu trúc pha anatase, độ gồ ghề và độ dày của màng là rất cần thiết cho công nghệ chế tạo pin giá thành thấp. Kỹ thuật in lụa là một trong những kỹ thuật tạo màng mỏng đáng tin cậy và sử dụng trong sản xuất công nghiệp với chi phí thấp. Trong báo cáo này,

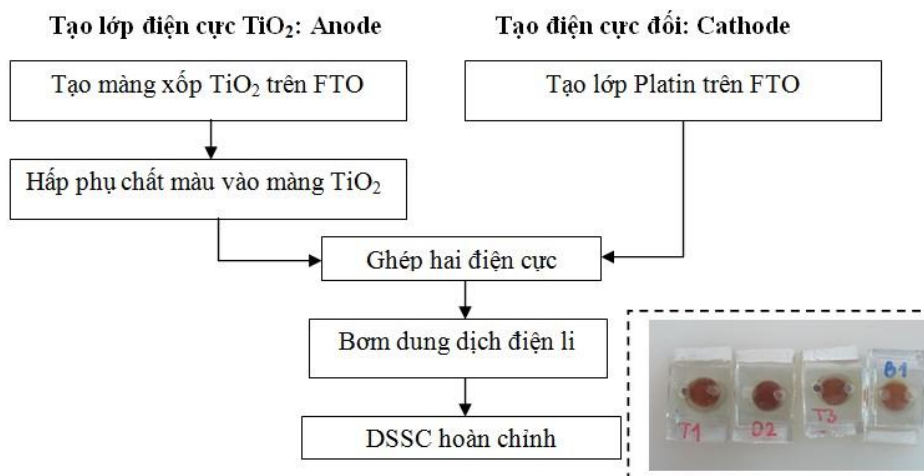
chúng tôi tập trung cải tiến quy trình chế tạo pin như kỹ thuật tạo màng TiO_2 chịu sự ảnh hưởng của TiCl_4 , kỹ thuật ráp pin DSSC.

2. Thục nghiệm

2.1. Vật liệu và thiết bị

2.1.1. *Vật liệu:* Kính FTO thương mại mua từ hãng dyesol của Úc với kích thước 10cmx10cmx2.3mm, keo Titan đioxit thương mại cũng được mua từ hãng dyesol của úc (TiO_2), tấm Polymer surlyn, chất màu nhạy quang N719, keo platin dùng để chế tạo điện cực cathode.

2.1.2. Quy trình chế tạo



Hình 1. Sơ đồ chế tạo pin mặt trời DSSC

* Chế tạo điện cực anode

+ **Xử lý FTO:** Kính FTO được cắt ra thành những miếng nhỏ và có diện tích là 2cm x 1.5cm x 2.3 mm. Sau đó, kính được rửa bằng nước thường, ngâm vào dung dịch xà phòng và đánh siêu âm trong 30 phút. Tiếp theo, rửa bằng nước cất 3 lần. Kính được đem đi sấy khô ở nhiệt độ 90⁰c trong tủ sấy. Sau đó, kính được lưu trữ để chế tạo màng TiO_2 [1].

+ **Tạo màng TiO_2 :** Màng TiO_2 được chế tạo bằng phương pháp in lụa, khung in có diện tích 0,28cm². Đặt kính FTO vừa xử lý dưới khuôn in lụa (mặt dẫn hướng lên) và tiến hành quét 3 lần. Tiếp theo, tiến hành nung màng ở nhiệt độ 450⁰c

