

2011 中技社科技研究獎學金

CTCI Science and Technology Research Scholarship



有機發光二極體與太陽能電池效能增進方法之研究

Investigation of Techniques for Enhancement in Organic Light Emitting Diodes (OLEDs) and Organic Photo-voltaics (OPVs) Efficiency

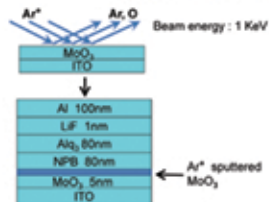
國立臺灣大學 光電工程學研究所 博士班五年級 王博昇
指導教授：吳志毅教授

研究重點

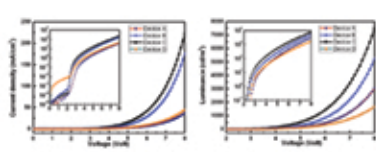
1. 有機發光二極體：利用氬離子電漿刻蝕法處理過之氧化鋁薄層做為有機發光二極體的電洞注入層，可大幅增進元件的電流注入與發光效率。
2. 有機發光二極體：利用熱退火方式對倒置型有機發光二極體元件進行處理，可提升倒置型陰極結構之電流注入效率。
3. 有機太陽能電池：利用鈣金屬取代鋁做為有機太陽能電池的陰電極，可有效增加元件開路電壓，提高太陽能電池的能量轉換效率。

研究成果

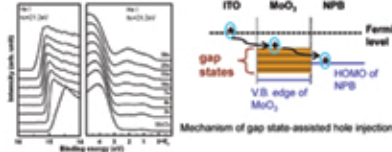
1. 有機發光二極體：利用氬離子電漿刻蝕法處理三氧化鋁電洞注入層，可以有效提升有機發光二極體的電洞注入效率，增加元件電流與發光亮度。在相同電壓下(5V)，注入電流可增加一個數量級，經由此法處理三氧化鋁可將其上之氬原子剝離，致使鋁層具有較低的氧化態，提高薄層的等電性與電洞傳輸能力；此外電洞由電極之費米能階經由鋁層的錫軌注入電洞傳輸層(NPB)的最高信息軌域(HOMO)，在較多的錫軌密度下會有更好的結果。此法簡單且過程迅速，薄層表面處理時間僅需數秒即可增進電流注入的一個數量級，適合應用於元件量產之製程。



圖一：元件結構與表面處理示意圖

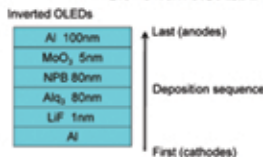


圖二：元件電流對電壓(左)以及亮度對電壓(右)關係圖

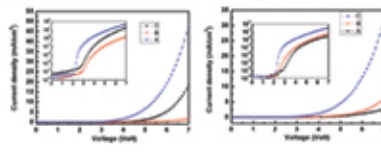


圖三：UPS能階(左)內電洞注入機制解釋圖(右)

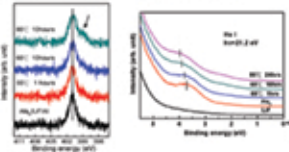
2. 有機發光二極體：利用熱退火處理倒置型有機發光二極體元件可改善其電流注入效率，在一般倒置型有機發光二極體的結構中，陰極的電子注入效率是元件效能的關鍵，由於倒置型陰極結構與材料特性的影響，其電子注入效能較於傳統結構有改善，本研究之目的在於利用熱退火與其結構方式增進倒置型陰極之電子注入效率，元件經過100°C加熱七十五分鐘之後，可以增加陰極的注入電流，原因在於原先在陰極的Li₂O分子被加熱後原子游移，增加電子濃度與等電度，此外藉由其錫軌10%重量比之氧化鋁注入陰極中，可進一步增加電子注入效率。



圖一：元件結構示意圖

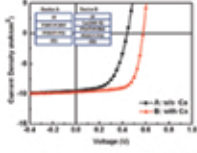


圖二：元件電流對電壓關係圖 左：共極處理 右：熱退火處理



圖三：UPS能階(左) UPS帶能階圖(右)熱退火後產生之變化

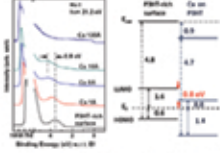
3. 有機太陽能電池：利用鈣金屬取代鋁做為有機太陽能電池之陰極材料可增進此元件的開路電壓，提升能量轉換效率，經由實驗發現，在主動層(OP)上方鍍上三五價的鈣金屬，會將PHT之最高信息軌域下拉及配平，此化學反應改變了主動層的能帶結構，致使開路電壓提升如圖一所示；此外鈣陰極與主動層之間會形成較好的接觸面，降低串聯電阻並提升串聯電壓。



圖一：元件結構與電流對電壓關係

| Device | Cathode | V_{oc} (V) | J_{sc} (mA/cm ²) | FF (%) | PCE (%) | R_{eq} (Ω/cm ²) | R_s (Ω/cm ²) |
|--------|---------|--------------|--------------------------------|--------|---------|-------------------------------|----------------------------|
| A | Al | 0.44 | 9.44 | 55.0 | 2.30 | 639 | 10.67 |
| B | Ca/Al | 0.58 | 9.68 | 68.0 | 3.83 | 1021 | 5.56 |

表一：元件效能比較表



圖二：UPS帶能階圖與界面能階圖

研究生活及心得

進入博企之後才明白，追求知識與理想需要的是恒心與毅力，堅持下去才會有所收穫，研究之路雖然不輕鬆，卻也相當充實與快樂。在吳志毅教授的帶領下，實驗室有著輕鬆和諧的氣氛，吳教授開明的態度讓學生擁有自由探索的空間，覺得自己效率不遲可以成為吳老師的指導學生，或與實驗室的那們們總在我需要幫助的時候總是伸出援手，學會與人互動合作也是我在研究生涯裡的一次收穫，我明白很多事情不可能只靠自己獨立解決，與同伴討論與協作才是尋求突破的最好辦法，學會與壓力共存是一種很重要的態度，適度的壓力可以幫助表現，適度的壓力可以傷害健康，這是在研究生涯的另一個深刻體驗，我想感謝來學路上幫助過我的人，感謝中技社願意給予我們經驗，感謝父母親對我的支持與肯定。