ساخت و مشخصه یابی دیود نور گسیل آلی آبی با مواد سنتز شده ی جدید با ساختار ITO/PEDOT:PSS/PVK:TPD:PBD:dopant/BCP/Ca/Al

افشین ابارقی[۱]، امیر انتظاری[۱]، خدابخش درزی نژاد[۲]، عزالدین مهاجرانی[۱]، مصطفی‌محمد پور امینی[۲]

[۱]تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی، پژوهشکده لیزر و پلاسما

[۲]تهران، اوین، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده شیمی

چکیده – در این مقاله از دو ماده ی سنتز شده ی جدید برای ساخت دیود های نور گسیل آلی آبی استفاده کردیم. این مواد نور گسیل به صورت جداگانه در یک سیستم میزبان-میهمان مورد استفاده قرار گرفت و سپس به عنوان لایه ی نور گسیل به صورت چرخشی لایه نشانی شدند. پس از بدست آوردن نتایج، عملکرد دو ماده در ساختار دیود نور گسیل مقایسه شد. نتایج جریان-ولتاژ نشان می دهند که قطعات ساخته شده با ماده ی سنتز شده ی ۱ نسبت به ماده ی دیگر ولتاژ روشن شدن کمتری دارند. همچنین طیف الکترولومینانس قطعات بیانگر این است که ماده ی سنتز شده ی ۱ دارای خلوص رنگی بهتری است. شدت روشنایی دیود ساخته شده با این ماده نیز بیشتر است.

کلید واژه- خلوص رنگی، دیود نور گسیل آلی، شدت روشنایی، لایه نور گسیل، ولتاژ روشن شدن

Fabrication and Characterization of a Blue Organic Light Emitting Diode with new synthesized materials structured ITO/PEDOT:PSS/PVK:TPD:PBD:dopant/BCP/Ca/Al

Afshin Abareghi[1], Amir Entezari[1], Khodabakhsh Darzinejad[2], Ezzedin Mohajerani[1], Mostafa Mohamad Pour Amini[2]

[1] Laser and Plasma Research Institute, Shahid Beheshti University, G.C., Tehran 1983963113, Iran

[2] Department of chemistry, Shahid Beheshti University, G.C., Tehran 1983963113, Iran

Abstract- In this paper, we used two new synthesized materials to fabricate blue organic light-emitting diodes. These emissive materials were used individually in a host-gest system and then spin coated as emissive layer. After obtaining the results, the performance of the two materials in the structure of the emitting diode was compared. The current-voltage characteristics indicate that the fabricated devices with synthesized material 1 have less turn on voltage than the other material. Also, the electroluminescence spectra of the devices reveals that synthesized material 1 has better color purity. The intensity of the diodes made with this material is also higher.

Keywords: color purity, emissive layer, intensity, organic light-emitting diodes, turn on voltage

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-15]

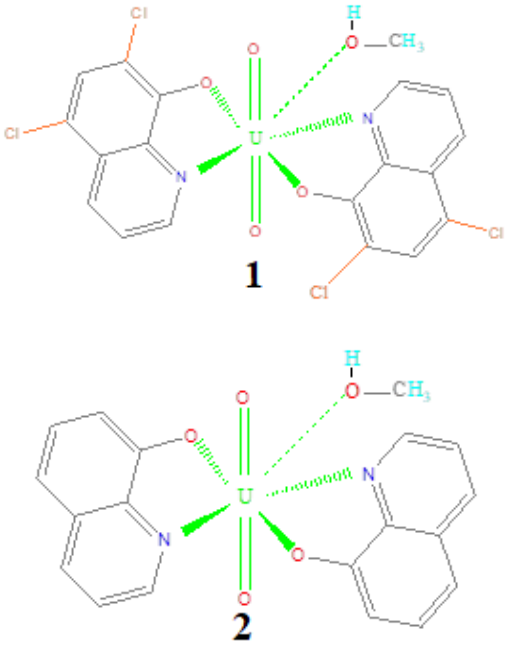
این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد