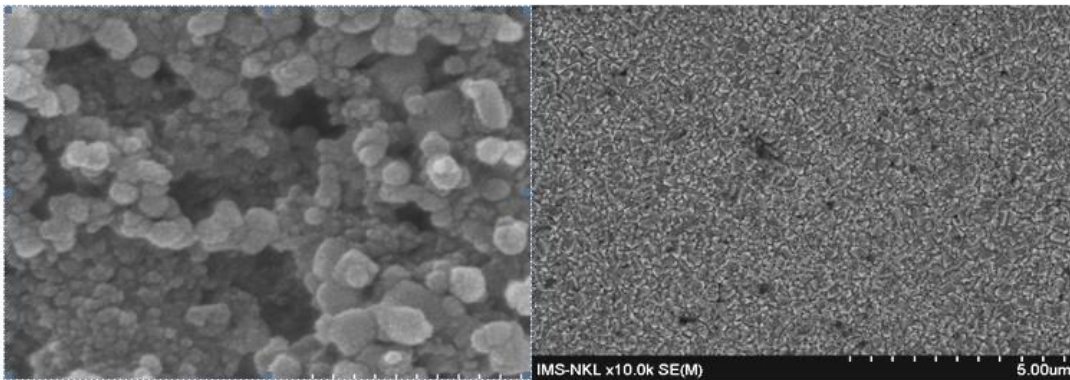
trong 5 phút sau đó tăng lên 500⁰c trong 30 phút. Tắt máy hạ xuống còn 70⁰c đem ngâm trong dung dịch TiCl_4 40mM trong 30 phút. Cuối cùng rửa màng lại bằng nước cất, sau đó nung màng TiO_2 ở 500⁰c trong 30 phút. Màng nung xong được ngâm vào dung dịch chất màu N719 trong thời gian 24 giờ ở nhiệt độ phòng trong điều kiện tối. Sau đó được rửa sạch bằng ethanol 3 lần và để khô tự nhiên. Điện cực anode đã hoàn thành [1].

* **Chế tạo điện cực cathode:** Màng thủy tinh dẫn điện được khoan hai lỗ tròn có đường kính 1mm, khoan từ mặt dẫn xuống. Kính được rửa bằng nước thường, ngâm vào dung dịch xà phòng và đánh siêu âm trong 30 phút. Đem sấy

khô ở nhiệt độ 90⁰c trong 5 phút. Sau đó tiến hành quét platin một lớp. Cuối cùng đem sấy khô ở nhiệt độ 450⁰c trong 5 phút [1].

* **Quá trình ráp pin:** Một miếng Surlyn được dán giữa anode và Cathode, sau đó tiến hành gia nhiệt, nhiệt độ sẽ làm cho miếng Surlyn chảy ra và kết dính hai điện cực lại với nhau.

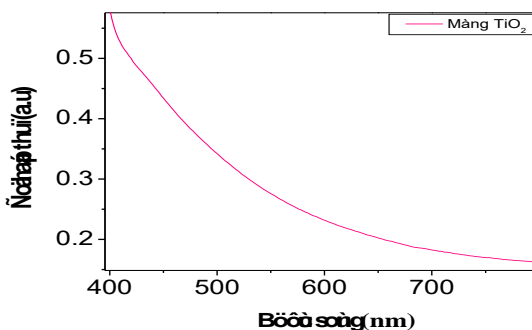
* **Bơm dung dịch điện ly:** Dung dịch điện ly được bơm vào pin qua lỗ khoan trên cathode. Cuối cùng bịt nắp lỗ khoan bằng một miếng thủy tinh.



Hình 2. Ảnh FE-SEM của màng TiO_2 và của màng Platin trên đế FTO

Để khảo sát bề mặt của điện cực anode chúng tôi tiến hành chụp ảnh FE-SEM của màng TiO_2 . Hình 2 trái là hình ảnh FE-SEM của màng, ta có thể thấy màng TiO_2 khá xốp. Điều này rất tốt cho pin vì độ xốp càng cao thì diện tích bề mặt hấp thụ chất màu càng lớn. Các hạt TiO_2 có dạng gần hình cầu và đường kính trung bình khoảng 20-25nm. Hình 3 phải là ảnh FE-SEM của điện cực cathode, các phân tử platin phân bố rất đồng đều, bề mặt màng khá nhẵn và khá tốt phù hợp cho pin mặt trời.

