همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹- ۱ و ۲ آبان
Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24

بهینه‌سازی طول عمر سلول‌های خورشیدی پروسکایتی توسط محصورسازی با پلیمر پلی کربنات

آسیه نظری‌مفرد[۱]، سید محمدباقر قریشی[۲]

[۱]گروه لیزرفوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
[2]گروه لیزرفوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

چکیده: یکی از چالش‌های اساسی در مورد ساختارهای سلول‌های خورشیدی پروسکایتی (PSCs۳)، حساسیت بالای آن‌ها در مقابل رطوبت و اکسیژن محیط است که طول عمر این ادوات را به شدت کاهش می‌دهد. در این راستا یک روش محصورسازی برای PSCs ارائه شده است. محصورسازی عبارت است از به کار بردن یک ماده غیر واکنش دهنده به دور ادوات، که از نفوذ اکسیژن و رطوبت محیط جلوگیری می‌کند. این روش شامل قرار دادن یک لایه نازک از مواد پلیمری از قبیل PMMA، EVA و PC، سپس پوشش شیشه‌ای و در نهایت استفاده از چسب اپوکسی است. پس از محصور سازی، نمونه‌ها به مدت ۱۰ ساعت تحت رطوبت ۹۰ درصد و دمای محیط ۴۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند و مشاهده شد که بازدهی سلول تحت شرایط ذکر شده، فقط ۱,۹۶ درصد کاهش یافت.

کلید واژگان: محصورسازی؛ سلول خورشیدی پروسکایتی؛ لایه نازک پلیمرPC؛ طول عمر، بازده سلول

Optimizing the lifespan of perovskite solar cells with polycarbonate polymer encapsulation

Asiyeh Nazarimofrad[1], S.M. Bagher. Ghorashi[2]

1 Dept. of Laser and photonics, Faculty of Physics, University of Kashan, Kashan, Iran.

2 Dept. of Physics, Faculty of Basic Sciences, University of Kashan, kashan, Iran.

Abstract: High sensitivity to ambient moisture and oxygen is one of the most important challenges in perovskite solar cells (PSCs), which reduces the devices lifespan. In this regard, an encapsulation method has been developed for PSCs. Encapsulation is the application of a non-reactive substance around the device, which prevents the penetration of oxygen and moisture. this method includes placing a thin layer of polymeric materials such as PMMA, EVA and PC, then glass cover and finally using epoxy adhesive. After encapsulation, the samples were subjected to 90% humidity and 40 °C temperature for 10 hours. It was observed that the cell efficiency under the mentioned conditions decreased by only 1.96%.

Keywords: Encapsulation, Perovskite solar cell, Polymeric materials, Solar cell efficiency.

[1] as.nazari1996@grad.kashanu.ac.ir
[2] mghorashi@kashanu.ac.ir
[3] Perovskite Solar Cells

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]

۱- مقدمه

امروزه انرژی جایگاه ویژه‌ای را در سطح بین المللی به خود اختصاص داده است. محدودیت منابع فسیلی و رشد روز افزون مصرف انرژی در میان ملت‌ها، آینده بشریت را با تهدیدهای جدیدی مواجه نموده است[۱و۲]. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که میزان تقاضای جمعیت جهانی به انرژی در سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۳تراوات می‌رسد [۳]. دیودهای نورگسیل آلی[1](OLED) و منابع خورشیدی به دلیل کم مصرف بودن، می‌توانند نقش قابل توجهی در حل بحران انرژی داشته باشند[۴]. لذا برای ارائه بهترین عملکرد ادوات نامبرده باید طول عمر آنها را با فناوری محصورسازی افزایش داد. فرایند محصورسازی در OLED توسط لایه نشانی لایه نازک SiO/Si3N4 طول عمر آن را از ۲۵۹۴ ساعت به ۵۶۹۴ساعت می‌رساند[۵]. سلول‌های خورشیدی سیلیکونی نسل اول با یک لایه چسب شفاف از جنس پلی ونیل استات[2] [۶] و سلول‌های خورشیدی لایه نازک با ماده انکپسولانت، محصورشده‌اند[۷]. بنابراین، برای محصورسازی سلول خورشیدی پروسکایتی نسل سوم و افزایش طول عمر آن روشی ارائه داده می‌شود.

