بیستمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک ایران
و ششمین کنفرانس مهندسی و فناوری فوتونیک ایران
۸ تا ۱۰ بهمن ماه۱۳۹۲ - دانشگاه صنعتی شیراز

اثرماده MOO_3 برطول عمر دیود نورگسیل آلی کپسوله شده

مهناز آقایی[۱]، حمیدرضا فلاح[۱،۲] و مرتضی حاجی‌محمودزاده [۱،۲]
[۱]گروه فیزیک دانشگاه اصفهان، اصفهان
[۲]گروه پژوهشی اپتیک کوانتومی، اصفهان

چکیده- دراین مقاله با ساخت دو دیود نورگسیل‌آلی‌سبز با استفاده از ALq_3 به عنوان ماده گسیلنده از طریق روش لایه‌نشانی تبخیری و PEDOT:PSS و MOO_3 به عنوان لایه تزریق کننده حفره ، و سپس کپسوله‌کردن آن ها در برابر نفوذ بخارآب و اکسیژن با استفاده از ماده پلیمری اپوکسی وشیشه باعث افزایش طول عمر دیودها شده ایم. دیودهای ساخته شده دارای بیشترین طول موج تابشی در طول موج nm ۵۲۵/۷ می‌باشند. با گذشت ۱۹۲ساعت از ساخت و کپسوله کردن آنها دیودی که دارای لایه ی MOO_3 می باشد نسبت به دیودی که دارای لایه ی PEDOT:PSS می باشد شدت بهتری از خود به نمایش می گذارد.

کلید واژه- اپوکسی، دیود نورگسیل آلی، کپسوله کردن

Effect of MOO3 on encapsulated organic light emission diodes lifetime

mahnaz Aghaei[1], hamidreza Falah [1,2] and mortza Hajimahmodzadeh[1,2]
[1]Department of Physics, University of Isfahan،Isfahan
[2]Quantum Optics Research Group، Isfahan

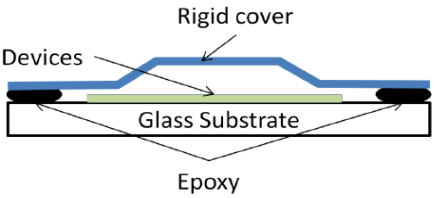
Abstract-In this paper, we construct two Green Organic Light Emission Diode (OLED) and used Alq_3 as emission material and used PEDOT:PSS and MOO3 as Hole injection layer with evaporation coating method. Then we encapsulate it against water steam and Oxygen with use of material such as Epoxy and Glass that caused increase in lifetime of light emission diode. after 192 hours passed from construction and encapsulation diode with MOO_3 layer in comparison with diode with PDOT:PSS had better intensity.

Keywords: epoxy، Organic Light Emitting Diode، Encapsulation

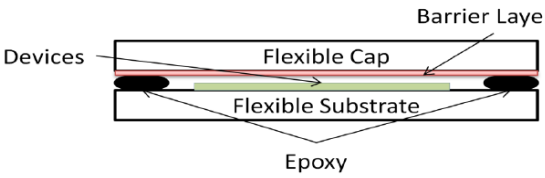
[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-20]

مقدمه

به طور کلی، توسعه تکنولوژی کپسوله کردن عامل مهمی در بهبود طول عمر و قابلیت عملکرد ابزار های الکتریکی آلی می باشد.تعدادی از روش های کپسوله کردن که برای فیلم های نازک استفاده می شود شامل قراردادن پوشش های فلزی، شیشه ای و یا قراردادن دستگاه بین دو بستره شیشه ای یا بستره پلاستیکی می با[۱, ۲]. پوشش های فلزی یا شیشه ای توسط چسب اپوکسی بر روی ابزار به صورتی که در شکل شماره یک نمایش داده شده است ثابت می شوند. از گازهای غیرفعال مانند نیتروژن و آرگون برای پر کردن ناحیه خالی محافظ استفاده می شود. علاوه بر این از فلزات فعال مانند کلسیم و باریم جهت جذب کردن هرگونه آب باقی مانده در محفظه یا بخار آب پراکنده شده در داخل محفظه استفاده می شود[۲, ۳]. با این حال، این مواد سخت و قابل استفاده برای الکترودهای قابل انعطاف نمی باشند. از این رو بایستی روش های کپسوله قابل انعطاف به کار گرفته شود. مانند کلاهک های قابل انعطاف، شیشه های فوق نازک و لایه های لایه نشانی شده در خلاء که در شکل شماره دو نمایش داده شده است[۲, ۳].