3.1.2. Phổ hấp thụ của màng TiO_2



2.1.3. Các thiết bị dùng để nghiên cứu pin mặt trời: Phổ hấp thụ, hệ đo đường đặc trưng I-V tại phòng Hóa Lý Ứng Dụng Đại học Khoa Học Tự Nhiên. Ảnh FE-SEM được chụp tại viện khoa học vật liệu TP HCM. Phổ nhiễu xạ tia X được đo tại trung tâm Manar ở Thủ Đức. Phổ Raman được đo tại phòng thí nghiệm nano Thủ Đức.

3. Kết quả và thảo luận

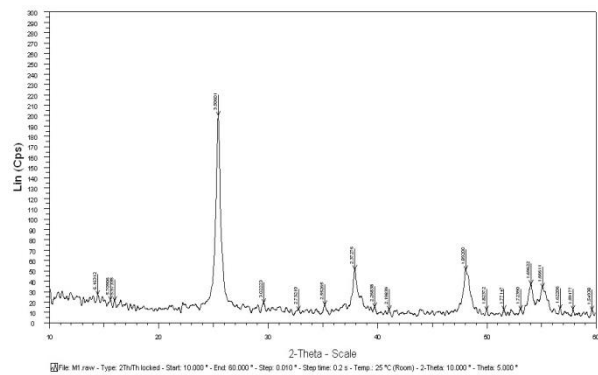
3.1. Tính chất quang của màng TiO_2

3.1.1. Kết quả SEM đo màng xốp TiO_2 trên đế FTO và màng Platin trên đế FTO

Hình 3. Phổ hấp thụ của màng TiO_2

TiO_2 có là vật liệu bán dẫn có độ rộng vùng cấm lớn khoảng 3,2eV, tương đương với đỉnh hấp thụ ở bước sóng 388nm. Điều này có nghĩa là màng TiO_2 trong suốt hoàn toàn đối với ánh sáng khả kiến.

3.1.3. Kết quả phổ nhiễu xạ tia X



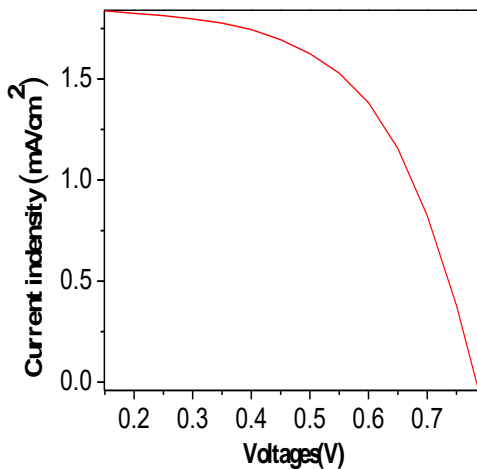
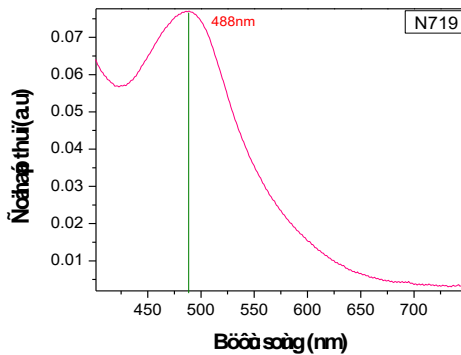
Hình 4. Phổ nhiễu xạ tia X của màng TiO_2

Để khảo sát cấu trúc của màng TiO_2 chúng

tôi tiến hành khảo sát phổ nhiễu xạ tia X. Từ phổ nhiễu xạ tia X (Hình 4) chúng ta nhận thấy xuất hiện các đỉnh nhiễu xạ ở các vị trí $2\theta = 25,37^{\circ}$, $37,76^{\circ}$, $48,05^{\circ}$ tương ứng với pha Anatase của tinh thể TiO_2 ứng với các mặt mạng (101),(004),(200). Điều này chứng tỏ rằng keo thương mại TiO_2 mà chúng tôi sử dụng dùng để chế tạo DSSC ở dạng cấu trúc Anatase.

