

تأثیر آهنگ لایه نشانی کاتد آلومینیوم بر عملکرد دیود نور گسیل آلی

فاطمه شریعتی نیا و محمدرضا فدوی اسلام*

دانشکده فیزیک، دانشگاه دامغان، دامغان

چکیده: در این پژوهش، تأثیر آهنگ لایه نشانی کاتد آلومینیوم بر ساختار آن و عملکرد دیود نور گسیل آلی (OLED) با ساختار Glass/ITO/PEDOT:PSS/ALq₃/AL بررسی شد. آهنگ لایه نشانی آلومینیوم ۰٫۱، ۰٫۵، ۱ و ۲ nm/s در نظر گرفته شد. ساختار لایه‌های آلومینیوم با پراش پرتو ایکس (XRD)، میکروسکپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) و میکروسکپ نیروی اتمی (AFM) مطالعه شدند. نتایج مشخصه یابی ساختاری نشان داد که لایه‌های تهیه شده با آهنگ ۰٫۱ و ۰٫۵ nm/s دارای ساختار بس بلوری مربوط به فاز مکعبی آلومینیوم با قله در راستای صفحه (۱۱۱) هستند. ریخت سطح لایه‌ها دانه‌ای است. همچنین افزایش آهنگ لایه‌نشانی آلومینیوم باعث افزایش اندازه دانه‌ها و زبری سطح آنها می‌شود. مشخصه یابی جریان – ولتاژ دیودها رفتار دیودی آنها را نشان داد. بطور کلی افزایش آهنگ لایه نشانی کاتد سبب کاهش ولتاژ آستانه دیودها می‌شود. طیف سنجی نورگسیلی دیودها نشان داد که افزایش آهنگ لایه نشانی کاتد سبب افزایش شدت نور گسیلی آنها می‌شود، ولی طوج موج نور گسیلی را تغییر نمی‌دهد.

واژگان کلیدی: دیود نور گسیل آلی، کاتد آلومینیوم، آهنگ لایه نشانی

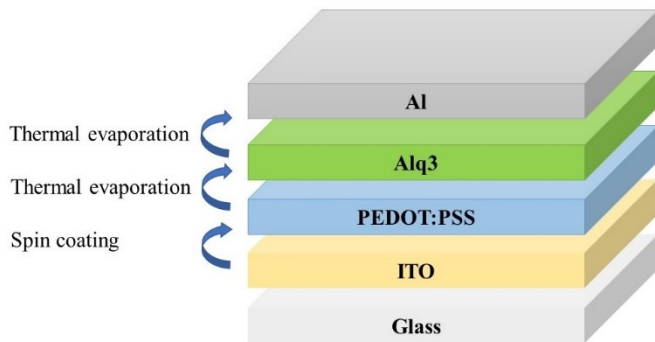
*m.r.fadavieslam@du.ac.ir

آلی وارد عصر جدید دستگاه‌های نمایشگر بزرگ، شفاف و انعطاف‌پذیر شده است ولی فناوری ساخت نمایشگرهای بزرگ با تاخیر همراه بوده است [۵،۷]. مشکل اصلی در این خصوص انتشار غیریکنواخت، نشت جریان و اتصال کوتاه هستند [۷]. در این راستا برای بهینه‌سازی دیود نور گسیل آلی تحقیقات زیادی انجام می‌شود. از جمله پژوهش بر الکتروود کاتد دیود است. زیرا یکی از عوامل موثر بر عملکرد دیود بهبود فرآیند تزریق الکترون از طریق کاتد است [۸]. معمولاً یک فلز با تابع کار بالا به عنوان کاتد برای دیود نور گسیل آلی انتخاب مناسبی در نظر گرفته نمی‌شود. زیرا الکترونها تزریق شده از کاتد باید بر سد پتانسیل بالا برای ورود به لایه آلی انتقال دهنده الکترون غلبه کنند. با این حال، انتخاب فلزات با تابع کار بالا به دلیل پایداری شیمیایی

