بیست و یکمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و هفتمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۲۳ تا ۲۵ دی ماه ۱۳۹۳، دانشگاه شهید بهشتی

ساخت دیود نورگسیل آلی سفید با استفاده از لایه نشانی نوین

محمد جانقوری[۱،۲] ، عزالدین مهاجرانی[۲] ،افسون فلاحی[۳]،ادریس فیض آبادی[۱]

[۱]دانشکده فیزیک دانشگاه علم و صنعت ایران۵۵۳۱-۱۹۳۹۵

[۲] پژوهشکده لیزر و پلاسما دانشگاه شهید بهشتی۶۹۴۱۱ ۱۹۸۳۹

[۳] دانشکده پلیمر و رنگ، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

چکیده - در این کار با استفاده از یک روش لایه نشانی نوینبا حل کردن رنگینه های قرمز و سبز در حلال های مرسوم و استفاده از یک منبع تبخیری برای مخلوط Alq_3 و پورفیرین دیود آلی سفیدو زردساخته شد. ساختار پایه‌ای دیودهای ساخته شده به صورت

ITO/PVK: PBD (۹۰nm)/BCP(x nm)/Alq۳: [۳،۴-TPP](۳۵nm)/ Al(۱۸۰nm)

می باشد که ضخامت لایه*BCP* تغییر داده شد. به خاطر بازترکیب حامل های باردر *PVK/PBD* پدیده اکزیپلکس مشاهده شد. آسان بودن لایه نشانی با این روش،تنظیم کردن طول موج با کنترل آسان نرخ تبخیر لایه نشانی و تشکیل فیلم با کیفیت بهتر برای مساحت-های بزرگ، هزینه پایین لایه‌نشانی، از مزایای این روش می‌باشد.

کلید واژه- لایه نشانی نوین ؛ دیود آلی سفید ؛ هزینه پایین ؛ تبخیر لایه نشانی.

Fabrication of White organic LED with using a novel coating method

Mohammad **Janghouri**[۱, ۲],Ezeddin Mohajerani[۲],Afsoon Fallahi[۳], Edris Faizabadi[۱]

[۱]School of Physics, Iran University of Science and Technology (IUST), Narmak, ۱۶۸۴۶, P.O. Box ۱۹۳۹۵-۵۵۳۱, Tehran, Iran

[۲]Laser and Plasma Research Institute, ShahidBeheshti University, G.C., Tehran ۱۹۸۳۹۶۳۱۱۳, Iran

[۳]Amirkabir University of Technology ۱۵۸۷۵-۴۴۱۳, Tehran, Iran

Abstract- A method for obtaining yellow and white emission from organic-light emitting diodes has been developed by dissolving red and green dyes in a common solvent and thermally evaporating the mixture in a single furnace. A device with fundamental structure of ITO/PVK:PBD(۹۰nm)/BCP(xnm)/Alq۳:porphyrincompounds(۳۵nm)/Al(۱۸۰nm)was fabricated and its electroluminescence performance has been investigated. It is shown that this new method is promising candidate for fabrication of low cost yellow and white OLEDs with more homogeneous layer.

Keywords: novel coating method, white OLED, low cost, thermal evaporation.

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

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر استفاده از مواد نیمه رسانای آلی در ساخت نمایشگرها و لامپ‌های فوق کم مصرف مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است. یکی از جذابیت‌های اصلی این تکنولوژی، تولید نورگسیلی مناسب در تمامی رنگ‌ها در یک ساختار OLED می‌باشد. نمایشگرهایOLED با قابلیت‌های ویژه ای همچون عدم نیاز به نور پیش زمینه، قابلیت بالای ایجاد رنگ، کاهش عمده در مصرف جریان الکتریکی، ولتاژ اعمالی پایین وزن اندک وسادگی ساخت آن از مهمترین مزیت‌های آن نسبت به دیودهای معدنی می‌باشد[۵-۱].

