

改良型氮化鎵系發光二極體之研究

國立成功大學 電機系奈米積體電路碩士班學位學程/微電子工程研究所

碩士班二年級：詹逸群 陳省逸

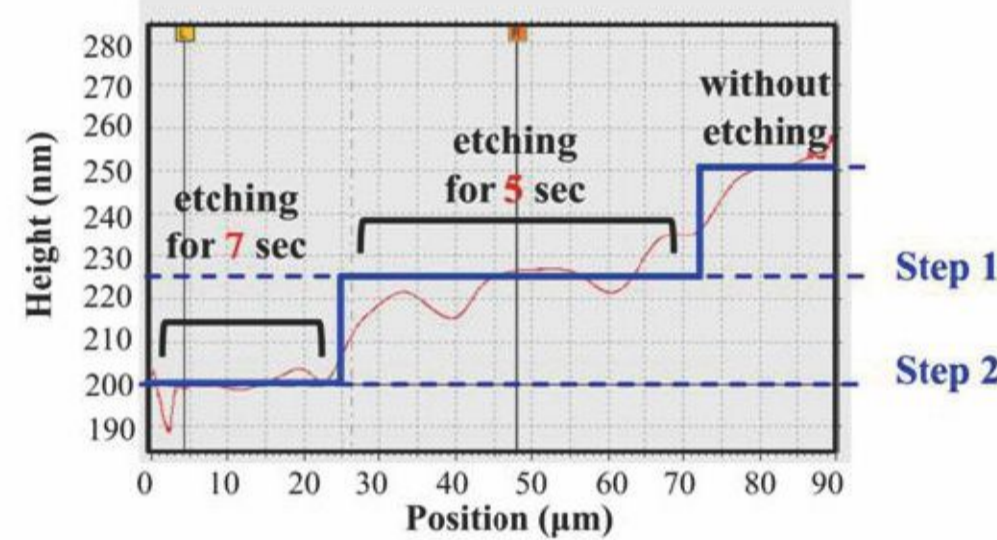
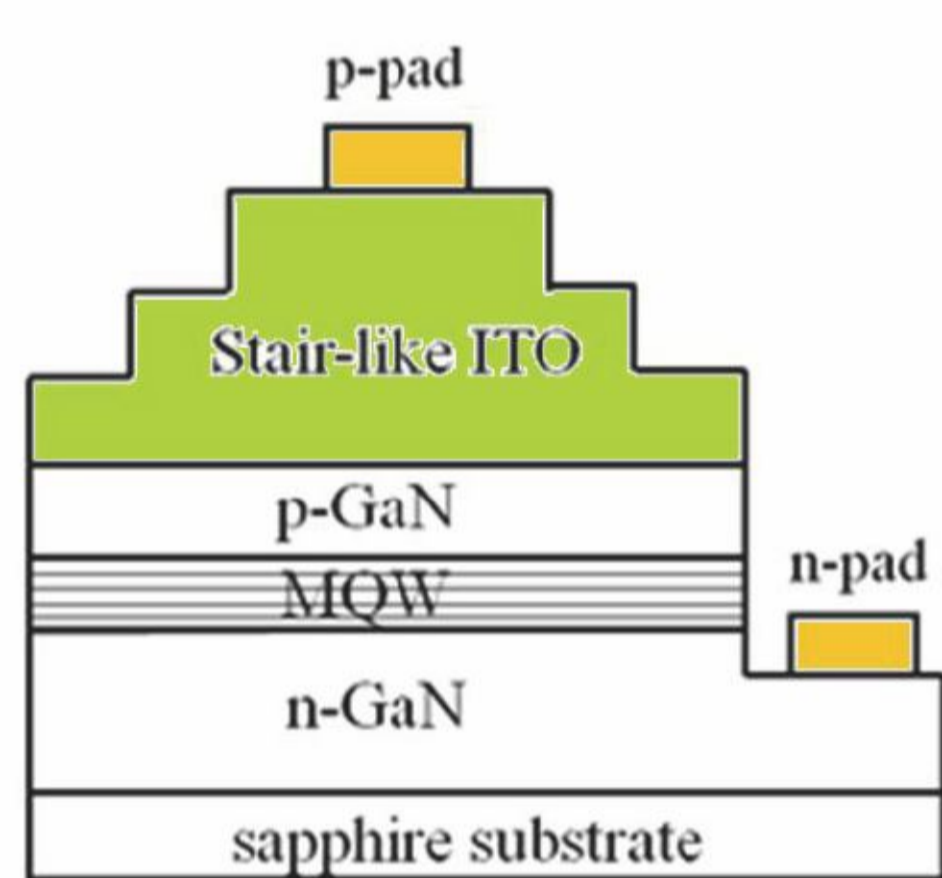
指導教授：劉文超 教授

