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 : ۱-۲۵۹۸-۱۰-A

بررسی تأثیر لایه‌های انتقال‌دهندۀ حفره و الکترون بر عملکرد یکسوسازهای نورگسیل آلی به روش محلولی

عمار خورشیدی، مصطفی ملاتبار فیروزجائی، صابر محمودی، وحید فلاح حمیدآبادی، علی بهاری

mollatabarmostafa73@yahoo.com ،a.khorshidi.93@gmail.com

A.bahari@umz.ac.ir،vaheedfh@gmail.com،sm0141@gmail.com

ما در این پژوهش به بررسی تأثیر لایه‌های انتقال‌دهندۀ حفره و الکترون در عملکرد و طول عمر یکسوسازهای نور گسیل آلی و پلیمری پرداختیم. از این رو در این پژوهش ما ساختارهای متعددی را مورد بررسی قرار دادیم. در ادامه از TPBIو PEDOT-PSS به‌عنوان لایه‌های انتقال‌دهندۀ الکترون و حفره استفاده شد. همچنین طی این پژوهش نشان داده شد که تغییر ضخامت لایه‌ها چه تأثیری بر میزان نوردهی و بازدهی قطعات ساخته‌شده دارد؛ اما بررسی ساختارهای مختلف منجر به دستیابی به ساختار ITO/MEH-PPV/TPBI/LiF/Al شد که در آن از TPBI به‌عنوان لایه انتقال‌دهندۀ الکترون استفاده شده است. این ساختار منجر به دستیابی به بالاترین میزان نورتابی و بازدهی در این پژوهش شد. یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های یکسوسازها، رنگ نورگسیلی از آن است که در این پژوهش با توجه به استفاده ازپلی [۲-متیوکسی-۵- (۲-اتیل هگزوکسی) -۱،۴ فنیلن وینیلن] (MEH-PPV) به‌عنوان لایه نورگسیل، نور گسیلی به رنگ نارنجی بود.

کلید واژه:لایه انتقال‌دهندۀ الکترون، لایه انتقال‌دهندۀ حفره، یکسوساز نورگسیل پلیمری

Investigation of the effect of hole and electron transfer layers on the performance of organic light emitting diode by solution method

Khorshidi Ammar, Mollatabar Mostafa, Mahmoudi Saber, FallahHamidabadiVaheed, Bahari Ali

mollatabarmostafa73@yahoo.com ،a.khorshidi.93@gmail.com

A.bahari@umz.ac.ir،vaheedfh@gmail.com،sm0141@gmail.com

In this study, we investigated the effect of hole and electron transfer layers on the performance and lifetime of organic and polymer light emitting diode. Therefore, in this study, we examined several structures. Then TPBI and PEDOT-PSS were used as electron and hole transfer layers. This study also showed what effect the change in the thickness of the layers has on the exposure and efficiency of the manufactured parts; However, the study of different structures led to the achievement of the ITO / MEH-PPV / TPBI / LiF / Al structure in which TPBI has been used as the electron transfer layer. This structure led to the highest level of light and efficiency in this study. One of the most important components of organic light emitting diode is the color of the light emitted from it. The emission was emitted orange light.

Keywords: electron transportlayer, hole transport layer, polymer light emitting diode

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

مقدمه

در سال‌های اخیر تلاش‌های زیادی برای بهبود عملکرد یکسوسازهای نورگسیل آلی صورت پذیرفت؛ اما باوجود همه پیشرفت‌هایی که در سال‌های اخیر صورت پذیرفت تلاش‌ها برای بهبود عملکرد آن‌ها همچنان ادامه دارد. یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های یکسوسازها طول عمر آن‌ها و کاهش هزینه‌های تولید این قطعات است. از این رو جست‌وجوها در خصوص یافتن مواد آلی و پلیمری برای کاهش هزینه‌های تولید و افزایش پایداری این قطعات همچنان ادامه دارد. poly(p-phenylenevinylene)، PPV برای اولین بار توسط بروف و همکاران[۱] برای ساخت یکسوسازهای نورگسیل پلیمری استفاده شد. یکی از مشتقات PPV، MEH-PPV است که ما در این پژوهش از آن به‌عنوان لایه نورگسیل استفاده کردیم. حلالیت در حلال‌های آلی برای MEH-PPV، استفاده از روش‌های ارزان و کم‌هزینه برای لایه نشانی مانند پوشش‌دهی چرخشی را فراهم می‌کند[۲]. همچنین MEH-PPVجزء پلیمرهای مزدوج به شمار می‌رود که امکان لایه نشانی به روش محلولی را هم فراهم می‌کند.

بنابراین انتخاب یک غلظت مؤثر برای لایه نشانی محلول MEH-PPVبر روی زیرلایه برای ساخت یکسوساز نورگسیل پلیمری می‌تواند بسیار مفید باشد.