3.2. Chất màu nhạy quang

3.2.1. Phổ hấp thụ của chất màu nhạy quang N719



Hình 7. Đường đặc trưng I-V của pin mặt trời DSSC sau khi cải tiến quy trình chế tạo

4. Kết luận

Bằng phương pháp in lụa, chúng tôi đã chế tạo thành công điện cực cathode và anode. Màng TiO_2 được ngâm vào dung dịch TiCl_4 40mM. Các

Hình 5. Phổ hấp thụ UV-Vis của chất màu N719

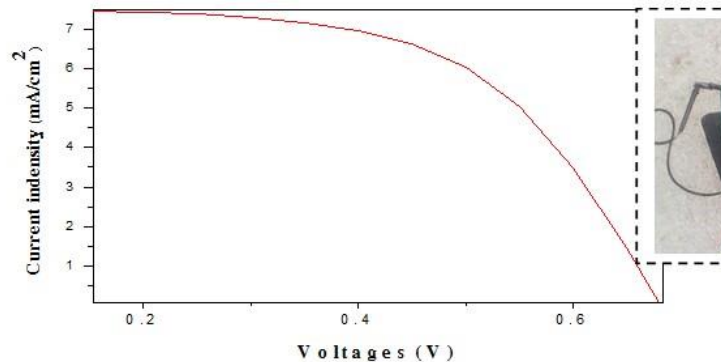
Từ phổ hấp thụ của chất màu Hình 5 ta thấy rằng đỉnh của phổ hấp thụ nằm trong vùng ánh sáng khả kiến và bước sóng của đỉnh hấp thụ khoảng 488nm. Điều này chứng tỏ nó hấp thụ ánh sáng khả kiến. Khi đó, nó sẽ sinh ra các electron và chuyển điện tích được hấp thụ vào lớp bề mặt tinh thể nano xốp TiO_2 . Vì vậy, chất màu N719 phù hợp ứng dụng làm chất màu nhạy quang trong pin mặt trời DSSC.

3.3. Kết quả đo hiệu suất của pin mặt trời

Hình 6. Đường đặc trưng I-V của pin mặt trời

Từ đồ thị đường đặc trưng I-V của pin, hiệu suất chế tạo ban đầu khi chúng tôi chưa cải tiến quy trình 1,8%. Các thông số thể mạch hở,

dòng ngắn mạch và hệ số nhân lần lượt là 0.74V, 4.13 mA, 0.58. Kết quả này còn khá thấp so với mục tiêu đề ra nên chúng tôi tiến hành cải tiến quy trình chế tạo. Cụ thể là ngâm TiO_2 vào dung dịch TiCl_4 40mM sau khi nung, sau đó chúng tôi chế tạo một loạt các pin và đạt được hiệu suất cao nhất là 3.02%. Các thông số thể mạch hở, dòng ngắn mạch và hệ số nhân lần lượt là 0.68 V, 7.38 mA, 0.59. Dựa vào các kết quả đo được, chúng tôi vẽ được đường đặc trưng I-V của pin mặt trời.



kết quả nghiên cứu tính chất quang thông qua phổ hấp thụ, hình thái bề mặt phân tích bằng ảnh SEM, cấu trúc thông qua phổ nhiễu xạ tia X (XRD) và phổ Raman được đưa ra thảo luận. Hiệu suất thu

được cao nhất của pin là 3,02%. Như vậy, chúng tôi đã chế tạo thành công pin mặt trời sử dụng chất màu nhạy quang N719 và khảo sát tính chất quang của pin DSSC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Thái Hoàng (2010), “Nghiên cứu điều kiện chế tạo, tính năng của pin mặt trời chất màu nhạy quang (DSC) và động học các quá trình hóa lý xảy ra trong pin”, *Luận án tiến sỹ hóa học*, Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, TP Hồ Chí Minh.
- [2] O'Regan. B, Gratzel. M, Nature (1991), 353, 737.
- [3] Ito. S, Murakami. T. N, Comte. P, Liska. P, Gratzel. C, Nazeeruddin. M. K, Gratzel. M. Thin Solid Films (2008), 516, 4613-4619.