بیست و ششمین کنفرانس اپتیک و
فوتونیک ایران و دوازدهمین
کنفرانس مهندسی و فناوری
فوتونیک ایران،
دانشگاه خوارزمی،
تهران، ایران.
۱۵-۱۶ بهمن ۱۳۹۸

رشد کامپوزیت نانومیله‌های اکسیدروی و پلیمرهای رسانا بر بستر پارچه کربنی

زهرا پاینده‌داری‌نژاد[۱]، علی غفاری‌نژاد[۲]، شهاب نوروزیان[۱]، بیژن غفاری[۱*]

۱- دانشکده فیزیک، دانشگاه علم و صنعت ایران،تهران، ایران

۲- دانشکده شیمی،دانشگاه علم و صنعت ایران،تهران، ایران

Za.payaneh@gmail.com[1], ghaffarinejad@iust.ac.ir[2], sh.norouzian@gmail.com[1]

ghafary@iust.ac.ir[1*]

چکیده - در این مقاله، رشد کامپوزیتی از نانوساختارهای اکسید روی و پلی‌آنیلین به عنوان یک اتصالp-n به منظور استفاده در قطعات فتونیکی بررسی شده است. هر دو ساختار بوسیله روش الکتروشیمیایی بر روی پارچه کربنی رشد داده شده‌اند. مورفولوژی و شکل ساختار با تصویر SEM بررسی شده و با آنالیز EDX-MAP وXRD وجود ، مقدار مواد وشکل بلور، در نمونه‌ها بررسی شده است. در پایان نشان داده می‌شود که این اتصال می‌تواند به طور بالقوه در ساخت قطعات اپتوالکترونیکی به‌خصوص آشکارسازهای نوری استفاده شود.

کلید واژه- اکسیدروی، پلی‌آنیلین، روش الکتروشیمیایی

Nanorode zno and co**nductive po**ly**me**r composite synthesis on carbon cloth substrate

Zahra Payandehdarinejad[۱], Ali Gaffarinejad[۲], Shahab Norouzian[۱] and Bijan Ghaffari[1*]

1-Department of Physic , Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

2-Department of Chemestry , Iran University of Science and Technology , Tehran, Iran

Abstract- In this article, we have developed synthesis of a new composite by zincoxide nanoparticles and polyaniline as a p-n junction to be used in photonic device. Both structures are synthesized based on a carbon cloth through electrochemical methods. Morphological analysis were performed by SEM imaging and proportion of materials were analyzed and measured by EDX-MAP and XRD.Finally, it was shown that this new pn junction may have potential application in photoelectronic devices as photodetector.

Keywords: zincoxide, polyaniline, electrochemical method

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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-06-19]

مقدمه

روی‌اکسید در مقیاس نانو، یک نیمه‌هادی نوع n با شفافیت زیاد در دمای اتاق است و به علت جذب اشعه فرابنفش دارای کاربردهای ویژه‌ای از قبیل استفاده در ابزارهای نوری و فوتوالکترونیکی، سطوح صوتی، مواد پیزوالکتریک، فوتودیود، سلول خورشیدی و... می‌باشد[۱]. اکسیدروی دارای یکی از غنی‌ترین نانوساختارها از نظر تنوع مورفولوژی و کاربرد است، که باعث بروز ویژگی‌ها و کاربردهای منحصر به فردی در آن می‌گردد. از انواع مورفولوژی‌های نانوساختار اکسیدروی به مورفولوژی کروی، صفحه‌ای، ویسکرز و گل مانند می‌توان اشاره کرد[۱]. گزارش های زیادی توسط گروه‌های محقق داده شده که یک اتصال بین نیمه هادی‌های نوع n و p باعث بهبود پاسخدهی نور در دیودهای نوری خواهد شد[۲]. برخی از پلیمرهای رسانا که با اندکی دوپ‌شدگی نیمه رسانای نوع p هستند می‌توانند این اتصال را با اکسید روی برقرار کنند. به عنوان یک نیمه هادی نوع p موفق می‌توان از پلی‌آنیلین نام برد[۳]. نانوساختارهای پلی‌آنیلین در تجهیزات اپتوالکترونیکی از اهمیت زیادی برخوردار هستند. اتصال نانوساختارهای اکسیدروی و این پلیمررسانا باعث بوجود آمدن ناحیه تخلیه شده و در اثر برخورد نور در ناحیه‌ی تخلیه الکترون-حفره تولید می‌شود[۴].