ساخت یکسوسازهای نورگسیل با مشکلاتی هم مواجه هست که می‌توان به هزینه بالا تهیه مواد و نیاز به خلأ با فشار بالا در روش تبخیر حرارتی اشاره کرد. استفاده از روش شیمیایی و محلولی می‌توان هزینه‌های ساخت این یکسوسازها را کاهش دهد. ضخامت لایه‌های نشانده‌شده بر روی زیرلایه نقش مهمی در کیفیت و عملکرد یکسوسازها ایفا می‌کند. در این پژوهش پس از اعمال ولتاژ، یکسوسازهای نورگسیل از خود نوری به رنگ نارنجی گسیل کردند.

ما در این پژوهش از دو ماده با توجه به خصوصیات آن‌ها به‌عنوان لایه تزریق‌کنندهٔ الکترون و حفره استفاده کردیم. در ادامه مواد استفاده‌شده در این پژوهش به‌عنوان لایه‌های انتقال‌دهندهٔ الکترون و حفره بیشتر مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

بخش تجربی

ما در این پژوهش دو ساختار

الف: ITO/PEDOT-PSS/MEH-PPV/TPBI/Li/Al

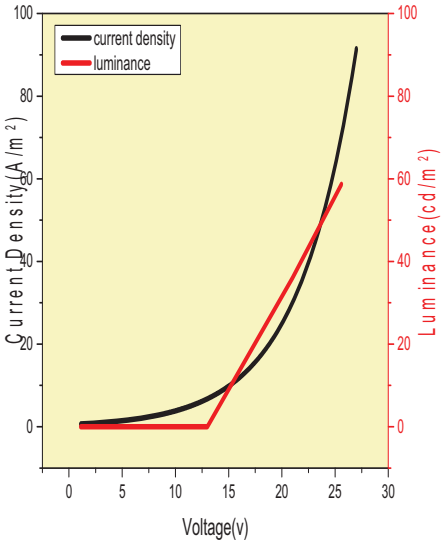
ب: ITO/ /MEH-PPV/TPBI/Li/Al

را مورد ساخت و بررسی قرار دادیم. در این ساختارها از ITO به‌عنوان زیرلایه، PEDOT-PSS به‌عنوان لایه انتقال‌دهندهٔ حفره، MEH-PPV به‌عنوان لایه نورگسیل، TPBI به‌عنوان لایه انتقال‌دهندهٔ الکترون، LiF به‌عنوان لایه تزریق‌کننده الکترونو Al به‌عنوان کاتد مورد استفاده قرار گرفت.

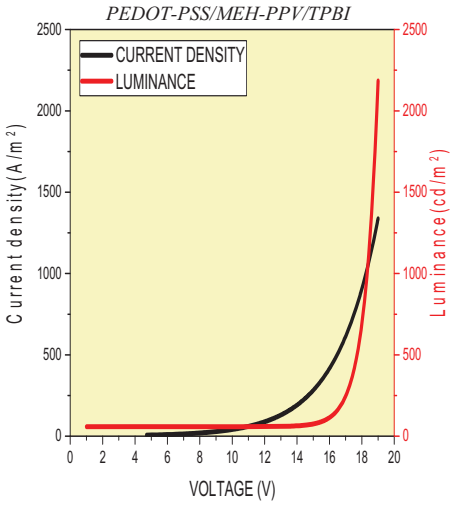
روش ساخت: تمامی مراحل مربوط به این پژوهش در آزمایشگاه نانوالکترونیک دانشگاه مازندران صورت پذیرفت. برای ساخت این یکسوسازها لایه‌هایی از مواد اشاره‌شده به روش‌های پوشش دهی چرخشی و تبخیر حرارتی بر روی زیرلایه (ITO) از قبل تهیه‌شده لایه نشانی شده‌اند. ابتدا زیرلایه با استفاده از دستگاه حمام صوت و با استفاده از آب مقطر، الکل و استون شست‌وشو داده شده‌اند. پس از خشک‌کردن زیرلایه ها PEDOT-PSS بر روی ساختار الف با استفاده از دستگاه پوشش دهی چرخشی با سرعت ۲۵۰۰rpmبه مدت ۷۵ ثانیه لایه نشانی و به مدت ۱۵ دقیقه در خلأ و دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. در ادامه محلول تهیه‌شده از MEH-PPV (از تولوئن برای محلول سازی استفاده شد) با سرعت ۲۵۰۰rpm لایه نشانی و به مدت ۵ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در خلأحرارت داده شده‌اند. همچنین TPBI(۳۰ نانومتر) برای لایه‌های

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

انتقال‌دهندهٔ الکترون در هر دو ساختار با استفاده از روش تبخیر حرارتی استفاده شد. در پایان از LiF(۰/۵ نانومتر) و Al(۱۰۰ نانومتر) به‌عنوان لایه‌های تزریق کنندهٔ الکترون و کاتد استفاده شد که هر دو ماده با استفاده از روش پوشش دهی چرخشی بر روی لایه انتقال‌دهندهٔ الکترون (TPBI) لایه نشانی شدند. خصوصیات الکترولومینسانسی این قطعات ساخته‌شده مورد بررسی قرار گرفتند که نشان‌دهندهٔ گسیل نور در ناحیه لایه نورگسیل و به زنگ نارنجی بود[۳], [۴].



