بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه یزد

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

فیزیک اتمی و مولکولی

ساخت و کپسوله‌کردن یک دیود نورگسیل آلی نانوساختاری و بررسی کارایی آن

استاد راهنما:

دکتر عباس بهجت

پژوهش و نگارش:

مارال قشنی

دی ماه ۱۳۹۱

تقدیم به

مهربان فرشتگانی که لحظات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، حسارت خواستن، عظمت

رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست...

پدر بزرگوارم،

که عالمانه به من آموخت تا چگونه در عرصه زندگی، ایستادگی را تجربه نمایم

مادر مهربانم،

دریای بی کران فداکاری و عشق که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه

مهر

برادران عزیزم،

بهترین های بی بدیل زندگیم که وجودشان شادی بخش و صفایشان مایه آرامش من است.

سپاس

پروردگارا شروع ستایش را به حمد تو آغاز می کنم و به نعمت و احسانت راه حق و صواب را می جویم و یقین دارم که تو مهربانترین مهربانان عالمی

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و

دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه

چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت...

تقدیر و تشکر

در طی مسیر این پایان نامه عزیزانی همراهیم کردند که حرمت همراهی و کسب فیض از حضورشان آدمی را به تشکر وامی دارد. اکنون که در سایه عنایت و الطاف خداوندی توفیقی حاصل شد، بر خود لازم می دانم که؛

مراتب سپاس و قدردانی خود را از محضر استاد راهنمای گرانقدرم، جناب آقای دکتر عباس بهجت تقدیم نمایم. بزرگوارای که افتخار کسب علم و درس زندگی از محضرشان را داشته ام و در تمام مراحل این پایان نامه همواره ایجانب را از رهنمودهای علمی و نیز حسن اخلاق بی نظیرشان بهره مند ساخته اند. باشد که این کلام، الطاف ایشان در مسیر تهیه این پایان نامه را بارز کند.

در انتها، سپاسی را با تمام وجود از عزیزانی دارم که از آغاز همراه و همیارم بودند، مادر صبورم، پدر بزرگوارم، و برادران دوست داشتنی ام که گرمی نفسم از گرمای محبتشان است و بیش از لحظه لحظه زندگی ام مدیون همراهی و همیاریشان هستم.

و تشکر بی شائبه من از تمام کسانی که در مسیر زندگیم، چون استادی ناب، کلامی به من آموختند و چون دوستی ارزنده همراه و یاورم بودند. آنان که در راه کسب علم و معرفت برای من آنچه در توان داشتند انجام دادند و مشوق راه دانشم بودند.