تاکنون مخلوط کردن مواد در دیودهای آلی با استفاده از منبع تبخیر دو بوته ای انجام می‌شد [۶].عدم کنترل نرخ تبخیر لایه‌نشانی، ناهمگن بودن فیلم تشکیل شده برای زیرلایه‌های بزرگ، انتقالانرژی کم برای مساحت‌های بزرگ زیر لایه، دشوار بودن تبخیر همزمان بوته‌های مختلف و هزینه بالای این روش ازجمله معایب این روش می‌باشد. هدف اصلی از انجام این تحقیق، بهبود روش نوین لایه‌نشانی تبخیری برایمخلوط کردن با یک بوته تبخیر برای تشکیل لایه نورگسیل آلی در ساخت دیود نورگسیل آلی و کنترل رنگ می باشد با توجه به روش آزمایش به جای استفاده از دو بوته جدا برای هر ماده، مخلوطی از این مواد با یک منبع تبخیر لایه نشانی شده اند.

۱. مواد و روش آزمایش

موادPEDOT: PSS، PVK، Alq_3 و پورفیرین از شرکت سیکما آلدریچ به منظور استفاده در ساختار دیود آلی تهیه شده‌اند.

۲,۲. روش آزمایش

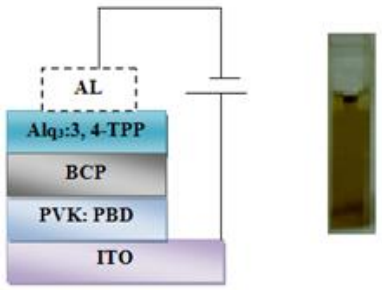
لایه‌های مورد استفاده طبق جدول۱-۱ لایه‌نشانی شده‌اند.مواد PEDOT: PSS، PVK به روش لایه‌نشانی چرخشی وAlq_3 و پورفیرین به روش لایه‌نشانی نوین لایه‌نشانی شده‌اند. در واقع مخلوط Alq_3 و پورفیرین از یک بوته تبخیر لایه‌نشانی شده‌اند. ساختار قطعات ساخته شده در جدول۱ نشان داده شده است. مخلوط این دو رنگینه با یک منبع تبخیربه جای استفاده از دو بوته مورد بررسی قرار گرفت.

جدول۱. ساختار قطعات ساخته شده.

Device	Structure
قطعه ۱	ITO/PVK:PBD(90nm)/BCP(15nm)/Alq_3: [3,4-TPP](35nm)/ Al(180nm)
قطعه ۲	ITO/PVK:PBD(90nm)/ BCP(5 nm)/ Alq_3:[3,4-TPP](35nm)/Al(180nm)
قطعه ۳	ITO/PVK:PBD(90nm)/ BCP(3 nm)Alq_3:[3,4-TPP](35nm)/Al(180nm)
قطعه ٤	ITO/PVK:PBD(90nm)/ BCP(2 nm)Alq_3: [3,4-TPP](35nm)/Al(180nm)

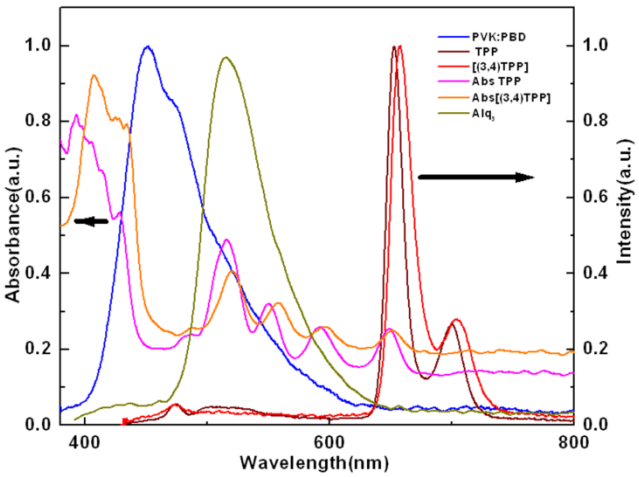
۲,۳. نتایج

شکل۱ روش لایه نشانی و ساختار قطعه را نشان می دهد. برایساختدیود آلی را نشان می‌دهد.



شکل۱. دیود نورگسیل آلی‌فیلم ساخته شده از مخلوط Alq_3 و پورفیرین.

