بیست و هفتمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و سیزدهمین کنفرانس
مهندسی و فناوری فوتونیک ایران،
دانشگاه سیستان و بلوچستان،
زاهدان، ایران.
۱۴-۱۶ بهمن ۱۳۹۹

کد مقاله : ۱-۲۵۳۲-۱۰-A

کپسول کردن سلول خورشیدی پروسکایتی در مقابل رطوبت و حرارت با پلیمر پلی متیل متاکریلات به منظور افزایش پایداری آن

آسیه نظری مفرد؛ سید محمد باقر قرشی
as.nazari1996@grad.kashanu.ac.ir, mghorashi@gmail.com

گروه لیزرفوتونیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران

چکیده - یکی از چالش‌های اساسی در مورد ساختارهای سلول‌های خورشیدی پروسکایتی (PSCs)، 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 مانند PMMA، سپس پوشش شیشه‌ای و در نهایت استفاده از چسب اپوکسی است. پس از محصور سازی، نمونه‌ها به مدت ۵ ساعت تحت رطوبت 85 درصد و دمای محیط 85 درجه سانتیگراد قرار گرفتند و مشاهده شد که بازدهی سلول تحت شرایط ذکر شده، فقط 0.69 درصد کاهش یافت.

کلید واژه- کپسول کردن، سلول خورشیدی پروسکایتی، پلیمر PMMA، طول عمر، پایداری

Encapsulation of perovskite solar cell against moisture and heatwith Polymethyl methacrylate polymer toenhance its stability

AsiyehNazarimofrad, seyyedmohammadbagherGorashiDepth of Laser and photonics, Faculty of physics, 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, then glass cover and finally using epoxy adhesive. After encapsulation, the samples were subjected to 85% humidity and 85°C temperaturefor ۵ hours.It was observed that the cell efficiency under the mentioned conditions decreased by only 0.69%.

Keywords:Encapsulation, Perovskite solar cell, PMMA Polymer, Lifetime, Stability

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

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[۱]. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که میزان تقاضای جمعیت جهانی به انرژی در سال ۲۰۵۰ به حدود ۱۳تراوات می‌رسد [۲]. منابع خورشیدی به دلیل کم مصرف بودن، می‌توانند نقش قابل توجهی در حل بحران انرژی داشته باشند[۳]. لذا برای ارائه بهترین عملکرد، باید طول عمر آنها را با فناوری محصورسازی افزایش داد. سلول‌های خورشیدی سیلیکونی نسل اول با یک لایه چسب شفاف از جنس پلی ونیل استات۱[۴] و سلول‌های خورشیدی لایه نازک با ماده انکپسولانت، محصور شده‌اند[۵]. بنابراین، برای محصورسازی سلول خورشیدی پروسکایتی نسل سوم و افزایش طول عمر آن روشی ارائه داده می‌شود.

روش ساخت

روش ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی (PSCs[۲]) 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 برداریشود. 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 روش-های 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 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 متیل متاکریلات[۳](PMMA) به عنوان ماده محصورساز PSCs که تمامی خصوصیات لازم را دارا است با حلال کلرو بنزن ترکیب می‌شود و به مدت ۱ ساعت روی همزن مغناطیسی قرار می‌گیرد تا محلول یکنواختی ایجاد شود سپس با براش، سطح یکنواختی از این محلول روی سلول نشانده می‌شود، در ادامه لام را روی سلول گذاشته و تحت فشار قرار داده می‌شود تا پس از گذشت ۲۰ دقیقه 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 ۵ ساعت نمونه‌ها تحت رطوبت ۸۵ درصد و دمای ۸۵ درجه‌ی سانتیگراد قرار گرفتند تا بازدهی آن‌ها مجددا اندازه‌گیری شود. در شکل ۱ تصویر سلول خورشیدی