創意重點

本研究利用改良型氮化鎵系發光二極體結構提升元件表面粗糙度，改善發光效率，並改變其電流擴散路徑，以降低順向導通電壓，進而優化氮化鎵系發光二極體之性能。在光性部分，比起一般氮化鎵發光二極體具有顯著之改善。在電性上可降低導通電壓，改善光電轉換效率，以達到節能減碳的需求。本研究提出之三種創意結構，可降低生產成本，且因為步驟簡單可增加工業上量產的可行性，非常適合應用於光電相關產業，因此具有相當龐大的商機與開發潛力。

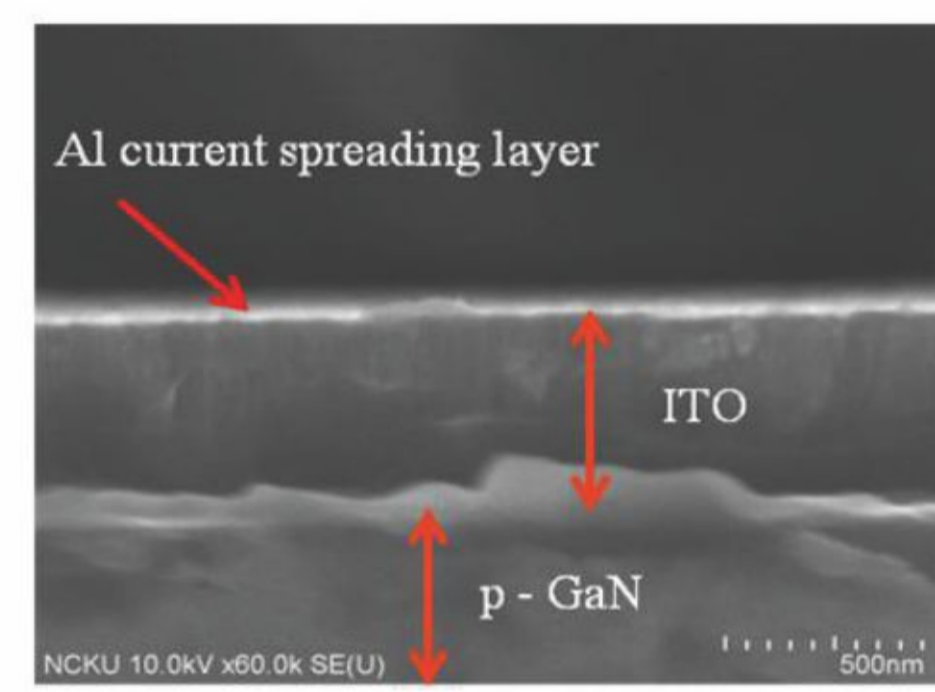
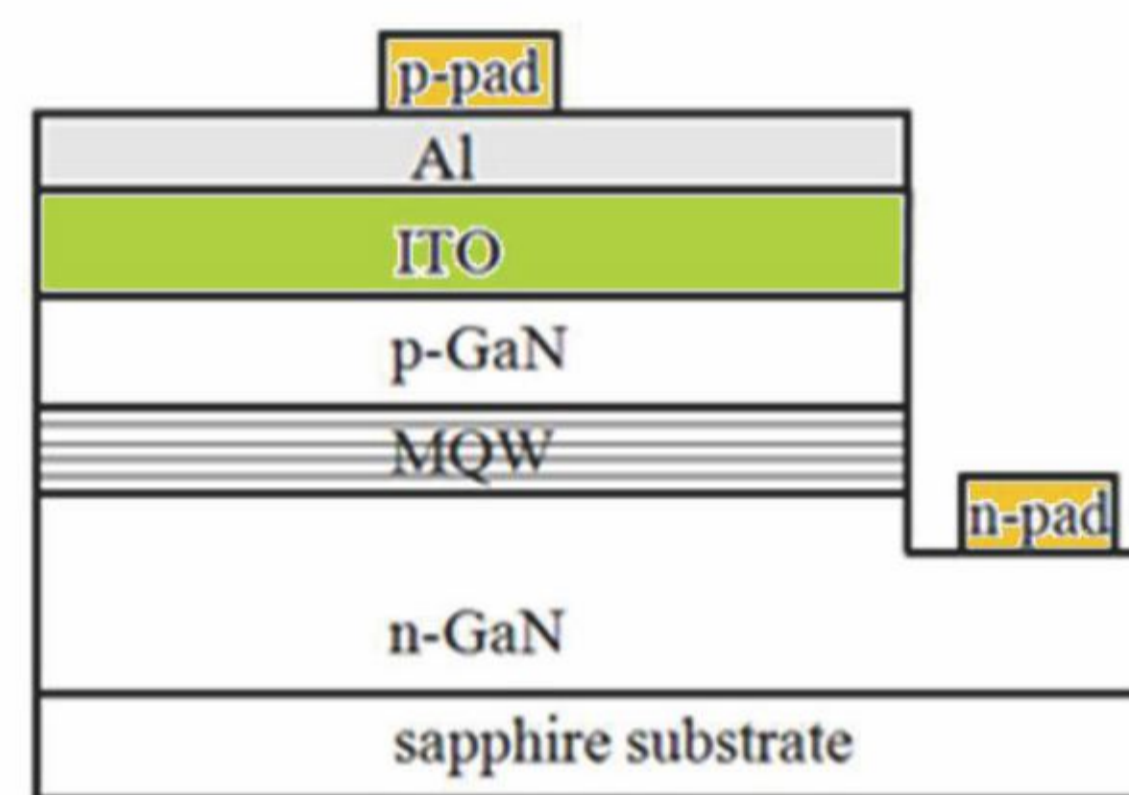
創意成果