۱- مقدمه

دیودهای نور گسیل آلی در نمایشگرهای صفحه تخت و سیستم‌های روشنایی حالت جامد بکار می‌روند [۱]. نمایشگرهای نور گسیل آلی به دلیل قابلیت وضوح و کنتراست بالا، نسبت تصویر بالا، سبک بودن، هزینه کم، فراوانی مواد اولیه، توان مصرفی کم و به ویژه انعطاف پذیری توجه بسیاری را به خود جلب کرده‌اند [۲-۴]. به دلیل کاربرد وسیع دیودهای نور گسیل آلی در روشنایی‌های تجاری و نمایشگرها، از جمله گوشی‌های هوشمند، نمایشگرهای روی سر، تلویزیون‌های با صفحه نمایش بزرگ، نمایشگرهای بزرگ، شفاف و انعطاف‌پذیر توسعه قابل توجه یافته‌اند [۵، ۶]. با وجود آنکه امروزه فناوری دیود نور گسیل

آلومینیوم بر روی لایه های Alq_3 به روش تبخیر حرارتی بلافاصله بعد از لایه نشانی Alq_3 و بدون تغییر فشار دستگاه با آهنگهای لایه نشانی $0.1, 0.5, 1$ و 2 nm/s و ضخامت 80 nm لایه نشانی شدند و به ترتیب نمونه‌های D_1, D_2, D_3 و D_4 نام گذاری شدند. بدین ترتیب دیودها با ساختار $Glass/ITO/PEDOT:PSS/Alq_3/Al$ ساخته شدند. در شکل (۱) طرحواره ساختار دیودها ارائه شده است.



شکل ۱: طرحواره ساختار دیودهای نور گسیل آلی

برای طول عمر دستگاه‌ها کاملاً مفید است [۹]. معمولاً از آلومینیوم به عنوان کاتد در OLED ها استفاده می‌شود [۷]. گزارش‌های پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که آهنگ لایه نشانی می‌تواند بر ساختار، ریختار و ویژگی الکتریکی لایه‌های نازک آلومینیوم تأثیر بگذارد [۱۰-۱۲]. این تأثیر می‌تواند بر تزریق الکترونها از طریق آلومینیوم به عنوان کاتد در دیود نور گسیل آلی موثر باشد که در نتیجه می‌تواند عملکرد دیود را بهبود بخشد [۷].

در این پژوهش، اثر آهنگ لایه نشانی کاتد آلومینیوم بر روی ویژگی ساختاری آن و همچنین عملکرد دیود نور گسیل آلی با ساختار $Glass/ITO/PEDOT:PSS/Alq_3/Al$ مطالعه شده است. یکی از مهمترین چالش‌های این پژوهش تکرار پذیر بودن ساخت دیودها است. با این وجود جهت اطمینان از اینکه هر تغییری در ویژگی‌های دیودها ناشی از تغییر در آهنگ لایه نشانی کاتد باشد، با بکارگیری تجربه‌های پژوهشی خود در این حوزه از تکرار پذیر بودن ساخت دیودها مطمئن شدیم [۱۳-۱۶].

۲- بخش تجربی

۲-۱- ساخت دیودها

برای ساخت دیودها، لایه‌های نازک ITO لایه نشانی شده بر روی شیشه با مقاومت سطحی کمتر از $6 \Omega/sq$ از شرکت Lumtec تهیه شدند. لایه‌های ITO در ابعاد $2 \times 2 \text{ cm}^2$ برش زده شدند. این لایه‌ها بعد از ماسک‌گذاری و سونش به کمک محلول‌های اسیدی، با محلول آب و صابون، آب دی‌یونیزه، اتانول و استون به مدت ۱۵ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک شسته شدند. سپس، در دسیکاتور در دمای 90°C درجه سلسیوس تحت خلاء به مدت ۱۵ دقیقه خشک شدند. در ادامه، $40 \mu\text{lit}$ محلول PEDOT:PSS با روش پوشش‌دهی چرخشی بر روی بسترهای ITO لایه‌نشانی شد. این پوشش دهی به مدت یک دقیقه و با سرعت چرخش 4000 rpm انجام شد. لایه‌ها تحت دمای 90°C درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه در محیط خلا خشک شدند. سپس 0.1 mgr از Alq_3 در بوتله‌ای از جنس تنگستن در فاصله 40 سانتی متری بستر در دستگاه تبخیر حرارتی برای لایه نشانی Alq_3 قرار گرفت. این لایه نشانی تحت فشار 10^{-5} mbar و با آهنگ 0.5 nm/s و با ضخامت 80 nm انجام شد. لایه‌های