چکیده

در سال‌های اخیر، توجه زیادی به دیودهای نورگسیل آلی چه به‌عنوان چشمه‌ی روشنایی و چه به‌عنوان نمایشگرها شده است. با توجه به نقشه راه شرکت‌های پیش‌رو، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۰ شاهد حضور این وسایل در بازارهای تجاری باشیم. علارغم کارایی بالای این ساختارها به‌دلی وجود برخی از چالش‌های موجود درتولید این وسایل، تلاش شد تا با تحلیل دقیق سازوکارهای فیزیکی حاکم بر فرآیند نوردهی این دیودها، ساختارهایی با بازدهی و طول‌عمر قابل-قبول را معرفی کنیم. یکی از چالش‌های اساسی در مورد این ساختارها، حساسیت بالای آن‌ها در مقابل رطوبت و اکسیژن هواست که طول‌عمر نمونه‌ها را به‌شدت کاهش می‌دهد. در این راستا فعالیت ما در این رساله بر روی ساخت دیودهای نورگسیل آلی و کپسوله‌کردن آن به‌منظور بهبود طول‌عمر دیود قرار می‌گیرد. در این کار نخست اقدام به طراحی و ساخت یک نمونه دیود نور زرد غیرآلاییده بر پایه‌ی ماده‌ی گسیلنده‌ی (۴-۱ نفتالین آزو نفتالین ۱آمین) که در گروه شیمی دانشگاه یزد سنتزشده بود، پرداختیم. به‌منظور بهبود کارایی دیود از رنگدانه‌ی Rubrene به‌عنوان ماده‌ی گسیلنده بهره گرفته شد. بدین‌ترتیب نمونه دیود نور زرد با ساختار ITO/PVK:PBD:Rubrene/AL با روش چرخشی ساخته شد و اثر غلظت Rubrene را در بهبود کارایی نمونه بررسی کردیم. سپس دیودهای تک‌رنگ نور سبز بر پایه‌ی ساختار ترکیبی از مواد TPD و Alq_3 را به دو روش چرخشی و تبخیر حرارتی ساخته و کارایی و طول‌عمر آن را بررسی کردیم. روش چرخشی بسیار ساده‌تر و ارزان‌تر است و در مقابل روش تبخیر حرارتی بسیار دقیق‌تر و نمونه‌ها دارای کیفیت بالاتری هستند. در ادامه تاثیر لایه LiF را در ساختار ITO/PEDOT:PSS/TPD/Alq3/LiF/Al بر بهبود کارایی دیود و طول‌عمر نمونه بررسی کردیم که شاهد بهبود در شدت طیف تابشی بودیم. سپس نمونه‌های نور سبز را به ترتیب با لایه‌های MgF2، MgF2/ZnS، YF3 و YF3/ZnS کپسوله‌کرده و طول‌عمر نمونه‌ها را در این ساختارها بررسی نمودیم. لایه‌ی کپسوله YF3/ZnS به‌طور قابل‌توجهی در بهبود طول‌عمر دیود موثر بود که آن را در حدود ۱۲۰۰دقیقه تخمین زدیم.

در نهایت یک نمونه دیود نور زرد با رنگدانه‌ی Rubrene را با کارایی بالا به روش تبخیر حرارتی ساخته و نحوه‌ی تزریق بار و سد انرژی را برای دو نمونه‌ی نور زرد و سبز را با هم مقایسه کردیم و نمونه‌ها را

با لایه‌های MgF2/ZnS و YF3/ZnS کپسوله‌کردیم. در این نمونه نیز همانند سایر نمونه‌ها نور سبز دو لایه‌ای YF3/ZnS بهترین بهبود را در طول‌عمر دیود داشت.