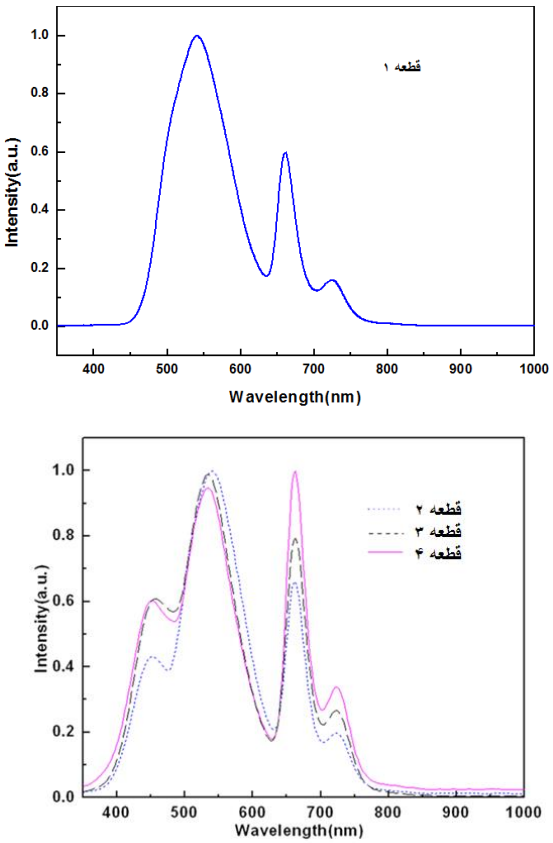
شکل ۲ همپوشانی طیفی مواد را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می شود انتقالا انرژی از Alq_3 به پورفیرین به حد کافی صورت می‌گیرد.



شکل۲. طیف نشر Alq_3 و ترکیبات پورفیرین و طیف جذب ترکیبات پورفیرین را نشان می‌دهد.

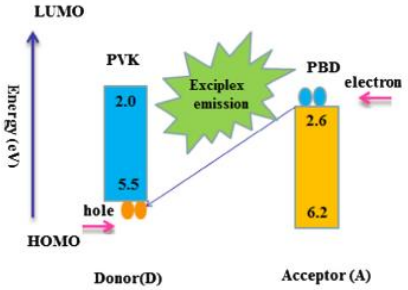
[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]

شکل۳ مشخصات الکترولومینسانسرابرایضخامت‌های مختلف BCP را نشان می‌دهد. یقیناًبا کاهش ضخامت BCP بازترکیب الکترون و حفره در لایه PVK/PBD رخ داده رنگ دیود ساخته شده از زرد به سفید تغییر کرده است..چون تحرک پذیری الکترون ها کمتر از حفره هاست ازلایهBCP به عنوان بلوکه کننده حفره در دیودهای آلی استفاده می شود تا حرکت حفره ها را کند کند و بخشی از بازترکیب الکترون و حفره در لایه PVK/PBD بازترکیب شوند.علاوه بر این در لایه PVK/PBD پدیده نادر اکزیپلکس مشاهده شد (شکل ٤).یعنی بازترکیب الکترون و حفره به صورت غیر مستقیم صورت می گیرد.الکترون ها از بالاترین تراز اشغال نشده (LUMO) وحفره هااز پایین ترین تراز اشغال شده (HOMO) بازترکیب می شوند و یک جابه‌جایی به سمت قرمز رخ می دهد.



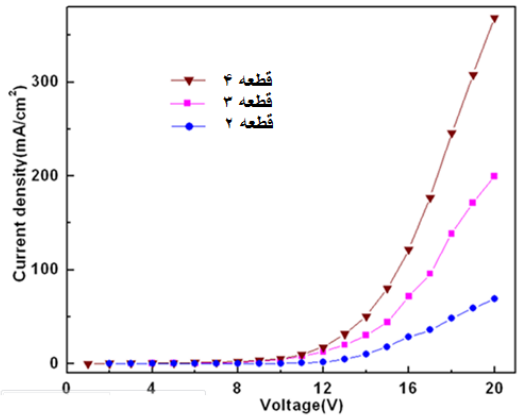
شکل۳. طیف الکترولومینسانس مخلوطAlq۳و پورفیرین بهازایضخامت های مختلفBCP.

همانطور که از روی شکل۳ مشاهده می شود سه پیک اصلی در نواحی طول موجی قرمز،سبز و آبی ظاهر شده است ترکیب این سه رنگ دیود سفید را ایجاد کرده است.