۲-۲- تجهیزات

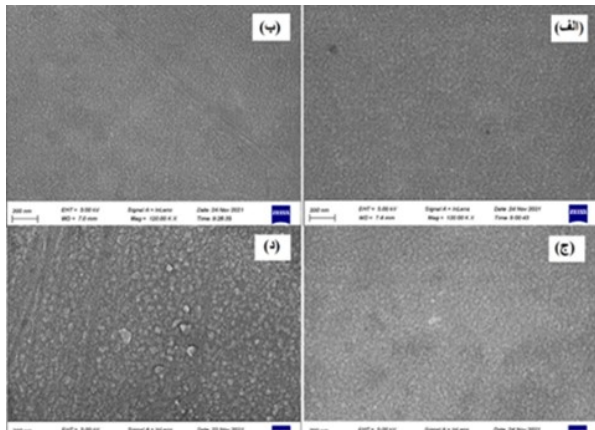
در این پژوهش لایه نشانی به روش چرخشی توسط دستگاه MODERN TECHNOLOGY DEVELOPMENT S.C.G6 و لایه نشانی به روش حرارتی توسط دستگاه ساخت جهاد دانشگاهی دانشگاه شریف انجام شدند. طیف سنجی پرتو ایکس (XRD) توسط دستگاه مدل ADVANCE-BRUKER D8 با گسیل خطی CuK_{α} (1.5405 \AA) و ریخت‌شناسی سطح با میکروسکپ الکترونی روبشی گسیل میدانی مدل HITACHI S-4160 و ریخت‌شناسی با میکروسکپ نیروی اتمی مدل AFM: 95-50-EDM انجام شد. طیف سنجی نور گسیلی دیودها با STS microspectrometer ocean optics انجام شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- خواص ساختاری لایه‌های آلومینیوم

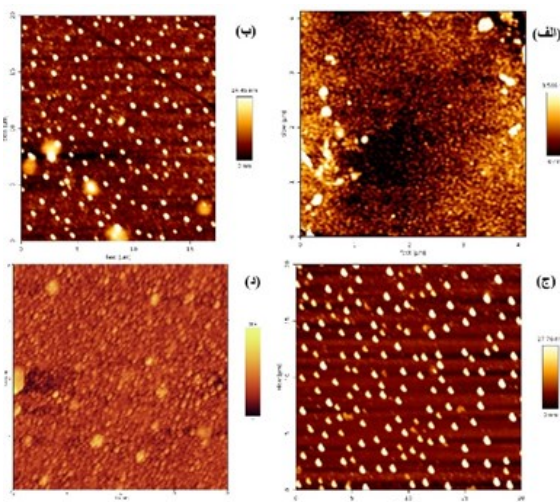
طیف‌های مقایسه‌ای پراش پرتو ایکس لایه‌های آلومینیوم در شکل (۲) ارائه شده است. مطالعه این شکل نشان می‌دهد که نمونه‌ها دارای ساختارهای بی‌شکل و یا بس‌بلور هستند. در

طور یکنواخت با افزایش سرعت رسوب افزایش یافت، در حالی که لایه‌های متشکل از دانه‌های ریز با اندازه تقریباً یکنواخت در رسوب‌گذاری‌های پایین به دست آمدند [۷].