本團隊的研究創意結構如下所示，圖一為階梯式ITO透明導電層 (stair-like ITO transparent layer)發光二極體結構，經由黃光微影及多次精準蝕刻控制，成功製作出階梯式透明導電層結構，由膜厚儀量測圖可得知本結構之膜厚具有階梯式高低之變化。利用階梯式ITO透明導電層結構可改變電流擴散之路徑，增加發光二極體發光面積。圖二為鋁金屬擴散薄膜 (aluminum current spreading layer)發光二極體結構圖，在較低之沉積速率下，以熱蒸鍍的方式成長約3 nm厚的鋁薄膜，因鋁金屬擴散薄膜具有良好的導電率，可改變元件之電流路徑，使電流擴散能力增加，降低串聯電阻，並可使順向導通電壓大幅降低。圖三為二氧化矽奈米球抗反射保護層(SiO₂ nanospheres anti-reflection layer)發光二極體結構，依比例調配完成奈米球溶液後，以旋轉塗佈方式沉積於元件上，如高解析電子顯微鏡圖所示，奈米球均勻分佈於表面上。而二氧化矽奈米球能形成漸層式折射率結構，加上較粗糙表面，有效增加光子逃逸角錐，以改善出光效率。二氧化矽保護層除了提高氮化鎵發光二極體輸出表現之外，更具有延長元件壽命的實用性。