فهرست

۱مقدمه‌ای بر چشمه‌های نوری و دیودهای نورگسیل آلی ۱

۱-۱ مقدمه ۳

۱-۲ تاریخچه ۴

۱-۳ دیود نورگسیل آلی ۵

۲عملکرد دیودهای نورگسیل آلی ۱۱

۲-۱ مقدمه ۱۳

۲-۲ دیودهای نورگسیل آلی ۱۳

۲-۳ نیم‌رسانای آلی ۱۵

۲-۳-۱اختلاف نیم‌رسانای آلی و معدنی ۱۹

۲-۳-۲گاف انرژی در مواد آلی ۱۹

۲-۳-۳ترازهای انرژی و حالت‌های برانگیخته در نیم‌رسانای آلی: ۲۰

۲-۴ ساختار دیود نورگسیل آلی : ۲۲

۲-۵ مواد تشکیل‌دهنده‌ی ساختار دیود نورگسیل آلی: ۲۵

۲-۵-۱موادی که به عنوان آند به‌کار می‌روند ویژگی‌های زیر را دارا می‌باشند: ۲۵

۲-۵-۲مواد کاتد: ۲۶

۲-۵-۳مواد تزریق‌کننده‌ی حفره ۲۶

۲-۵-۴مواد انتقال دهنده‌ی حفره : ۲۷

۲-۵-۵مواد انتقال دهنده‌ی الکترون ۲۸

۲-۵-۶مواد سدکننده‌ی حفره و الکترون: ۲۹

۲-۵-۷مواد تماسی کاتدی: ۳۰

۲-۵-۸مواد گسیلنده ۳۰

۲-۵-۹ساختار میزبان-مهمان ۳۱

۲-۶ فیزیک نیم‌رسانا: ۳۵

۲-۶-۱سدهای فصل مشترکی ۳۵

۲-۶-۲انواع سدهای تماس ۳۶

۲-۶-۳تزریق حامل بار و جریان محدودشده به تزریق ۴۰

۲-۶-۴جریان محدود شده به بار فضایی: ۴۳
۲-۶-۵تحرک‌پذیری در نیم‌رسانای آلی: ۴۴
۲-۶-۶انتقال بار در OLEDها: ۴۶
۲-۶-۷مکانیسم‌های گسیل نور در دیودهای نورگسیل آلی: ۴۷
۲-۶-۸انواع اکسایتون‌های در نیم‌رسانای آلی ۴۸
۲-۶-۹فرآیند الکترلومینسانس در فیلم‌های نازک آلی و پلیمرها: ۴۹
۲-۷ بررسی طول عمر دیود: ۴۹
۲-۷-۱بررسی مکانیزم نفوذ اکسیژن و بخارآب: ۵۰
۲-۷-۲مراحل مختلف تشکیل لایه ۵۱
۲-۷-۳مراحل رشد لایه‌ی نازک ۵۲
۲-۷-۴تکنولوژی مقاومتی لایه نازک برای ابزارهای آلی : ۵۲
۲-۷-۵ابزاهای اندازه‌گیری: ۵۳
۳مفاهیم اساسی و داده‌ها در OLED ۵۵
۳-۱ مقدمه ۵۷
۳-۲ بازده در OLED ۵۷
۳-۳ بازده کوانتومی ۶۰
۳-۴ بازده توان ۶۱
۳-۵ بازده جریان ۶۲
۳-۶ نورسنجی: ۶۳
۳-۷ رنگ‌سنجی ۶۵
۳-۸ طیف الکترولومینسانس ۶۷
۴معرفی وسایل و روش‌های انجام آزمایش ۶۹
۴-۱ روش انباشت لایه‌های نازک و ساخت دیودهای آلی ۷۴
۴-۱-۱ روش تبخیر حرارتی ۷۴
۴-۲ روش اندازه‌گیری ضخامت ۸۱
۴-۲-۱روش تغییر نوسان‌های کواتز ۸۱
۴-۲-۲خطاهایی که در حین کار برای کریستال ممکن است رخ بدهد: ۸۲

۴-۳ روش لایه‌نشانی چرخشی ۸۳
۴-۳-۱عوامل مؤثر بر ضخامت در روش لایه‌نشانی چرخشی: ۸۵
۴-۴ دستگاه‌های اندازه‌گیری ۸۷
۴-۴-۱دستگاه اندازه‌گیری مشخصه جریان- ولتاژ: ۸۷
۴-۴-۲دستگاه اندازه‌گیری مشخصات الکترولومینسانس: ۸۸
۵ساخت و مشخصه‌یابی دیودها نورگسیل آلی ۹۱
۵-۱ ساخت دیود نور زرد با رنگدانه‌ی ۴-۱نفتالین آزونفتالین ۱آمین ۹۳
۵-۱-۱فرآیند آزمایشگاهی ۹۳
۵-۱-۲مشخصه ولتاژ- جریان و تزریق بار ۹۶
۵-۱-۳بررسی طیف الکترولومینسانس ۹۷
۵-۲ساخت دیود نور زرد با رنگدانه‌ی Rubrene ۹۸
۵-۲-۱فرآیند آزمایشگاهی ۹۹
۵-۲-۲مشخصه ولتاژ- جریان ۱۰۰
۵-۲-۳بررسی طیف الکترولومینسانس ۱۰۱
۵-۳ بررسی تاثیر غلظت Ruberen بر کارایی دیود نورگسیل آلی ۱۰۳
۵-۳-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۰۳
۵-۳-۲مشخصه ولتاژ- جریان ۱۰۴
۵-۴ ساخت دیود نور سبز ۱۰۴
۵-۴-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۰۶
۵-۴-۲مشخصه ولتاژ-جریان ۱۰۶
۵-۴-۳بررسی طیف الکترولومینسانس ۱۰۷
۵-۵ ساخت دیود نور سبز ۱۰۸
۵-۵-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۰۸
۵-۵-۲طیف الکترولومینسانس ۱۰۹
۵-۵-۳بررسی طول‌عمر دیود ۱۱۰
۵-۶ بررسی تاثیر لایه‌ی میان‌گیر LiF ۱۱۱
۵-۶-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۱۲