شکل ۳: تصاویر FESEM نمونه‌های تهیه شده با آهنگ لایه نشانی (الف) ۰٫۱، (ب) ۰٫۵، (ج) ۱ و (د) ۲ nm/s

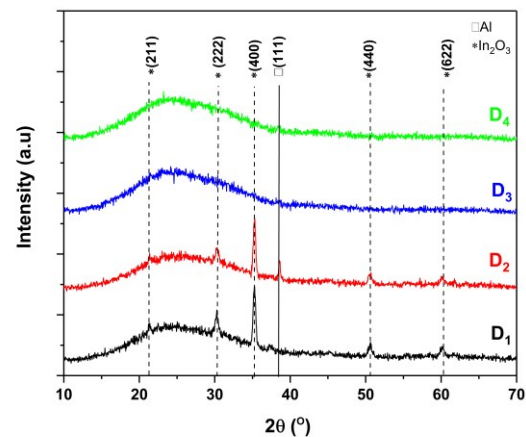
مشخصه‌یابی AFM: شکل‌های (۴) و (۵) بترتیب تصاویر دو و سه بعدی AFM لایه‌های آلومینیوم تهیه شده با آهنگ لایه‌نشانی ۰٫۱، ۰٫۵، ۱ و ۲ nm/s را نشان می‌دهند.



شکل ۴: تصاویر دو بعدی AFM نمونه‌های تهیه شده با آهنگ لایه نشانی (الف) ۰٫۱، (ب) ۰٫۵، (ج) ۱ و (د) ۲ nm/s

در نمونه‌ی D_1 که آهنگ لایه‌نشانی نسبت به بقیه‌ی نمونه‌ها کمتر است سطح لایه صاف‌تر است. در نمونه‌ی D_3 با افزایش آهنگ لایه‌نشانی به ۱ nm/s تپه‌ها بزرگ‌تر شده و زبری لایه نیز افزایش می‌یابد. متوسط اندازه زبری سطح لایه‌های

نمونه‌های بس‌بلور قله‌هایی مربوط به ساختار زیر لایه ITO وجود دارند که با کارت استاندارد JCPDS No. 71-2194 تطابق دارند [۱۶]. این قله‌ها به دلیل ضخامت کم لایه آلومینیوم تشکیل شده بر روی بستر ITO است. قله ارجح فاز مکعبی Al مربوط به راستای بلوری (۱۱۱) در نمونه‌ها مشاهده می‌شود که با کارت استاندارد JCPDS file 85-1327 تطابق دارد [۱۷]. طیف‌های مقایسه‌ای پراش پرتو ایکس نمونه‌ها نشان می‌دهد که با افزایش آهنگ لایه‌نشانی از ۰٫۵ به ۲ nm/s ساختار لایه‌ها از بس‌بلوری به آمورف تبدیل می‌شود.



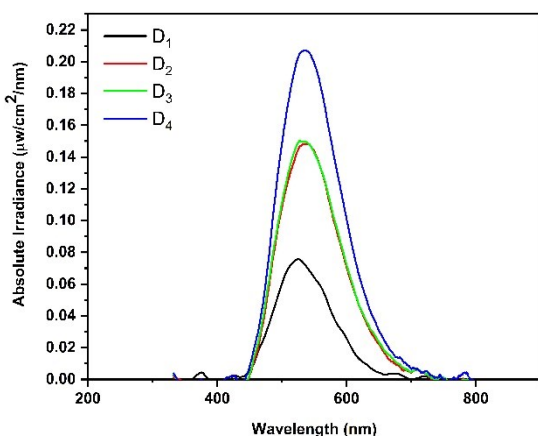
شکل ۲: الگوهای پراش لایه‌های آلومینیوم تهیه شده با آهنگ لایه نشانی ۰٫۱ (D_1)، ۰٫۵ (D_2)، ۱ (D_3) و ۲ nm/s (D_4)

شناسایی FESEM: ریختار سطح لایه‌های آلومینیوم رسوب شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی اثر میدان مورد مطالعه قرار گرفت و تصاویر آنها در شکل (۳) نشان داده شده است.