پارچه‌های کربنی بستری مناسب برای رشد این ساختارها می‌باشند که علاوه بر تمایل نشست نانوساختارها برروی آن‌ها به علت رسانایی خوب، توان انتقال الکترون‌های تولید شده را دارند.

این مقاله به هدف ساخت دیود نوری و در ادامه، استفاده از آن‌ها در ساخت آشکارساز نوری، به رشد کامپوزیتی از روی‌اکسید و پلیمرهای رسانا، بر بستری از پارچه‌های کربنی پرداخته است.

روش انجام آزمایش

ابتدا باید نانومیله‌های روی‌اکسید با روش الکتروشیمیایی بر زیر لایه‌ی پارچه‌کربنی نشانده شود. برای این کار به محلول الکترولیتی نیاز داریم که شامل آمونیم نیترات ۰,۰۵ مولار و روی‌نیترات ۰,۰۱ مولار در دمای ۷۰ درجه است و به مدت ۱ ساعت جریان ۲ میلی آمپر را از آن عبور می‌دهیم تا ساختارهای میله‌ای روی‌اکسید بدست آید. سپس با قرار دادن دوباره این ساختارها در محلولی شامل ۰,۰۳ مولار پلی‌آنیلین در۵ میلی‌لیتر بافر فسفات ، با ۲۰ دور گردش با دامنه روبشی ۰,۴- تا ۱,۲ و سرعت روبش ۰,۰۳ ولت بر ثانیه باعث نشستن نانو ساختارهای آنیلین بر روی نانومیله‌های روی‌اکسید می‌شویم.

هر گونه تغییری در مراحل رشد اکسیدروی باعث به وجود آمدن ساختار متفاوتی از آن خواهد شد. در نتیجه باید با کمک تصاویر SEM از درست بودن مورفولوژی مورد نظر، اطمینان حاصل کرد.

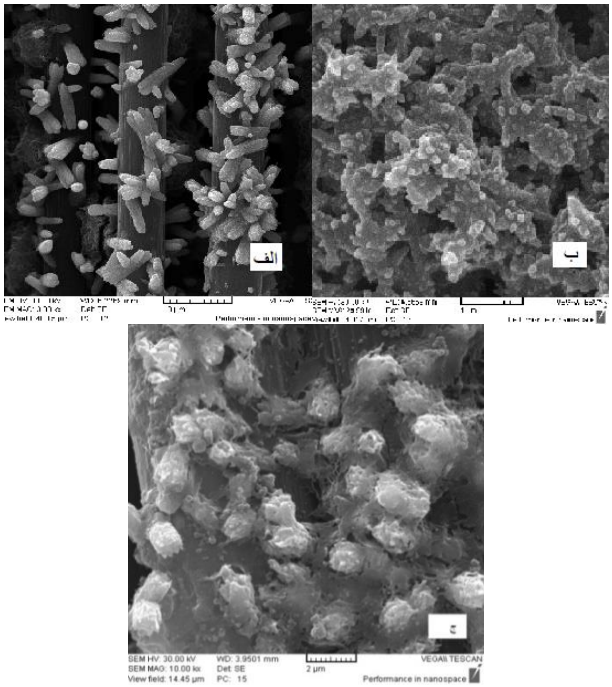
مورفولوژی بدست آمده بر روی این نمونه‌ها با تست‌های SEMوEDX-MAP وXRD بررسی شده است .

نتایج

نانوساختارهای میله‌ای روی‌اکسید خواص منحصر به فردی در انتقال الکترون دارند و به دلیل شکل ساختاریشان مسیر یک طرفه‌ای برای عبور الکترون‌ها بوجود می‌آورند . پس بهتر است در آشکارسازها، از ساختار میله‌ای اکسیدروی استفاده شود تا هم رسانایی بهتری داشته باشیم و هم نرخ بازترکیب الکترون‌ها و حفره‌ها کمتر شود[۵]. از کنار هم قرار گرفتن این دو نیمه هادی، نوعی دیود p-n شکل می‌گیرد و می‌توان پس از برخورد نور فرابنفش به این دیود، الکترون-حفره‌های تولید شده را تحت یک میدان الکتریکی خارجی جمع‌آوری کرد[۶].