۵-۶-۲مشخصه ولتاژ- جریان ۱۱۳
۵-۶-۳طیف الکترولومینسانس ۱۱۳
۵-۶-۴بررسی طول عمر دیود نورگسیل ۱۱۴
۵-۷ کپسوله‌کردن دیود نورگسیل نور سبز با MgF2 ..... ۱۱۵
۵-۷-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۱۶
۵-۷-۲مشخصه ولتاژ- جریان ۱۱۷
۵-۷-۳طیف الکترولومینسانس ۱۱۷
۵-۷-۴طول‌عمر دیود نورگسیل ۱۱۸
۵-۸ ساخت و کپسوله‌کردن دیود نور سبز با MgF2 و ZnS ۱۱۹
۵-۸-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۲۰
۵-۸-۲بررسی مشخصه ولتاژ- جریان ۱۲۰
۵-۸-۳بررسی طیف الکترولومینسانس ۱۲۱
۵-۸-۴طولعمر دیود نورگسیل ۱۲۲
۵-۹ کپسوله کردن دیود نور سبز با YF3 ..... ۱۲۳
۵-۹-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۲۴
۵-۹-۲بررسی مشخصه ولتاژ- جریان ۱۲۴
۵-۹-۳طیف الکترولومینسانس ۱۲۵
۵-۹-۴طول‌عمر دیود نورگسیل آلی ۱۲۶
۵-۱۰کپسوله‌کردن دیود نور سبز با YF3 و ZnS ۱۲۷
۵-۱۰-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۲۷
۵-۱۰-۲بررسی مشخصه ولتاژ- جریان ۱۲۸
۵-۱۰-۳طیف الکترولومینسانس ۱۲۸
۵-۱۰-۴طول‌عمر دیود نورگسیل ۱۲۹
۵-۱۱ساخت و کپسوله‌کردن دیود نورگسیل نور زرد ۱۳۰
۵-۱۱-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۳۱
۵-۱۱-۲بررسی مشخصه ولتاژ- جریان و بررسی فرآیند تزریق بار ۱۳۱
۵-۱۱-۳بررسی طیف الکترولومینسانس ۱۳۳

۵-۱۱-۴بررسی طول‌عمر دیود.....۱۳۴
۵-۱۲کپسوله‌کردن دیود نورگسیل نور زرد با YF3 و ZnS ۱۳۵
۵-۱۲-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۳۵
۵-۱۲-۲مشخصه‌ی ولتاژ- جریان ۱۳۶
۵-۱۲-۳بررسی طیف الکترولومینسانس.....۱۳۶
۵-۱۲-۴بررسی طول‌عمر دیود.....۱۳۷
۵-۱۳کپسوله‌کردن دیود نور زرد با MgF2 و ZnS.....۱۳۸
۵-۱۳-۱فرآیند آزمایشگاهی ۱۳۸
۵-۱۳-۲مشخصه‌ی ولتاژ- جریان ۱۳۸
۵-۱۳-۳طیف الکترولومینسانس.....۱۳۹
۵-۱۳-۴طول‌عمر دیود.....۱۴۰
۶نتیجه‌گیری و پیشنهادها.....۱۴۱
۶-۱ نتیجه‌گیری: ۱۴۳
۶-۲ پیشنهادها ۱۴۵
۷کتاب‌نامه ۱۴۶