شکل ۱: منحنی‌های جریان_ولتاژ و شدت نورتابی_ولتاژ ساختار *MEH-PPV/TPBI*



شکل ۲: منحنی‌های جریان_ولتاژ و شدت نورتابی_ولتاژ ساختار *PEDOT-PSS/MEH-PPV/TPBI*

شکل۳: قطعه ساخته‌شده با ساختار ***MEH-PPV/TPBI***

نتایج و بررسی

گسیل و انتشار نور از دو ساختار (الف) و (ب) با خصوصیات:

الف: PEDOT-PSS/MEH-PPV(90nm)/TPBI(30nm)

ب: MEH-PPV(90nm)/TPBI(30nm)

به رنگ نارنجی بود که نشان‌دهندهٔ انتشار نور در ناحیه لایه نورگسیل (MEH-PPV) است. همچنین این نتایج حاکی از آن است که در آن TPBIبه‌عنوان لایه انتقال‌دهندهٔ الکترون عمل کرده و نقشی در گسیل نور ندارد.

تصویر۱ و تصویر۲ هم نمودارهای جریان-ولتاژ و شدت نورتابی- ولتاژ را برای این دو ساختار نشان می‌دهد. قطعه ساخته‌شده با ساختار (الف) از ولتاژ روشنایی در حدود ۱۶ولت، شدت نورتابی در حدود ۶۰ کاندلا بر مترمربع در ولتاژ ۲۵ ولت، چگالی جریان ۹۰ آمپر بر مترمربع و ساختار (ب) از ولتاژ روشنایی در حدود ۱۵ ولت، شدت نورتابی ۲۲۰۰ کاندلا بر مترمربع در ولتاژ ۱۹ ولت، چگالی جریان ۱۴۳۳ آمپر مترمربع و بازدهی ۱/۷ کاندلا بر آمپر برخوردار هستند.

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

جدول ۱. عملکرد قطعات ساخته‌شده در این پژوهش

قطعه	Von	Jmax	Lmax	Vmax
قطعه الف	۱۶	۹۰	۶۰	۲۵
قطعه ب	۱۵	۱۴۳۳	۲۲۰۰	۲۰

با توجه به میزان نوردهی ساختار (الف) که در آن از PEDOT-PSS به‌عنوان لایه انتقال‌دهندهٔ حفره استفاده شد نسبت به ساختار (ب) که در آن از MEH-PPV به‌نوعی به‌عنوان لایه انتقال‌دهندهٔ حفره استفاده شد در حدود ۲۰۰۰ کاندلا بر مترمربع کمتر است، این نتیجه حاصل می‌شود که PEDOT-PSS از تماس ضعیفی با MEH-PPV برخوردار است. همچنین می‌توان این‌گونه استنباط کرد که پلیمرهای مزدوج انتقال‌دهنده‌های مناسبی برای حفره‌ها هستند.

نتیجه‌گیری

ما در این پژوهش وابستگی پایداری و عملکرد یکسوسازهای نورگسیل آلی و پلیمری به لایه‌های انتقال‌دهندهٔ حفره و الکترون را نتیجه گرفتیم. میزان نوردهی و بازدهی یکسوسازی که در آن از MEH-PPV به‌عنوان لایه انتقال‌دهندهٔ حفره استفاده کردیم در مقایسه با ساختاری که در آن از PEDOT-PSS به‌عنوان لایه انتقال‌دهندهٔ حفره استفاده شد به میزان قابل‌توجهی افزایش داشته است. دلیل افزایش در میزان بازدهی و نوردهی را می‌توان در انتقال بیشتر حفره و برقراری تعادل در لایه نورگسیل میان الکترون و حفره و به دنبال افزایش تعداد اکسایتون‌های تشکیل‌شده دانست.

مرجع‌ها

[۱] "Burroughes,H., Bradley, D.D.C., Brown, A.R., Marks, R.N., Mackay, K., Friend, R.H., Burns, P.L and Holmes, A.B., 1990. Light Emitting Diode based on conjugated polymers. Nature, 347. 539-541."

[2] "C. H. Moore, 'Modeling the peak absorption of MEH-PPV in various solvents using Density Functional Theory Modeling the peak absorption of MEH-PPV in various solvents using Density Functional Theory,' 2019."

[3] "B. Al-Asbahi, 'Influence of SiO2/TiO2 Nanocomposite on the Optoelectronic Properties of PFO/MEH-PPV-Based OLED Devices,' Polymers (Basel)., vol. 10, no. 7, p. 800, Jul. 2018, doi: 10.3390/polym10070800."

[4] "D. Hewidy, A.-S. Gadallah, and G. A. Fattah, 'Electroluminescenceenhancement of glass/ITO/PEDOT:PSS/MEH-PPV/PEDOT:PSS/Al OLED by thermal annealing,' J. Mol. Struct., vol. 1130, pp. 327–332, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.molstruc.2016.10.040."

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