۱- مقدمه

در سال ۱۸۸۰ میلادی توماس آ. ادیسون لامپ التهابی را معرفی کرد که یک دستاورد تاریخی بشمار می رود و یک منبع نور جدید و آسایش را برای زندگی روزمره مردم به ارمغان آورد. الکتریسیته به یک شار فوتونی تبدیل شد که روشنایی مصنوعی را آنگونه که تا آن زمان امکان پذیر نبود، در دسترس عموم قرار می داد. از آن زمان تاکنون نیاز بشر به انرژی نورانی بطور پیوسته ای افزایش یافته است[۲-۱]. وجود بحران جهانی انرژی و استفاده از انرژی با بازدهی پایین، ویژگی صرفه جویی در انرژی مربوط به OLED ها را بعنوان یکی از گزینه های با بیشترین امکان رقابت برای نسل جدید نمایشگرها و بطور خاص منابع نوری با صرفه انرژی مطرح کرده است[۳]. یک نمایشگر تمام رنگی نیاز به مواد نورگسیل سبز و قرمز و آبی با پایداری و بازدهی و خلوص رنگی نسبتاً برابری دارد. مواد نورگسیل آبی با راندمان مطلوب از جمله ملزومات مهم برای تجاری شدن تکنولوژی برای کاربرد در نسل بعدی نمایشگرهای صفحه تخت و منابع نوری حالت جامد هستند، چراکه نورگسیل آبی نه تنها به طور موثری مصرف توان را کاهش می دهد بلکه می تواند باعث تولید نور به رنگهای دیگر به واسطه انتقال بین سیستمی انرژی به مواد با سطوح پایین تر انرژی فلوئورسانس یا فسفرسانس شود[۶-۴]. در این مقاله سعی بر این بوده است تا با استفاده از تجربیات گروه شیمی دانشگاه بهشتی در سنتز کمپلکس های آلی نورگسیل، مواد نورگسیل آبی مناسب به صورت بومی سنتز شده و برای استفاده در ساخت دیود نورگسیل آلی آبی بکار گرفته شوند. به دلیل اینکه مواد جدید به تنهایی لایه ی خوبی تشکیل نمی دهند، در یک ماده میزبان دوپ شدند. ماده ی میزبان مورد استفاده PVK بود که این ماده یکی از مرسوم‌ترین محیط‌های میزبان می‌باشد که دارای خاصیت تشکیل فیلم خوب است. با حل کردن هر دو ماده در حلال مشترک از لایه‌نشانی چرخشی بهره برد. از مزایای دیگر این پلیمر داشتن طیف فوتولومینسانسی می‌باشد که با طیف جذبی بسیاری از مواد نورگسیل و رنگینه‌ها تطابق دارد.

۲- اقدامات تجربی و نتایج

مواد سنتز شده ی جدید مورد استفاده در این مقاله دارای ساختار شیمیایی شکل ۱ می باشند.



شکل ۱: ساختار شیمیایی مواد سنتز شده

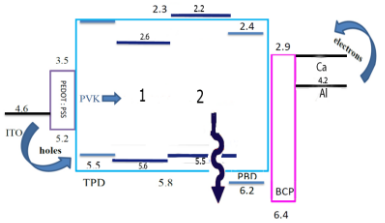
ماده سنتز شده ۱ دارای تراز HOMO ، ۵/۶۱ الکترون ولت و تراز LUMO ، ۲/۶ الکترون ولت است. تراز HOMO و LUMO ی ماده ی ۲ نیز به ترتیب ۵/۴۷ و ۲/۲۱ الکترون ولت می باشد. این تراز ها به روش نظریه تابعی چگالی (DFT) اندازه گرفته شد.

ساختار مورد استفاده در این مقاله به صورت ITO/PEDOT:PSS/PVK:TPD:PBD:x/BCP/Ca/Al طراحی شد. در این ساختار به جای x دو ماده سنتز شده جداگانه دوپ شدند و لایه نورگسیل حاصل به صورت چرخشی لایه نشانی شد. در این ساختار ITO به عنوان الکترود کاتد، پلیمر PEDOT:PSS به عنوان تزریق کننده حفره، لایه تجمیعی PVK:TPD:PBD:x به عنوان لایه ی نور گسیل، BCP مسدود کننده حفره، Ca تزریق کننده الکترون، Al الکترود کاتد و حفاظت کننده آلومینیوم در برابر رطوبت واکسیژن هستند.

در شکل ۲ ساختار دیود نورگسیل آلی و ترازهای انرژی آن قابل مشاهده است.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-15]