۱

مقدمه‌ای بر چشمه‌های نوری و دیودهای نورگسیل آلی

۱-۱ مقدمه

کاملاً آشکار است که در دنیای امروز، توسعه‌ی اقتصادی هر کشوری وابسته به انرژی است و دولت‌ها رقابت شدیدی در عرصه‌ی تولید انرژی و کاهش هزینه‌ی مصرفی دارند. انرژی الکتریکی بخش مهمی از انرژی مصرفی دنیا را شامل می‌شود که با افزایش سریع جمعیت و تمایل به بالا-بردن سطح زندگی و رفاه و توسعه‌ی اقتصادی و تجاری، مصرف این انرژی روز به روز افزایش یافته است. سهم مهمی از این انرژی صرف صنعت روشنایی کشور می‌شود. همواره سرمایه عظیمی، اعم از نیروی انسانی و منابع اقتصادی صرف تولید روشنایی در سراسر جهان می‌شود. در تمام دوران‌ها چشمه‌های روشنایی و بهبود آن‌ها مورد توجه بوده‌است و همیشه تلاش‌ها در راستای دسترسی به چشمه‌ی نوری بوده‌است که ضمن سازگاری با محیط زیست، بازدهی بالا و مصرف انرژی پایین و به دنبال آن هزینه‌ی پایین‌تری را به دنبال داشته باشد که حاصل این تلاش‌ها دست‌یابی به چشمه‌های نوری نظیر لامپ‌های التهابی، فلورسانی، هالوژنی، نئونی و...بوده‌است. هر چشمه‌ی نوری براساس سازوکار فیزیکی خاصی عمل می‌کند. برای مثال لامپ‌های التهابی براساس گسیل تابشی جسم سیاه از مواد با دمای بالا عمل می‌کند و یا گسیل نور از حالت‌های برانگیخته‌ی اتمی به حالت پایه، سازوکار دیگری برای چشمه‌های روشنایی است.

میزان بازدهی و اتلاف این چشمه‌ها، مشخص می‌کند که این چشمه‌ها کارایی کافی را ندارند، در حال حاضر، تنها حدود ۳۰٪ از انرژی مصرفی در صنعت روشنایی بصورت نور استفاده می‌شود و بقیه به‌صورت حرارت تلف می‌شوند.

بنابراین نیاز به معرفی و استفاده از تکنولوژی‌های جدید تولید نور، امری ضروری است. از اواخر قرن بیستم تلاش در شرکت‌های بزرگی نظیر فیلیپس[۱]، کوداک[۲] و غیره برای دست‌یابی به نسل جدیدی از چشمه های نوری با بازدهی بالا و مصرف انرژی پایین آغاز شد و از آن زمان چشمه‌های نوری حالت جامد شامل دیودهای نورگسیل (LED)[۳] و دیود نورگسیل آلی (OLED)[۴] بود [۱].

[1]-Philips
[2]-Kodak
[3]-Light Emitting Diod
[4]-Organic Light Emitting Diod

از آن زمان هدف بالا بردن بازدهی این گونه چشمه‌ها و پایین آوردن هزینه‌ی تولید آنها بود که بتوانند جایگزین مناسبی برای چشمه‌های نوری فعلی شوند. با انتخاب نـوع مـاده و تکنولـوژی ساختی که هزینه‌ی کمتری را در بر داشته باشد این مواد می‌توانند به سـرعت جایگـاه خاصـی در بازار جهانی در بین دیگر چشمه‌های نوری به‌دست آورند.