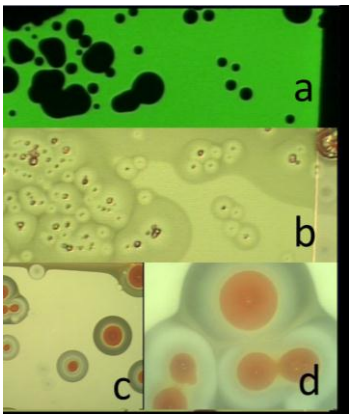


شکل ۱:ثابت کردن شیشه توسط اپوکسی



شکل۲:کپسوله کردن ابزار قابل انعطاف

در حالی که بیشترین تحقیقات در توسعه مواد کپسوله شده برای الکترودهای آلی متمرکز روی خصوصیت مانع و سد بودن آنها می باشد، دیگر جنبه های مهم، همچنین در توسعه این تکنولوژی دخیل می باشند. نه تنها توسعه و پیشرفت کپسوله کردن برای کاهش نفوذ بخار آب واجب است، اما فرآیند کپسوله باید همساز با الکترودهای آلی باشد. برای لایه های فعال و بستره ها با دمای شیشه ی پایین و پایداری حراراتی، فرآیند دمایی که در آنها لایه های سدکننده می تواند لایه نشانی شود محدود است. این امر نیازمند آن است که لایه های غیر آلی که برای کپسوله کردن مستقیما بر روی ابزار قرار می گیرد بایستی در دمای پایین لایه نشانی شوند. با این حال فرآیند در دمای پایین ممکن است که نواقصی را در فیلم ایجاد کند و همچنین باعث می شود که خصوصیات سد کننده محدود شود[۴]. برای یک ابزار کپسوله شده که به صورت تجاری قابل استفاده باشد، باید نرخ نفوذ بخار آب و نرخ انتقال اکسیژن به داخل ابزار به ترتیب کمتر $10^{-6}\,g/m^2\text{-}day$ و $10^{-5}\,cm^3(STP)/m^2\text{-}day$ باشد[۵]. رطوبت باعث کاهش عملکرد کاتد شده و موجب لایه لایه شدن کاتد از مواد آلی می شود. تاثیر اکسایش بر روی کاتد های آلی از مهم ترین تغییرات مضر بر روی خصوصیات OLED می باشد. همچنین در ابزار OLED نقاط سیاه غیر تابش کننده آشکار می شوند. این نقاط تاریک بازده پیکسل ها و همچنین چگالی انتشار و طول عمر ابزار را به شدت کاهش می دهند. می توان گفت که ایجاد نقاط تاریک و رشد آنها توسط اکسیژن و نم پراکنده شده در سوراخ های میکروسکوپی الکترودها می باشد. شکل شماره سه تاثیرات اکسایش بر روی یک انتشار دهنده سبز را نشان می دهد[۵, ۶].



شکل۳: رشد نقاط تاریک از اکسایش و لایه لایه شدن کاتد a- نمایش نقاط تاریک در حالی که دستگاه روشن است (b) نمایش سوراخ ها در حالی که دستگاه خاموش است c- نمایش سوراخ ها با بزرگ نمایی ۵۰ برابر d- نمایش سوراخ با بزرگ نمایی ۱۰۰برابر

در این مقاله برای کپسوله کردن از یک لایه پلیمری اپوکسی به همراه شیشه ای که بر روی آن قرار می‌گیرد استفاده شده است. برای ساخت دیودنورگسیل روش لایه نشانی تبخیری را به کار برده ایم. در این مقاله برای ساخت دیود نور گسیل سبز از دو ساختار متفاوت استفاده کرده ایم.