شکل ۲: ساختار دیود نور گسیل آلی آبی و تراز های انرژی آن

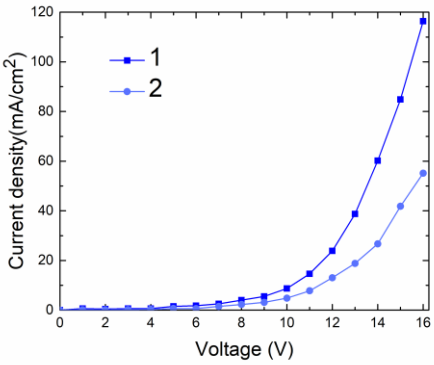
برای ساخت دیود نور گسیل آلی ابتدا زیر لایه های رسانای شفاف ITO را در حلال های استون، ایزوپروپانول، اتانول و نهایت در آب مقطر به مدت ۱۴ دقیقه در حمام آلتراسونیک می شوییم و سپس با گاز نیتروژن خشک می کنیم. بعد از آماده سازی زیر لایه ها، PEDOT:PSS و بعد ازآن لایه نور گسیل به روش چرخشی با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه لایه نشانی شدند. بعد از لایه نشانی هریک از لایه ها جهت پخت لایه، تبخیر حلال و رسیدن به سطح هموارتر نمونه ها را در آون قرار می دهیم.

لایه های BCP ، Ca و Al نیز به روش تبخیری بوسیله ی دستگاه لایه نشانی تحت خلا به ترتیب در فشار های

۱۰-۵×۵ ، ۱۰-۵×۳ و ۵-۱۰×۲ میلی بار، لایه نشانی شدند.

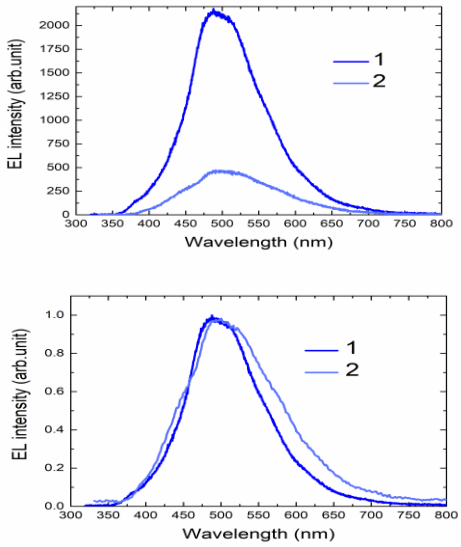
شکل ۳: دستگاه لایه نشانی تحت خلا در محیط گاز خنثی آرگون

پس از ساخت قطعات برای اندازه گیری جریان و ولتاژ از دستگاه Kiethley 2400 استفاده شد. نمودار چگالی جریان-ولتاژ (J-V) این قطعات را در شکل ۴ مشاهده می نمایید. همانطور که در این نمودار ملاحظه می شود ولتاژ روشن شدن قطعات ساخته شده با حضور ماده سنتزشده ۱ نسبت به قطعات ساخته شده با ماده ۲ کمتر است. دلیل این کاهش، اختلاف کمتر تراز HOMO و LUMO ماده ۱ نسبت ماده ۲ است که منجر به بالانس بهتر الکترون و حفره در ناحیه نور گسیل شده و انتقال بار و انرژی از میز بان PVK به ماده نور گسیل بهتر صورت می گیرد. که در نتیجه ولتاژ کاری، کاهش می یابد.



شکل ۴:نمودار چگالی جریان-ولتاژ مربوط به استفاده از دو ماده ی۱ و ۲ درساختار ITO/PEDOT:PSS/PVK:TPD:PBD:x/BCP/Ca/Al

برای اندازه گیری طیف الکترولومینانس دیود های نور گسیل آلی ساخته شده، از طیف سنج Ocean Optic HR-2000 استفاده شد. نمودار طیف الکترولومینانس قطعات مورد نظر در شکل ۵ نشان داده شده است. طیف مربوط به قطعه ی حاوی ماده ی ۱ دارای قله ایی در طول موج ۴۸۹ نانومتر و قله ی طیف مربوط به قطعه ی حاوی ماده ۲ در طول موج ۴۹۸ نانومتر است. در نتیجه حضور ماده ی ۱ در ساختار، خلوص رنگی بهتری برای ایجاد نور آبی دارد. همچنین همانطور که از نمودار ها مشخص است شدت الکترولومینانس دیود با حضور ماده ی ۱ بیشتر است. نمودار نرمالیزه شده نیز نشان می دهد که وجود ماده ی ۱ طیفی با پهنای کمتر ایجاد کرده که نشان دهنده ی عملکرد بهتر این ماده در گسیل نور آبی می باشد.