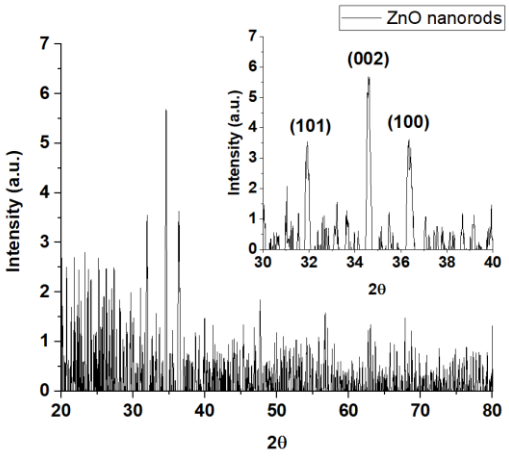
این مقاله درصورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-06-19]



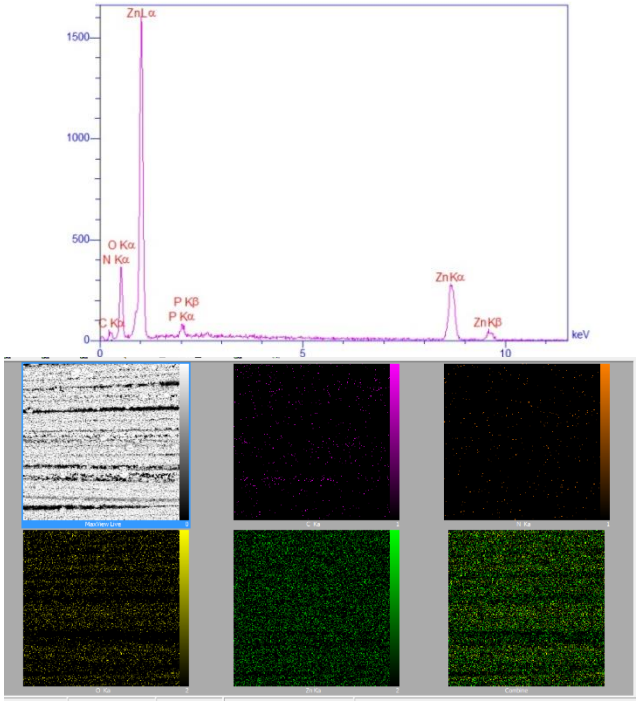
شکل۱: تصاویرSEM:تصویرالف نانومیله‌های اکسیدروی، تصویرب نانوسیم‌های پلی‌آنیلین،تصویر ج نانوکامپوزیت اکسیدروی-پلی آنیلین.

شکل(۱) تصویر الف نانومیله‌های اکسید روی می‌باشند و طول هر کدام از آن‌ها در حدود ۳ تا ۴ میکرومتر است. در تصویر ب ساختار آنیلین نشان داده شده، که به شکل نانوسیم‌هایی با قطر در حدود ۱۰۰نانومتر بر سطح پارچه-ی کربنی نشسته است. عکس ج کامپوزیت نانوساختار اکسید روی با آنیلین می‌باشد که به شکل یک اتصال p-n شکل گرفته‌اند.



شکل۲:الگویXRD از کامپوزیت اکسیدروی-آنیلین

شکل (۲) الگوی XRD مربوط به کامپوزیت روی‌اکسید-آنیلین را نشان می‌دهد. در این الگو پیک‌های مشاهده شده در زاویه‌ی بین۳۰ تا ۴۰ درجه می باشند که نشان دهنده رشد هگزاگونال بلور روی‌اکسید بر طبق استاندارد (JCPDS data card 36-1451) است. بلندتر شدن پیک مربوط به صفحه‌ی(002) نشان می‌دهد که بلور، مایل به رشد عمودی بر سطح زیر لایه می‌باشد. رشد عمودی بلور نشان‌دهنده شکل‌گیری نانومیله‌های روی‌اکسید است و همچنین نشان می‌دهد کامپوزیت کردن آن‌ها با پلیمر تاثیری بر شکل هگزاگونال اکسیدروی نگذاشته است.