۲- فناوری ساخت و محصورسازی

روش ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی بسیار متنوع است، اما در بین آنها می‌توان یک روش ساخت واحد را در نظر گرفت. بر این اساس، روش ساختار زیر توضیح داده می‌شود:

FTO / bl-TiO2 / mp-TiO2 / Perovskite(CH3NH3PbI3) / Spiro-OMETAD / Au

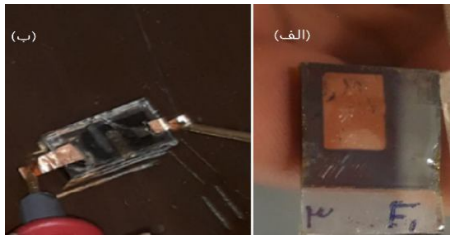
ابتدا برای جلوگیری از اتصال کوتاه، باید مقداری از رسانای شفاف FTO از روی شیشه لایه برداری شود. بدین منظور، از پودر روی و محلول هیدروکلریک اسید دو مولار استفاده می‌شود. سپس نوبت به لایه نشانی لایه‌ی سد کننده الکترون (bl-TiO2) می‌رسد. در ادامه PbI2 را در ظرف ریخته و حلال DMF و DMSO را به آن اضافه کرده و پودر MAI را به آن افزوده تا محلول نهایی پروسکایت آماده شود و آن را روی نمونه توزیع کرده، اجازه داده می‌شود تا نفوذ کند. مواد انتقال‌دهنده‌ی حفره که در این ساختار از Spiro-OMETAD استفاده شده با روش لایه‌نشانی چرخشی روی لایه‌ی پروسکایت لایه‌نشانی شده اند. در نهایت، برای لایه‌نشانی کاتد، می‌توان از طلا به دلیل تابع کار مناسب آن، با روش تبخیر حرارتی در خلا استفاده کرد. فناوری محصورسازی بخش مهمی از تکنولوژی ساخت سلول‌های خورشیدی نسل سوم را در بر می‌گیرد. لذا با توجه به اهمیت طول عمر سلول‌های خورشیدی، فناوری محصورسازی جایگاه ویژه‌ای پیدا می‌کند که با روش‌های مختلفی قابل انجام است. مواد محصورکننده، باید دارای شکست دی الکتریک بالا باشند که با ضریب شکست دیگر لایه‌ها مطابقت داشته و حجم زیادی از مقاومت را دارا باشند. همچنین این مواد باید کم هزینه بوده، ثبات ابعادی داشته باشند و لایه نشانی آن‌ها، راحت باشد. بنابراین، بعد از ساخت PSC_s و مشخصه‌یابی جریان- ولتاژ و محاسبه بازدهی آن، با مواد آلی و معدنی متفاوت پوشش داده شده است تا بهترین ماده با خصوصیات ذکر شده تعیین گردد. برای محصور کردن سلول مورد نظر ابتدا از الکترودهای سلول به‌وسیله نوار چسب رسانای مسی اتصال گرفته می‌شود و پلیمر پلی کربنات[3](PC) به عنوان ماده محصورساز PSCs که تمامی خصوصیات لازم را دارا است با حلال دی کلرومتان ترکیب می‌شود و به مدت ۱ ساعت روی همزن مغناطیسی قرار می‌گیرد تا محلول یکنواختی ایجاد شود سپس با براش، سطح یکنواختی از