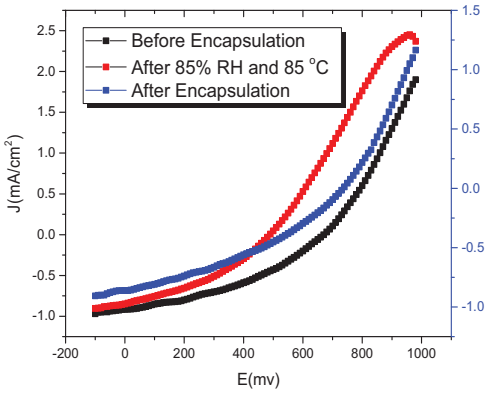
[1] Poly vinyl acetate
[2] Perovskite Solar Cells
[3] Polymethyl methacrylate

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

پروسکایتی کپسول شده و سلول رفرنس بدون پوشش کپسول بعد از اعمال شرایط تعیین شده، آورده شده است.

شکل ۱: مقایسه سلول کپسول شده(۱)و سلول رفرنس(۲) بعد از اعمال رطوبت 85% RH و حرارت 85 °C

همانطور که در شکل بالا آورده شده است، سلول رفرنس بعد از اعمال رطوبت و حرارت تقریبا به طور کامل تخریب شده است درحالیکه سلول کپسول شده بدون تغییر باقی مانده است و ماده کپسول کننده از ساختار محافظت کرده است.



شکل ۲: نمودار جریان-ولتاژ PSCs، قبل و بعد از کپسول کردن و بعد از اعمال رطوبت 85% RHو حرارت 85 °C

برای مقایسه پایداری PSCs قبل و بعد از کپسول کردن در سه مرحله از ساختارهای مورد نظر آنالیز جریان –ولتاژ گرفته شده است: الف) قبل از کپسول کردن ب) بعد از کپسول کردن با پلیمر PMMA و پوشش شیشه ای و آب بندی با اپوکسی UV ج) بعد از اعمال رطوبت و حرارت، که نمودارهای آن‌ها به ترتیب به رنگ مشکی، آبی و قرمز در شکل ۲ آورده شده است.در شکل ۲، بازدهی سلول رفرنس(قبل از کپسول کردن)، ۱.۹۷٪ است، بعد از کپسول کردن ۱.۹۱٪ و بعد از اعمال رطوبت و حرارت به ۱.۲۸٪ رسیده است که پارامترهای اساسی آن بصورت خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: پارامترهای مختلف PSCs در دوره‌های متفاوت

شرایط / پارامترها	قبل از کپسول	بعد از کپسول	اعمال رطوبت و حرارت
FF	38%	37%	36%
□	1.97	1.91	1.28
$J_{sc}(mA/cm^2)$	7.62	7.17	7.07
$V_{oc}(mV)$	680	740	490

نتیجه‌گیری

در این پژوهش تاثیر کپسوله کردن بر طول عمر و پایداری PSCs بررسی گردید و پس از تست مواد مختلف، مشاهده شد که استفاده از پوشش پلیمری به عنوان ماده کپسول کننده نقش موثرتری نسبت به دیگر مواد ایفا می‌کند. همچنین به طور خاص، اثرات ماده PMMA بر روی ساختار مورد نظر بررسی شد و نمودارها و نتایج قبل و بعد از به کار بردن این ماده حاکی از مفید واقع شدن آن در مقابل نفوذ رطوبت و حرارت در ساختار است.

مرجع‌ها

[1] P. Boland, K. Lee, G. Namkoong, **Solar Energy Materials and Solar Cells 94**, (2010) .

[2] C. Liang, Y. Wang, D. Li, X. Ji, F. Zhang, Z. He,**Solar Energy Materials and Solar Cells** 127, (2014).

[3] P. V. Kamat, **The Journal ofPhysical Chemistry C**, Vol. 111, No. 7, (2007).

[4] C. Li, M. Liu, N. G. Pschirer, M. Baumgarten,K. Mullen, **ChemicalReviews**, vol. 110, (2010).

[5] 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 دسترس باشد.