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-20]

ITO/PEDOT:PSS/NPB(40nm)/ALq_3(55nm)/
Lif(6A˚)/AL(140nm)
ITO/MOO_3(35nm)/NPB(50nm)/ALq_3(40nm)/
Lif(6A˚)/AL(150nm)

روش تجربی :

مرحله‌ی اول سونش ITO که دارای مقاومت سطحی ۱۲ اهم است می‌باشد. بعد از آن مرحله‌ی شستشوی ITOها به صورت زیر انجام می‌گیرد.۱- شستشو با آب و صابون ۲- به ترتیب در حلال‌های ایزوپروپیل، دی‌کلرومتان، اتانول و استون خالص و آب دی‌یونیزه شستشو داده می‌شود و برای خشک کردن در معرض گاز نیتروژن قرارمی‌گیرد و سپس به مدت ده دقیقه تحت تابش نورUV قرار می‌گیرد سپس مراحل لایه‌نشانی آغاز می‌شود. اولین لایه بر روی ITO، لایه PEDOT:PSS می‌باشد که از طریق لایه‌نشانی چرخشی صورت می‌گیرد. این لایه به عنوان لایه تزریق کننده حفره می باشد. محفظه توسط دو پمپ توربو و روتاری به خلاء 5×10^{-5}mb خواهدرسید. لایه بعدی ماده NPB با ضخامت 40nm است. این ماده به عنوان لایه‌ی انتقال دهنده‌ی حفره به‌کار برده می‌شود و سپس ماده نورگسیل ALq_3 با ضخامت ۵۵nm لایه‌نشانی می‌شود. این ماده به عنوان لایه‌ی انتقال دهنده‌ی الکترون و همچنین به عنوان گسیلنده خوب در ناحیه طول‌موج سبز به عنوان گسیلنده دیودالی به‌کار می‌رود. برای کاهش سدپتانسیل در فرآیند تزریق حامل‌های الکترون از الکترودکاتد به ناحیه‌فعال و همچنین جلوگیری از برخی فعل و انفعالات شیمیایی در فصل مشترک کاتد فلزی لایه‌ای از Lif با ضخامت ۶ آنگستروم استفاده می‌شود و در آخر لایه‌ی AL با ضخامت ۱۴۰ nm به عنوان لایه‌ی کاتدی تحت فشار 5×10^{-5}mb لایه‌نشانی می‌شود. تمامی ضخامت ها توسط بلور کوارتز که در داخل دستگاه لایه نشانی شده تعبیه شده است اندازه گیری می شود.

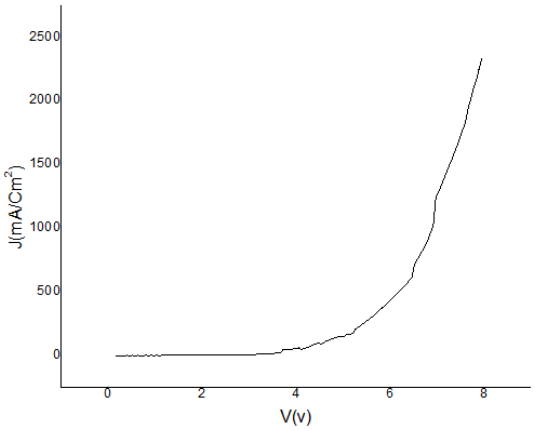
بعد از خروج دیودهای نورگسیل از داخل دستگاه سطح کاتد آن را توسط ماده پلیمری اپوکسی خریداری شده از شرکت اوسیلا پوشانده و شیشه‌ای ساده بر روی آن قرار می‌دهیم و سپس آن را به مدت ۱۵ دقیقه تحت نور UV برای خشک شدن ماده اپوکسی قرار می‌دهیم. این ماده به عنوان یک لایه‌ی محافظ بر روی کاتد قرارگرفته و مانع از نفوذ بخارآب و اکسیژن به سطح اولیه دیود نورگسیل و اکسید شدن لایه‌ی کاتدی می‌شود که همین امر سبب افزایش طول‌عمر دیود نورگسیل می‌شود. همچنین به دلیل محلول بودن PEDOT:PSS و داشتن رطوبت بالا، با گذشت زمان رطوبت داخل ماده تبخیر شده و خود باعث از بین رفتن لایه های آلی می شود برای جلوگیری از این امر به جای PEDOT:PSS از ماده MOO_3 به عنوان لایه ی تزریق کننده حفره استفاده شده است.