مطالعه این شکل نشان می‌دهد که لایه‌ها دارای ریختار دانه‌ای هستند و افزون بر آن افزایش آهنگ لایه‌نشانی آلومینیوم باعث افزایش اندازه دانه‌ها می‌شود. آهنگ لایه‌نشانی پایین منجر به تبخیر کمتر اتم‌ها و در نتیجه تشکیل کمتر خوشه‌ها می‌شود. بنابراین دانه‌های تشکیل شده از خوشه‌ها کوچک هستند. با افزایش آهنگ لایه‌نشانی تعداد اتم‌های آلومینیوم که در واحد زمان به سطح می‌رسند افزایش می‌یابد که در نتیجه آن تعداد خوشه‌های تشکیل شده در سطح افزایش یافته و در نهایت منجر به تشکیل دانه‌های بزرگ‌تر می‌شود [۱۰]. متوسط اندازه دانه به

نمودارهای جریان-ولتاژ دیودها رفتار دیودی آنها را نشان می‌دهد. چگالی جریان به ازای ولتاژ اعمال شده ۸ ولت به دیودهای D_1 ، D_2 ، D_3 و D_4 به ترتیب $۰/۳$ ، $۲/۲۹$ ، $۱۳/۹۷$ و mA/cm^2 $۸/۹۵$ اندازه گیری شدند. این نتایج نشان می‌دهد آهنگ لایه نشانی کاتد بر روی چگالی جریان دیودها تاثیر می‌گذارد و بطور کلی باعث افزایش آن می‌شود. این افزایش را می‌توان به تزریق و ترابرد مناسبتر الکترونها نسبت داد. ولتاژ آستانه دیودهای D_1 ، D_2 ، D_3 و D_4 به ترتیب $۰/۷$ ، $۳/۵۲$ ، $۳/۹۸$ و $۵/۹۲$ V اندازه گیری شدند. بنابراین بطور کلی افزایش آهنگ لایه نشانی کاتد باعث کاهش ولتاژ آستانه می‌شود، با این وجود افزایش آهنگ لایه نشانی به بیش از $۰/۵ \text{ nm/s}$ سبب افزایش ولتاژ آستانه می‌شود بهبود عملکرد دیود با کاهش ولتاژ آستانه آن به دلیل اتصال مناسبتر کاتد با لایه Alq_3 است که منجر به افزایش راندمان تزریق الکترون از کاتد به Alq_3 می‌شود [۳، ۱۹]. بنابراین بهبود عملکرد دستگاه را می‌توان به کاهش سد تزریق الکترون نسبت داد که به تزریق الکترون کمک می‌کند و بالانس الکترون و حفره ایجاد را در داخل لایه انتشار ایجاد می‌کند [۲۰].

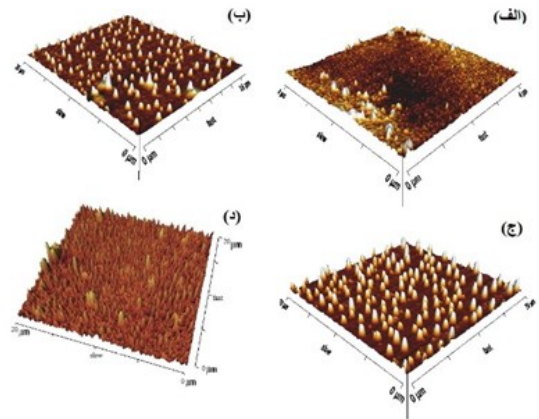
شکل (۷)، طیفهای مقایسه ای چگالی شدت طیف گسیلی دیودها را بر حسب طول موج نشان می‌دهند. تمام طیفهای گسیلی در فاصله $۱/۵ \text{ cm}$ از دیودها و در چگالی جریان عبوری ۲۵ mA/cm^2 از آنها طیف‌سنجی شده‌اند.