شکل۳: نمودار EDX-MAP از کامپوزیت اکسیدروی-پلی‌آنیلین

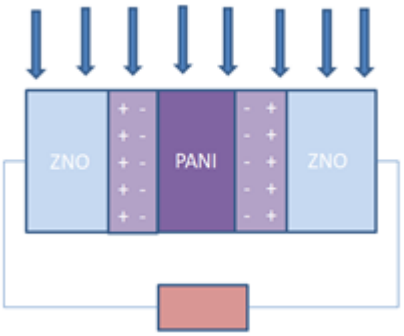
در شکل(۳) نمودار EDX-MAP نمونه کامپوزیت اکسیدروی و آنیلین را نشان می‌دهد.

همان‌طور که دیده می‌شود عناصر تشکیل دهنده هر دو ماده در نمونه وجود دارند و همچنین نشان می‌دهد مقدار ذرات عنصر روی، بیشتر از بقیه‌ی عناصر می‌باشد. می‌توان میزان ترکیب مواد سازنده کامپوزیت را با افزایش و یا

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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-06-19]

کاهش دوره‌های چرخه CV، به منظور بدست آوردن بهترین کارایی دیود نوری تغییر داد .



شکل۴: شماتیکی از یک دیود نوری بر پایه‌ی کامپوزیت اکسیدروی- پلی‌آنیلین

در شکل (۴) به طور شماتیک نشان داده شده که از کنار هم قرار گرفتن روی‌اکسید و پلی‌آنیلین ناحیه‌ی تخلیه بوجود می‌آید و با برخورد فوتون‌های نور فرابنفش به این ناحیه، الکترون-حفره تولید می‌شود و این الکترون-حفره‌ها تحت میدان الکتریکی خارجی به حرکت در آمده و جریان الکتریکی تولید می‌شود، در نمونه واقعی تعداد زیادی از این دیودها می‌توانند جریان قابل توجهی بوجود آورند که با اندازه‌گیری این جریان، میزان نور ورودی آشکارسازی می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که این دیودها پایه‌ی ساخت آشکارسازنورفرابنفش می‌باشند.

نتیجه گیری

رشد نانوساختارهای اکسیدروی با روش‌های متفاوتی انجام می‌شود. روش الکتروشیمیایی یکی از روش‌هایی است که، در زمان کوتاه و در شرایط ساده، منجر به رشد این نانوساختارها می‌گردد. در این پژوهش، رشد نانومیله-های اکسیدروی بر بستر پارچه‌های کربنی و سپس کامپوزیت کردن آن‌ها با نانوساختارهای پلی‌آنیلین به روش الکتروشیمیایی انجام شده است که به منظور ساخت یک اتصال p-n برای استفاده در یک آشکارساز نوری بررسی می‌شود.

مراجع

[1] A. Kolodziejczak-Radzimska and T. Jesionowski, “Zinc oxide-from synthesis to application: A review,” *Materials*. 2014.

[2] C. Xia, B. Xue, T. Wang, Y. Peng, and Y. Jia, “Interlayer coupling effects on Schottky barrier in the arsenene-graphene van der Waals heterostructures,” *Appl. Phys. Lett.*, 2015.

[3] Z. Zhang, Y. Zhou, S. Yu, M. Chen, and F. Wang, “Ag-BiOCl nanocomposites prepared by the oxygen vacancy induced photodeposition method with improved visible light photocatalytic activity,” *Mater. Lett.*, 2015.

[4] X. Lu *et al.*, “Large-area synthesis of monolayer and few-layer MoSe2 films on SiO2 substrates,” *Nano Lett.*, 2014.

[5] S. Hoang, S. Guo, N. T. Hahn, A. J. Bard, and C. B. Mullins, “Visible light driven photoelectrochemical water oxidation on nitrogen-modified TiO 2 nanowires,” *Nano Lett.*, 2012.

[6] H. Wang, G. Yi, X. Zu, P. Qin, M. Tan, and H. Luo, “Photoelectric characteristics of the p-n junction between ZnO nanorods and polyaniline nanowires and their application as a UV photodetector,” *Mater. Lett.*, 2016.

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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-06-19]