[1] Organic Light Emitting Diode
[2] Poly vinyl acetate
[3] Poly Carbonate

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

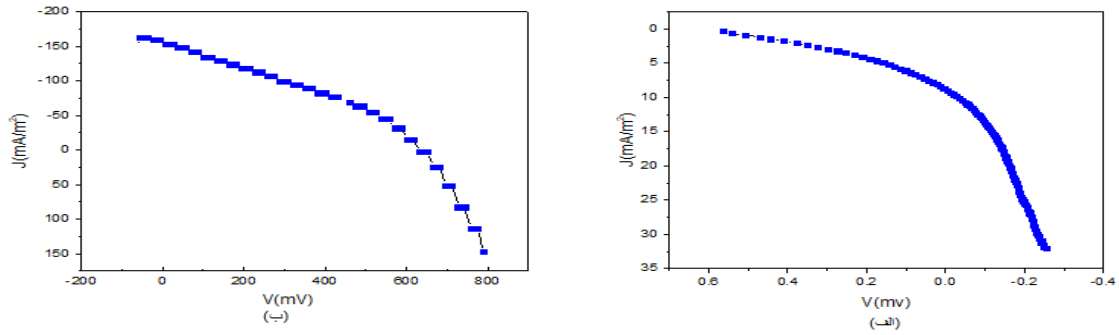
[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]

این محلول روی سلول نشانده می‌شود، در ادامه لام را روی سلول گذاشته و آن را تحت فشار قرار داده می‌شود تا پس از گذشت ۲۰دقیقه چسبندگی و استحکام کافی حاصل شود. برای آب‌بندی ساختار مورد نظر اطراف آن با UV اپوکسی پوشش داده می‌شود و به مدت ۴ دقیقه تحت تابش نور UV قرار می‌گیرد تا به طور کامل خشک شود. سپس به مدت ۱۰ ساعت نمونه‌ها تحت رطوبت ۹۰ درصد و دمای ۴۰ درجه‌ی سانتیگراد قرار می‌گیرند تا بازدهی آن‌ها مجددا اندازه‌گیری شود. در شکل ۱ تصویر سلول قبل و بعد از محصورسازی نشان داده شده است.



شکل1- (الف)سلول خورشیدی پروسکایتی قبل از محصورسازی، (ب)سلول خورشیدی محصور شده با پلیمر PC و پوشش شیشه‌ای که تحت شرایط جوی معین و گذشت مدت زمان لازم همچنان پایداری نشان می‌دهد.

همچنین در شکل ۲ نمودار جریان-ولتاژ سلول آورده شده است که نشان می‌دهد بازدهی سلول فقط به اندازه ۱,۹۶ درصد کمتر شده است در صورتی که بازدهی سلول محصور نشده پس از گذشت مدت زمانی کوتاه و در اثر شرایط مذکور، به صفر می‌رسد و همین امر به خوبی نشانگر مفید واقع شدن فرایند محصورسازی است.



شکل2- (الف) نمودار چگالی جریان-ولتاژ سلول خورشیدی پروسکایتی قبل از محصور سازی (ب) بعد از محصور شدن و پس از گذشت ۱۰ ساعت و تحت رطوبت و دما

مراجع

[1] P. Boland, K. Lee, G. Namkoong, **Solar Energy Materials and Solar Cells 94**, (2010) .
[۲] C. Liang, Y. Wang, D. Li, X. Ji, F. Zhang, Z. He, **Solar Energy Materials and Solar Cells** 127, (2014).
[۳] P. V. Kamat, **The Journal of Physical Chemistry C**, Vol. 111, No. 7, (2007).
[۴] C. Li, M. Liu, N. G. Pschirer, M. Baumgarten, K. Mullen, **Chemical Reviews**, vol. 110, (2010).
[۵]J.-A. Jeong and H.-K. Kim, **Thin Solid Films**, vol. 547, pp. 63–67, (2013).
[۶] M. A. Green, **Prog. Photovoltaics Res**, vol. 17, no. 3, pp. 183–189,(2009).

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]