نتایج:

ساختار دیودی که با PEDOT:PSS ساخته شده و توسط اپوکسی کپسوله شده‌است به صورت زیر می‌باشد:

ITO/PEDOT:PSS/NPB(40nm)/ALq_3(55nm)/
Lif(6A˚)/AL(140nm)/epoxy/glass

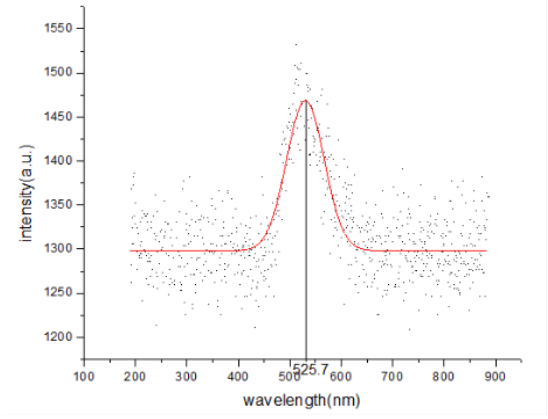
نمودار ولتاژ-چگالی جریان این دیود در شکل زیر نمایش داده شده‌است.



شکل ۴:نمودار ولتاژ- جریان دیودنورگسیل‌سبز

ولتاژ راه اندازی آن حدود ۴/۵V می باشد .

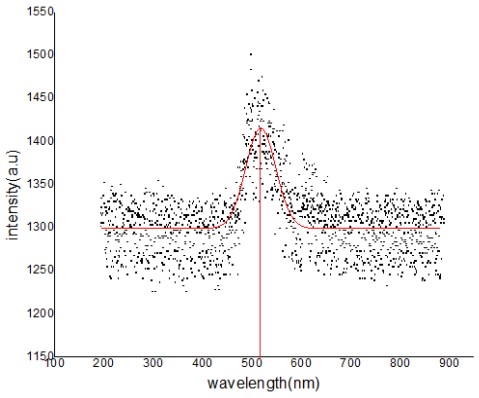
طیف الکترلومینسانس مشخص می‌کندکه دیود در چه بازه‌ی طول موجی قابلیت انتشار رادارد. طیف نور تابشی ازدیود در شکل زیر نمایش داده شده‌است



شکل ۵: طیف الکترولومینسانس دیود نورگسیل‌سبز

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-20]

طول‌موج بیشترین تابش این OLED متناظر با تابش در رنگ سبز می‌باشد. با گذشت ۱۹۲ ساعت از کپسوله کردن OLED ساخته شده، مجدد طیف تابشی آن را اندازه گرفته ایم.



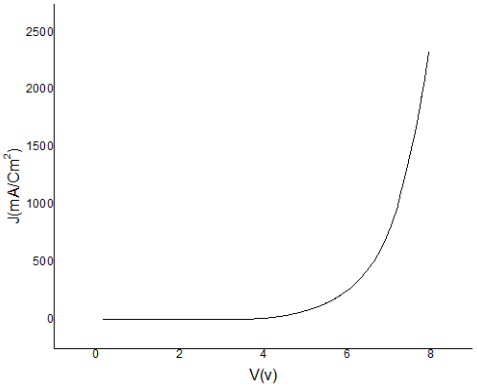
شکل۶: کپسوله شده بعد ازگذشت ۱۹۲ ساعت از ساخت آن

ساختار دیودی که با MOO_3 ساخته شده و توسط اپوکسی کپسوله شده‌است به صورت زیر می‌باشد:

$ITO/MOO_3(35nm)/NPB(50nm)/ALq_3(40nm)/$

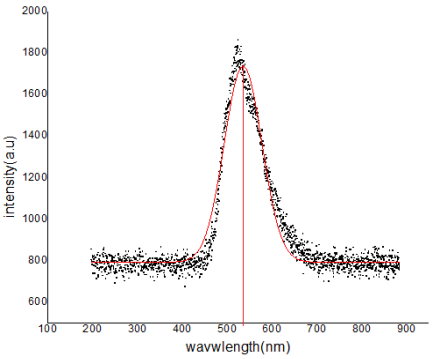
$Lif(6A^{\circ})/AL(150nm)/epoxy/glass$

نمودار ولتاژ-چگالی جریان این دیود در شکل زیر نمایش داده شده‌است.