شکل ۷: طیفهای مقایسه ای چگالی شدت طیف گسیلی دیودهای بر حسب طول موج

مطالعه شکل (۷)، نشان می‌دهد که طیفهای گسیلی عمدتاً از انتشار نور سبز تشکیل شده‌اند. قله این طیفها در حدود طول موج

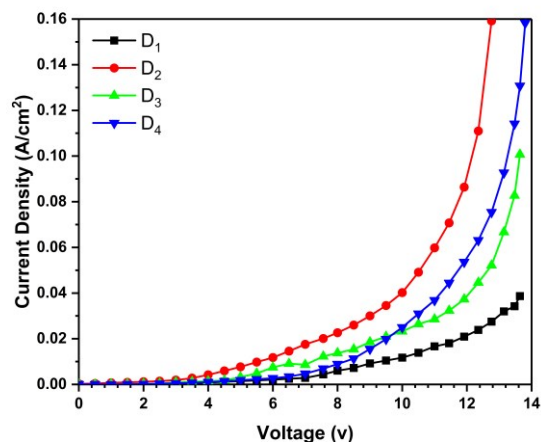
D_1 ، D_2 ، D_3 و D_4 به ترتیب $۰/۵۷$ ، $۳/۱۴$ ، $۳/۶۳$ و $۱۲/۴ \text{ nm}$ است. در نمونه‌های لایه نازک آلومینیوم با آهنگ لایه‌نشانی کمتر لایه‌ها زبری کمتری دارند [۱۸]. افزایش آهنگ لایه‌نشانی سبب افزایش زبری سطح می‌شود. افزایش زبری سطح لایه‌ها با افزایش اندازه دانه‌های مشاهده شده در تصاویر FESEM همخوانی مناسبی دارند.



شکل ۸: تصاویر سه بعدی AFM نمونه‌های تهیه شده با آهنگ لایه نشانی (الف) $۰/۱$ ، (ب) $۰/۵$ ، (ج) ۱ و (د) ۲ nm/s

شناسایی دیودها:

نمودار مقایسه‌ای جریان - ولتاژ دیودهای ساخته شده در شکل (۶) ارائه شده است. مطالعه این شکل رفتار دیودی نمونه‌ها را نشان می‌دهند.



شکل ۹: نمودار جریان - ولتاژ دیودهای ساخته شده لایه‌های آلومینیوم تهیه شده با آهنگ لایه نشانی $۰/۱$ (D_1)، $۰/۵$ (D_2)، ۱ (D_3) و ۲ nm/s (D_4)

light-emitting devices, Optoelectronics Letters, 13 , 175-178, 2017.

[3] Y.-F. Liu, J. Feng, H.-F. Cui, Y.-F. Zhang, D. Yin, Y.-G. Bi, J.-F. Song, Q.-D. Chen, H.-B. Sun, Fabrication and characterization of Ag film with sub-nanometer surface roughness as a flexible cathode for inverted top-emitting organic light-emitting devices, Nanoscale, 5,10811-10815, 2013.

[4] M.-H. Wu, J.-H. Lee, M.-K. Leung, Y.-N. Hsu, Voltage reduction of organic light-emitting device (OLED) with an n-type organic material and a silver cathode, in: Light-Emitting Diode Materials and Devices, SPIE, 10,178-183, 2005.

[5] M.-G. Song, K.-S. Kim, H.I. Yang, S.K. Kim, J.-H. Kim, C.-W. Han, H.-C. Choi, R. Pode, J.H. Kwon, Highly reliable and transparent Al doped Ag cathode fabricated using thermal evaporation for transparent OLED applications, Organic Electronics, 76 , 105418, 2020.

[6] H. Fujimoto, T. Miyayama, N. Sanada, C. Adachi, Origin of external quantum efficiency degradation in organic light-emitting diodes with a DC magnetron sputtered cathode, Journal of Vacuum Science & Technology B, Nanotechnology and Microelectronics: Materials, Processing, Measurement, and Phenomena, 32 , 060603, 2014

[7] J. Xie, P. Li, K. Ho, G.C. Walker, Z.-H. Lu, Effect of Ag cathode deposition rate on the performance of organic light-emitting diodes, Materials Science in Semiconductor Processing, 117,105170, 2020.