۱-۲ تاریخچه

پدیده‌ی الکترولومینسانس ابتدا توسط راوند[۱] در سال ۱۹۰۷ در قطعه‌ای از کریستال کربنات سیلسیوم (sic) کشف شد[۲]. پدیـده‌ی الکترولومینسـانس در مـواد آلـی در سـال ۱۹۵۰ توسـط برنانوس[۲] برای اولین‌بار با اعمال یک میدان جریان متناوب AC ولتاژ بالا به فیلم نـازک کریسـتالی کویین اکرین[۳] مشاهده شد [۳و۴]. در سال ۱۹۶۰، مارتین پاپ[۴] و همکارانش در دانشگاه نیویورک ورود حفره در جریان تاریک را بـرای اولـین بـار در کریسـتال آنتراسـن مشـاهده کردنـد. در ایـن تحقیقات مقدار انرژی که برای نفوذ بار نیاز بود نیز توصیف شد. سپس پاپ و همکارانش توانسـتند پدیده‌ی الکترولومینسانس را با اعمال جریان مستقیم DC به دو سر کریستال آنتراسـن مشـاهده-کنند [۵]. در سال ۱۹۶۲ نایک هولونایک[۵] اولین LED معدنی را ساخت [۶]. مونسـانتو[۶] و هولـت[۷] برای اولین‌بار توانسـتند LED نـور قرمـز در طـول مـوج ۶۵۵ نـانومتر را بـر پایـه گـالیم ارسـناید فسفر(GaAsP) در سال ۱۹۶۸ به شکل تجاری معرفـی‌کننـد. در راسـتای پیشـرفت‌هـایی کـه در کریستال‌ها و ابزارهای الکترولومینسانس آلی آمورف رخ‌می‌داد محققین به تحقیق بر روی پلیمرهـا روی آوردند. در اواسط دهه‌ی ۱۹۷۰، گزارش موفقیت ساخت LEDهای پلیمری توسط آزمایشـگاه فیزیک بین المللی بریتانیا با اسـتفاده از لایـه (PVC_2) اعـلام‌شـد. در سـال ۱۹۷۵ اولـین وسـیله الکترولومینسانس آلی[۸] (OEL) به وسیله‌ی پلیمر پلی وینیل کربازول[۹] (PVK) ساخته شد [۷]. در

[1] -H.J.Round
[2]-Bernanose
[3]-quinacrine
[4]-Pope
[5]-Nick Holonyke
[6]-Monsanto
[7]-HeWlett
[8]-Organic Electroluminescence
[9]-Polyvinyl Carbazol

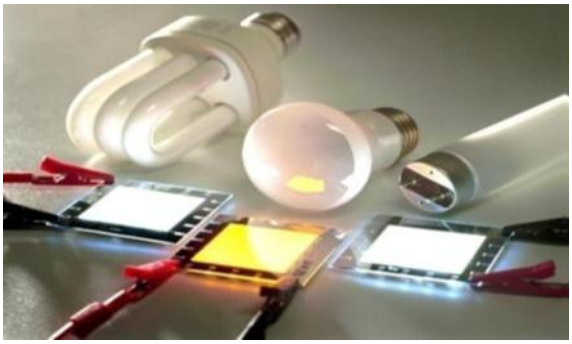
سال ۱۹۷۹ تانگ[1] وهمکارانش در طی تحقیقات بر روی سلول خورشیدی، موفق به مشاهده‌ی تابش آبی رنگ از مواد آلی شد و در سال ۱۹۸۲، وین سنت[2] با استفاده از روش لایه‌نشانی در خلأ برای مواد آلی به طیف الکترولومینسانس (EL) دست یافت که کارایی کوانتومی خارجی پایینی داشت [۸]. تا این‌جا تمام این تحقیقات درمحدوده‌ی پژوهش‌های آزمایشگاهی قرار می‌گرفت و محققین هنوز نتوانسته بودند یک OEL با بازده مناسب ارائه‌کنند تا اینکه در سال ۱۹۸۷ تانگ و همکارانش توانستند برای اولین‌بار در شرکت کوداک وسایل نوری پربازده با ساختاری چند لایه‌ای از فیلم نازک آلی مولکول کوچک و عملکرد مناسب معرفی‌کنند [۹]. در سال ۱۹۹۰، فرند[3] وهمکارانش، کارایی کوانتومی بالایی را برای پلیمر نور سبز(PPV) [4]که با روش چرخشی[5] نشانده می‌شد گزارش‌کردند. از آن پس مراکز دانشگاهی و صنعتی گرایش قابل توجهی به چشمه‌های نوری بر پایه پلی فنیل ونیل (PPV) نشان دادند. در سال ۱۹۹۸ با استفاده از برانگیختگی سه‌گانه با مواد فسفرسانس به وسیله نورگسیل با بازده اولیه ۲۵٪ رسیدند [۱۰]. و به این ترتیب توانستند OLEDهای پربازده با روش‌های ساخت آسان‌تر تولید کنند. امروزه فن‌آوری تولید OLEDها چه در شکل چشمه نوری و چه در شکل نمایشگرها مورد توجه بسیاری قرار گرفته‌است و سرمایه-گذاری بزرگی از طرف کشورهای پیشرفته بر صنعت ساخت OLEDها انجام می‌شود.