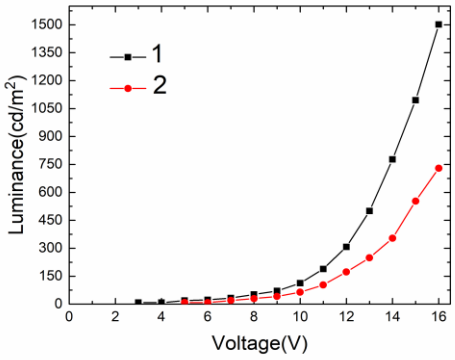


شکل ۵: طیف الکترولومینانس مربوط به استفاده از دو ماده ی۱ و ۲ درساختار ITO/PEDOT:PSS/PVK:TPD:PBD:x/BCP/Ca/Al

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

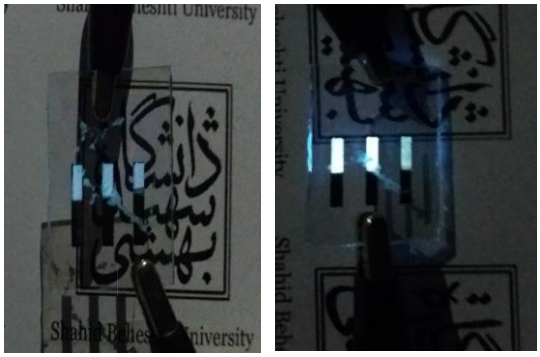
[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-15]

همانطور که از نمودار شدت نور گسیلی قطعات ساخته شده در شکل ۶ مشخص است، شدت روشنایی نمونه های ساخته شده با ماده ی ۱ نسبت به نمونه های ساخته شده با ماده ی ۲ بیشتر است که دلیل آن به خاطر مطابقت بیشتر تراز های HOMO و LUMO ماده ی ۱ با تراز های سایر مواد موجود در ساختار و همچنین تزریق بهتر الکترون به تراز LUMO این ماده نسبت به ماده ۲ می باشد.



شکل ۶ : نمودار شدت نور گسیلی مربوط به استفاده از دو ماده ی۱ و ۲ درساختار ITO/PEDOT:PSS/PVK:TPD:PBD:x/BCP/Ca/Al

تصویر دیود های نور گسیل آلی ساخته شده را نیز در شکل ۷ ملاحظه می نمایید.



شکل ۷:تصویر دیود های روشن شده، سمت راست:دیود با ماده نور گسیل۱، سمت چپ: دیود با ماده نور گسیل۲

۳- نتیجه‌گیری

در این پروژه موفق به ساخت دیود نور گسیل آلی آبی با استفاده از مواد سنتز شده با دوپ کردن هریک از آن ها در سیستم میهمان- میزبان شدیم در حقیقت نوع ساختار انتخاب شده به گونه ایی بود که با تراز ها ی مواد جدید مطابقت زیادی داشت که همین امر موجب ساخت قطعاتی با شدت نور گسیلی نسبتا خوب شد. همچنین نتایج بدست آمده حاکی از آن است که ماده ی ۱ کارایی بهتری در ساختار مورد استفاده دارد زیرا با ولتاژ پایین تر روشن می شود، طیف آن نسبت به طیف ماده ی ۲ بهتر است و شدت نور گسیلی حاصله با توجه به ساختار یکسان در قطعات و فقط تغییر نوع ماده ی نورگسیل، در ماده ی ۱ بهتر می باشد.

مراجع

[1] Reineke, Sebastian, Michael Thomschke, Björn Lüssem, and Karl Leo. "White organic light-emitting diodes: Status and perspective." *Reviews of Modern Physics* 85, no. 3 (2013): 1245.

[2] Helander, M. G., Z. B. Wang, J. Qiu, M. T. Greiner, D. P. Puzzo, Z. W. Liu, and Z. H. Lu. "Chlorinated indium tin oxide electrodes with high work function for organic device compatibility." *Science* 332, no. 6032 (2011): 944-947.

[3] Yang, Xiaolong, Xianbin Xu, and Guijiang Zhou. "Recent advances of the emitters for high performance deep-blue organic light-emitting diodes." *Journal of Materials Chemistry C*3, no. 5 (2015): 913-944.

[4] Zhu, Minrong, and Chuluo Yang. "Blue fluorescent emitters: design tactics and applications in organic light-emitting diodes." *Chemical Society Reviews* 42, no. 12 (2013): 4963-4976.

[5] Kamtekar, Kiran T., Andrew P. Monkman, and Martin R. Bryce. "Recent advances in white organic Light-Emitting materials and devices (WOLEDs)." *Advanced Materials* 22, no. 5 (2010): 572-582.

[6] Farinola, Gianluca M., and Roberta Ragni. "Electroluminescent materials for white organic light emitting diodes." *Chemical Society Reviews* 40, no. 7 (2011): 3467-3482.

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

[Downloaded from opsi.ir on 2025-12-15]