شکل٤. سطوح انرژی و پدیده اکزیپلکس.

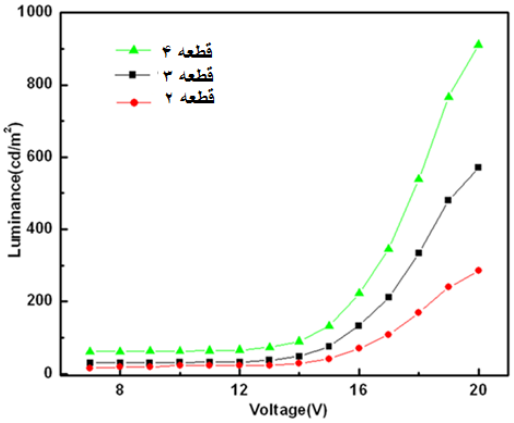
رفتار الکترواپتیکی دیودهای نورگسیل آلی تحت تاثیرضخامت لایه BCP در فیلم لایه نشانی شده می‌باشد. با افزایش ضخامت لایه BCP حفره‌ها درلایه PVK/PBD انباشته شده و از ورود حفره های جدید از الکترود مثبت جلوگیری می‌شود و رفتار بار فضایی ایجاد می شود و این به نوبه خود ولتاژ کاری قطعه را افزایش می دهد(شکل۵).



شکل ۵. چگالی جریان- ولتاژ برای سه دیود ساخته شده.

ولتاژ کاری برای این دیودها از ۸,۳ ولت تا۱۲,۳ ولت می باشد..روشنایی-ولتاژ دیودهای ساخته شده در شکل ٦ نشان داده شده است. بیشترین روشنایی نزدیک ۹۳۵ شمع بر متر مربع می‌باشد.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]



شکل ٦. روشنایی- ولتاژ برای سه دیود ساخته شده.

۲- نتیجه‌گیری

یک روش جدید لایه‌نشانی در حد ضخامت‌های نانویی به منظور کنترل خلوص طیفی و طول موجی در دیودهای نورگسیل آلی با حل کردن محیط میزبان و میهمان در یک حلال مشترک و تبخیر همزمان آنها با استفاده از منبع تبخیر تک بوته‌ای توسعه داده شد. دیود نورگسیل آلی زرد و سفید با استفاده از یک روش نوین لایه‌نشانی ساخته شد. همچنین پدیده نادر اکزیپلکس بین PVK/PBD بخاطر بازترکیب غیر مستقیم حامل‌های بار مشاهده شد.آسان بودن لایه نشانی با این روش،تنظیم کردن طول موج، کنترل آسان نرخ تبخیر لایه نشانی و تشکیل فیلم با کیفیت بهتر برای مساحت‌های بزرگ، هزینه پایین لایه‌نشانی از مزایای این روش می‌باشد.

سپاسگزاری

از دانشکده شیمی دانشگاه شهید بهشتی به خصوص ازآقای دکتر مصطفی محمدپورامینی به خاطر همکاری-های علمی‌اشان تقدیر و تشکر می کنیم.

مراجع

[۱] B. W. D'andrade, S. R. Forrest, Adv. Mater. ١٦ (٢٠٠٤) ١٥٨٥.

[۲] C. Adachi, M. A. Baldo, M. E. Thompson, S. R. Forrest, J. Appl. Phys. ٩٠ (٢٠٠١) ٥٠٤٨.

[۳] X. H. Yang, D. C. Muller, D. Neher, K. Meerholz, Adv. Mater. ١٨ (٢٠٠٦) ٩٤٨.

[٤] S. H. Eom, Y. Zheng, E. Wrzesniewski, J. Lee, N. Chopra, F. So, J. Xue, Org. Electron. ١٠ (٢٠٠٩) ٦٨٦.

[٥] J. S. Huang, T. Watanabe, K. Ueno, Y. Yang, Adv. Mater. ١٩ (٢٠٠٧) ٧٣٩.

[٦] L. J. Zhua, J. Wanga, T. G. Renga, C. Y. Li, D. C. Guoa and C. C. Guoa. J. Phys. Org. Chem. ٢٣ (٢٠١٠) ١٩٠.

[Downloaded from www.opsi.ir on 2026-11-01]