[8] S.-M. Kim, K.-H. Kim, M.-J. Keum, Deposition of an Al cathode for an OLED by using low-damage sputtering method, Journal of the Korean Physical Society, 51,1023-1026, 2007.

[9] Z. Sun, X. Ding, B. Ding, X. Gao, Y. Hu, X. Chen, Y. He, X. Hou, Buffer-enhanced electron injection in organic light-emitting devices with copper cathode, Organic electronics, 14,511-515, 2013.

[10] K. Bordo, H.-G. Rubahn, Effect of deposition rate on structure and surface morphology of thin evaporated Al films on dielectrics and semiconductors, Materials Science, 18,313-317, 2012.

[11] S. Das, S. Neogi, M. Mukherjee, Effect of temperature and deposition rate on the surface morphology of thin Al metal films on glass substrate: Application in Solar Cell, in: Journal of

۵۲۵ nm است که مربوط به نور سبز گسیلی از لایه نور گسیل Alq_3 در دیودها می‌باشد [۲۱]. بنابراین، آهنگ لایه نشانی کاتد تأثیری بر خواص نور گسیلی Alq_3 ندارد و محل قله طیف گسیلی در دیودها را به دلیل عدم تغییر ناحیه بازترکیب الکترون-حفره و انتقال اکسایتون در لایه گسیل کننده نور تغییر کلی نمی‌دهد [۲]. به طور کلی شدت نور گسیلی با افزایش آهنگ لایه نشانی کاتد افزایش می‌یابد که به دلیل تزریق حاملهای بیشتر و توازن ترابرد حاملها و افزایش آهنگ بازترکیب بیشتر آنها در لایه نور گسیل می‌باشد [۲۲]. نوع کاتد و آهنگ لایه نشانی آن روی بازترکیب الکترون و حفره در لایه گسیل الکترون و انتقال اکسایتون تأثیر نمی‌گذارند. آهنگ لایه نشانی کاتد می‌تواند توانایی تزریق الکترون را افزایش داده و بازترکیب آنرا با حفره آسان تر کند و روشنایی دیود را افزایش دهد ولی بازترکیب الکترون و حفره و انتقال اکسایتون را تحت تأثیر قرار نخواهد داد [۲]. افزایش آهنگ لایه نشانی کاتد منجر به جابجایی قرمز قله طیف گسیلی دیودها شده است. این جابجایی قله ها به اثر میکرو-حفره نسبت داده می‌شود که به دلیل پرتوهای چندگانه قوی تر نسبت داده می‌شود [۲۳, ۲۴].

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش، نشان داده شد که آهنگ لایه نشانی کاتد آلومینیوم بر ساختار آن تأثیر دارد. علاوه بر آن تغییر آهنگ لایه نشانی کاتد بر عملکرد دیود نور گسیل آلی تأثیر دارد. به طور کلی ولتاژ آستانه روشن شدن دیود با افزایش آهنگ لایه نشانی کاتد کاهش می‌یابد. دیودی که کاتد آن با آهنگ 0.5 nm/s لایه نشانی شده بود دارای کمترین ولتاژ آستانه است. با افزایش آهنگ لایه نشانی کاتد شدت درخشندگی نور گسیل شده از دیودها افزایش می‌یابد.

مراجع

[1] R.N. Chauhan, N. Tiwari, R. Anand, J. Kumar, Development of Al-doped ZnO thin film as a transparent cathode and anode for application in transparent organic light-emitting diodes, RSC advances, 6, 86770-86781, 2016.

[2] J.-h. Liu, F.-h. Zhang, Effect of Al: Ag alloy cathode on the performance of transparent organic

Organometallic Polymers and Materials, 27,1760-1769, 2017.

[23] J. Hou, G. Cheng, X. Wang, Q. Liu, X. Zhang, Efficient top-emitting organic light-emitting diodes with Sm/Ag bilayer cathode, Thin solid films, 519, 3890-3892, 2011.