۱-۳ دیود نورگسیل آلی

در میان چشمه‌های نوری مختلف از لحاظ بازدهی و طول‌عمر، OELDها به مراتب بهتر از دیگر چشمه‌های نوری هستند. در حال حاضر در بسیاری از کشورها حتی با ورود لامپ‌های کم-مصرف، هنوز هم مصرف لامپ‌های التهابی علی‌رغم اتلاف زیاد برق به دلیل هزینه‌ی خرید پایین موردتوجه است. در این چشمه‌ها حدود ۹۰ درصد انرژی به صورت حرارت تلف‌می‌شود. لامپ‌های فلورسانی منبع نوری دیگری هستند که از لحاظ صرفه‌جویی در انرژی چهار مرتبه از لامپ‌های

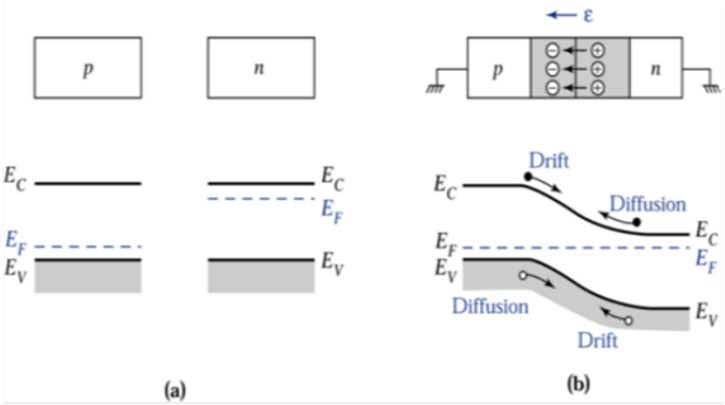
[1]-C.W.Tang
[2]-Vincett
[3]-Frend
[4]-poly (p-phenylenevinylene)
[5]-Spin-Coat

التهابی بهتر هستند. با وجود بازده بالایی که لامپ‌های فلورسانی و گازی در بین چشمه‌های نوری فعلی دارند، ولی به دلیل درخشندگی ناکافی و عدم سازگاری با محیط زیست، قابل رقابت با LED و OLEDها نخواهند بود.



شکل۱-۱: نمونه‌ای از چشمه‌های نوری مختلف

سازوکار تولید نور در LEDها براساس خواص نیمه‌رسانای معدنی است، که حاصل بازترکیب الکترون و حفره در پیوندگاه p-n در این ساختارها می‌باشد.



شکل۱-۲: نمایشی از ساختار یک دیود که حاصل بازترکیب الکترون و حفره در پیوندگاه p-n هستند.