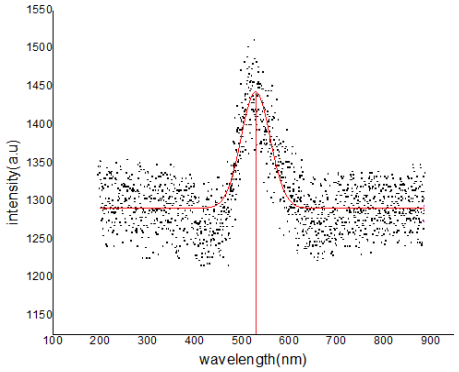
شکل ۷: نمودار ولتاژ- جریان دیودنورگسیل‌سبز

طیف نور تابشی ازدیود در شکل زیر نمایش داده شده‌است



شکل ۸: طیف الکترولومینسانس دیود نورگسیل‌سبز

با گذشت ۱۹۲ ساعت از کپسوله کردن OLED ساخته شده، مجدد طیف تابشی آن را اندازه گرفته ایم.



شکل۹: کپسوله شده بعد ازگذشت ۱۹۲ ساعت از ساخت آن

هر دو دیود در شرایط یکسان لایه نشانی و کپسوله شده است همانطور که از مشاهدات می توان نتیجه گرفت ساختار دیودی که در آن از MOO_3 به عنوان لایه تزریق کننده حفره استفاده شده است بعد از گذشت ۱۹۲ ساعت از ساخت آن نسبت به دیودی که در آن از PEDOT:PSS استفاده شده است شدت بهتری نمایش می دهد که می توان به تبخیر رطوبت موجود در PEDOT:PSS در داخل کپسوله اشاره کرد.

مراجع:

1. P. E. Burrows, V. Bulovic, S. R. Forrest, L. S. Sapochak, D. M. McCarty, and M. E. Thompson, "Reliability and degradation of organic light emitting devices," Applied Physics Letters **65**, 2922-2924 (1994).
2. M. S. Weaver, L. A. Michalski, K. Rajan, M. A. Rothman, J. A. Silvernail, J. J. Brown, P. E. Burrows, G. L. Graff, M. E. Gross, P. M. Martin, M. Hall, E. Mast, C. Bonham, W. Bennett, and M. Zumhoff, "Organic light-emitting devices with extended operating lifetimes on plastic substrates," Applied Physics Letters **81**, 2929-2931 (2002).
3. B. M. Henry, F. Dinelli, K. Y. Zhao, C. R. M. Grovenor, O. V. Kolosov, G. A. D. Briggs, A. P. Roberts, R. S. Kumar, and R. P. Howson, "A microstructural study of transparent metal oxide gas barrier films," Thin Solid Films **355–356**, 500-505 (1999).
4. K. Horiuchi, K. Nakada, S. Uchino, S. Hashii, A. Hashimoto, N. Aoki, Y. Ochiai, and M. Shimizu, "Passivation effects of alumina insulating layer on C60 thin-film field-effect transistors," Applied Physics Letters **81**, 1911-1912 (2002).
5. M. Schaer, F. Nüesch, D. Berner, W. Leo, and L. Zuppiroli, "Water Vapor and Oxygen Degradation Mechanisms in Organic Light Emitting Diodes," Advanced Functional Materials **11**, 116-121 (2001).
6. G. L. Graff, R. E. Williford, and P. E. Burrows, "Mechanisms of vapor permeation through multilayer barrier films: Lag time versus equilibrium permeation," Journal of Applied Physics **96**, 1840-1849 (2004).

[Downloaded from opsi.ir on 2025-07-20]