[24] S.-k. Kwon, E.-H. Lee, K.-s. Kim, H.-c. Choi, M.J. Park, S.K. Kim, R. Pode, J.H. Kwon, Efficient micro-cavity top emission OLED with optimized Mg: Ag ratio cathode, Optics Express, 25, 29906-29915, 2017.

Physics: Conference Series, IOP Publishing, 12, , 012019, 2020.

[12] H.Y. Shin, M.C. Suh, Effect of the thermal evaporation rate of Al cathodes on organic light emitting diodes, Materials Science and Engineering: B, 188, 8-12, 2014.

[13] H. Musavi, M. Fadavieslam, Improving organic light-emitting diode performance with ZnO nanoparticles, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 28, 7797-780, 2017.

[14] M. Malekiyan, M. Fadavieslam, m. Ardyanian, Investigation of the structural, optical and gas sensing properties of Aluminum doped zinc -oxide nanoparticles synthesized by solvo-thermal method, Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, 27, 975-984, 2019.

[15] M.R. Fadavieslam, The effect of thickness of light emitting layer on physical properties of OLED devices, Optik, 182,452-457, 2019.

[16] M. Yahya, M. Fadavieslam, The effects of argon plasma treatment on ITO properties and the performance of OLED devices, Optical Materials, 120, 111400, 2021.

[17] S.K. Sharma, D.Y. Kim, Abnormal residual stress in nanostructured Al thin films grown on Ti/glass substrates, Current Applied Physics, 13, 1874-1879, 2013.

[18] H. Khachatryan, S.-N. Lee, K.-B. Kim, M. Kim, Deposition of Al thin film on steel substrate: the role of thickness on crystallization and grain growth, Metals, 9, 12, 2018.

[19] M. Chakaroun, R. Antony, A. Fischer, B. Ratier, A. Moliton, M. Lee, A. Boudrioua, Enhanced electron injection and stability in organic light-emitting devices using an ion beam assisted cathode, Solid state sciences, 15, 84-90, 2013.

[20] Q. Song, C. Song, Z. Zhong, Z. Hu, L. Wang, J. Wang, Y. Cao, Ether solvent treatment to improve the device performance of the organic light emitting diodes with aluminum cathode, Organic Electronics, 24, 241-245, 2015.

[21] S.K. Kim, R. Lampande, J.H. Kwon, Electro-optically efficient and thermally stable multilayer semitransparent pristine Ag cathode structure for top-emission organic light-emitting diodes, ACS Photonics, 6, 2957-2965, 2019.

[22] R. Kandulna, R. Choudhary, P. Maji, Ag-doped ZnO reinforced polymeric Ag: ZnO/PMMA nanocomposites as electron transporting layer for OLED application, Journal of Inorganic and

The effect of deposition rate aluminum cathode on the performance of organic light emitting diode

F. Shariatiniya, M. R. Fadavieslam*

School of Physics, Damghan University, Damghan

Abstract: In this research, the effect of aluminum cathode deposition rate on its structure and performance of organic light emitting diode (OLED) with Glass/ITO/PEDOT:PSS/ALq₃ structure was investigated. The aluminum deposition rate was considered to be 0.1, 0.5, 1 and 2 nm/s. The structure of aluminum films was studied by X-ray diffraction (XRD), field emission scanning electron microscope (FESEM) and atomic force microscope (AFM). The results of structural characterization showed that the films prepared with rates of 0.1 and 0.5 nm/s have polycrystalline structure corresponding to the cubic phase of aluminum with a peak in the direction of the (111) plane. The morphology of the surface of the films is granular. Also, increasing the aluminum deposition rate cause to enhancing the size of grains and their surface roughness. The current-voltage characterization of diodes showed their diode behavior. In general, increasing deposition rate decreases the threshold voltage of the diodes. Light emitting spectroscopy of diodes showed that increasing the deposition rate of cathode cause to enhancing the intensity of their emitted light, but does not change the wavelength of the emitted light.

Keywords: organic light emitting diode, aluminum cathode, deposition rate