اخیراً LEDهای نور سفید علاوه بر کاربردشان به عنوان چشمه نوری، در صنعت صفحات نمایشگر نیز بسیار مورد توجه قرارگرفته‌است. بازده چشمه‌های نوری بر پایه LED به مراتب از لامپ‌های التهابی بالاتر است و امکان ساخت آن بر روی سطوح انعطاف‌پذیر، کاربرد آن‌ها را در زمینه‌های متنوعی گسترش داده است. با این وجود LEDها منابع نقطه‌ای برای انتشار نور به شمار می‌آیند و شار لومینسانس آن‌ها نسبتاً پایین، است و بنابراین برای کاربرد روشنایی به تعداد زیادی از آن‌ها نیازمندیم و این خود مشکل اتلاف انرژی را به دنبال دارد. اما OLEDها هم از نظر خروجی

و هم میزان بازده از لامپ‌های التهابی پیشی‌گرفته‌اند به‌طوری‌که داده‌ها نشان می‌دهد که مقدار انرژی مورد نیاز برای تولید حجم مشابهی نور در مقایسه با چشمه‌های نوری فعلی بیش از ۵۰٪ کاهش می‌یابد [۱۱]. هم چنین در مقابل LEDها، OLEDها چشمه‌های با توزیع نور مسطح هستند و صفحات نورده آن‌ها را می‌توان در هر ابعادی تولید کرد. این ویژگی، امکان داشتن چشمه نوری با شار لومینسانس بالا بدون وجود تابش خیره‌کننده را فراهم می‌سازد. این ویژگی باعث می‌شود OLEDها را به راحتی در محلی مثل دفتر کار به سقف نصب کرد و فضایی را اشغال نکنند.

قابلیت ساخت این دیودها بر روی بستره‌های انعطاف‌پذیر از مزایای مهم آن به‌شمارمی‌آید. یکی از ویژگی‌های قابل توجه OLEDها، توانایی کوک‌پذیری رنگ در آن‌ها، به خاطر وجود مواد گسیلنده مختلف در ناحیه‌ی مرئی است. ترکیبی از این عناصر، محدوده‌ی رنگی وسیعی را امکان‌پذیر می‌سازد.

برخی از OLEDهای نور سفید قابلیت تغییر دمای رنگ خود را در طول روز دارند. بدین طریق می‌توان رنگ آن‌ها را با تغییر ولتاژ اعمالی به دو سر آن تغییر داد و نور خروجی را با رنگ‌های طبیعی نور خورشید در طول روز هماهنگ‌کرد. بدین‌طریق این امکان فراهم می‌شود که در بعضی از مناطق جهان مثل نقاط قطبی که از نور طبیعی خورشید در طول سال کم بهره‌اند، لامپ‌های OLED با قابلیت انتشار نور نسبتاً طبیعی ایجادکرد.

فرآیند ساخت این وسایل برخلاف LEDها و تا اندازه‌ی لامپ‌های فلورسانی کم هزینه است، که امروزه کاربرد آن را در نمایشگرها شاهد هستیم. در صفحه نمایشگر بر پایه‌ی OLED، از آن‌جا که نور تصویر توسط خود این دیودها تأمین می‌شود بنابراین نیاز به نور زمینه ندارد. براین اساس، زاویه‌ی دید در آن‌ها برخلاف نمایشگرهای کریستال مایع (LCD) بزرگ است و به بالای ۱۷۰ درجه می‌رسد. از آن‌جا که در LCDها برای نمایش از نور زمینه استفاده می‌شود لذا برای تشکیل تصاویری که توسط بیننده دیده می‌شود از یک‌سری موانع گزینشی استفاده می‌شود که زاویه‌ی دید را در برخی جهات محدود می‌کند.

همین‌طور زمان راه‌انداز در OELDها، با توجه به زمان بازترکیب الکترون و حفره کوتاه است. زمان سوق می‌تواند با تقریب به صورت $\frac{L^2}{\mu.V}$ محاسبه شود، که L طول، μ تحرک‌پذیری و