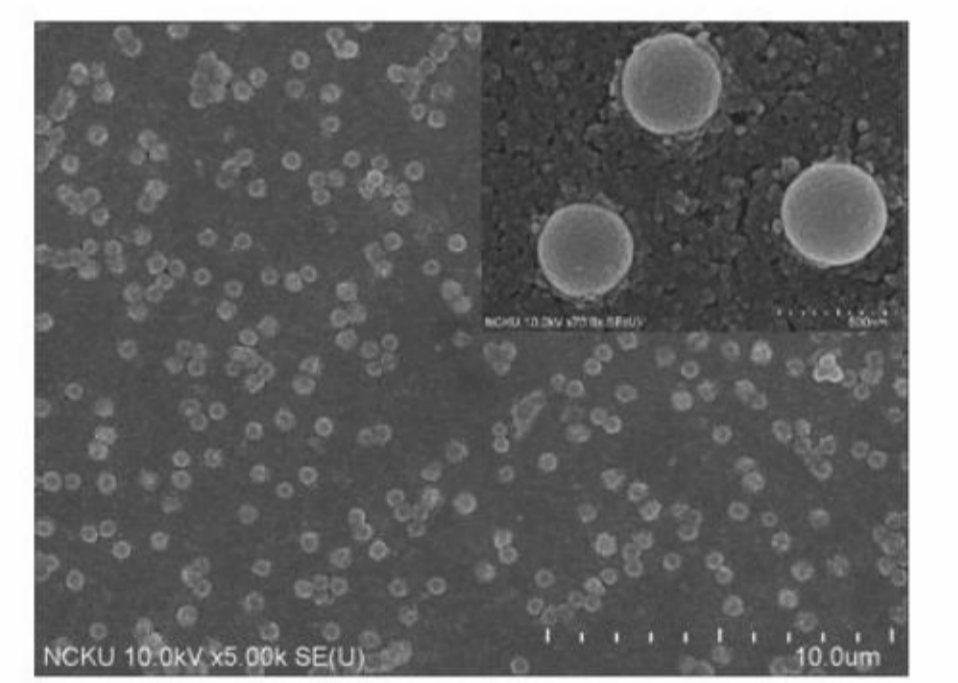
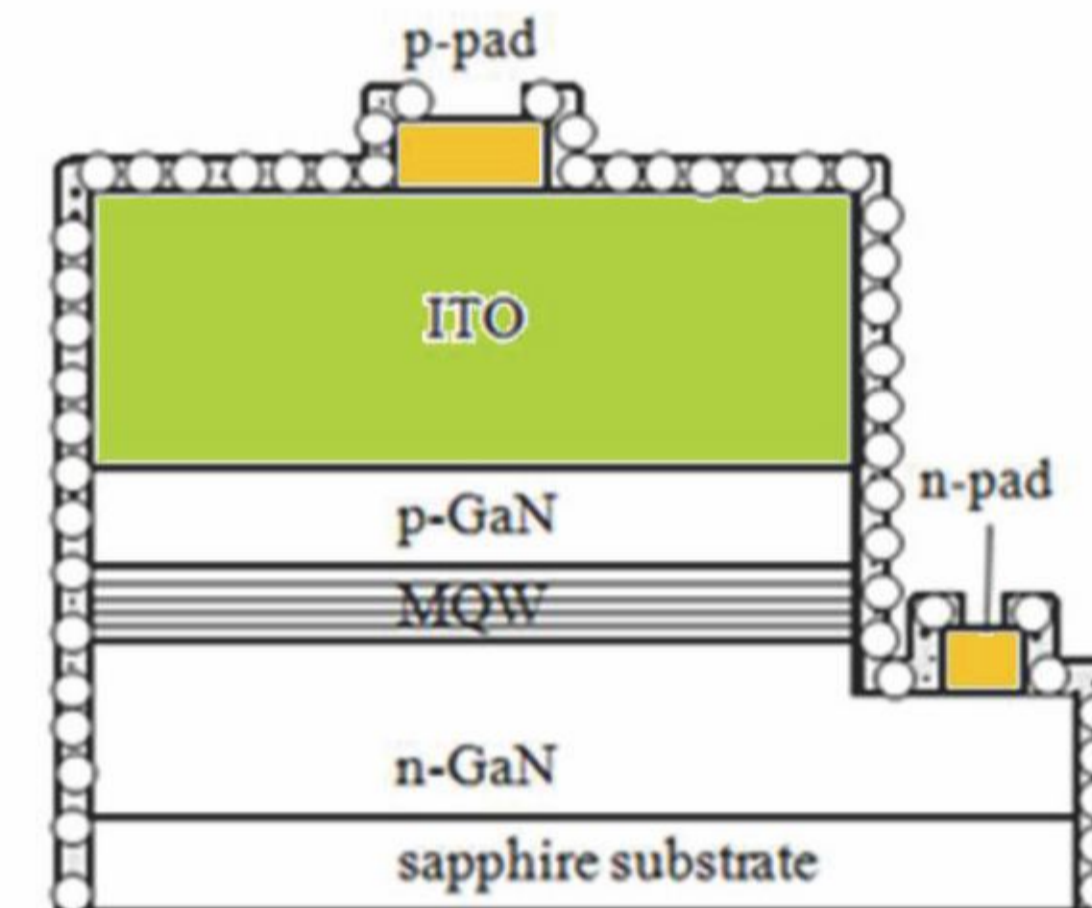
(圖一)

ITO透明導電層 (stair-like ITO transparent layer) 發光二極體結構



(圖二)

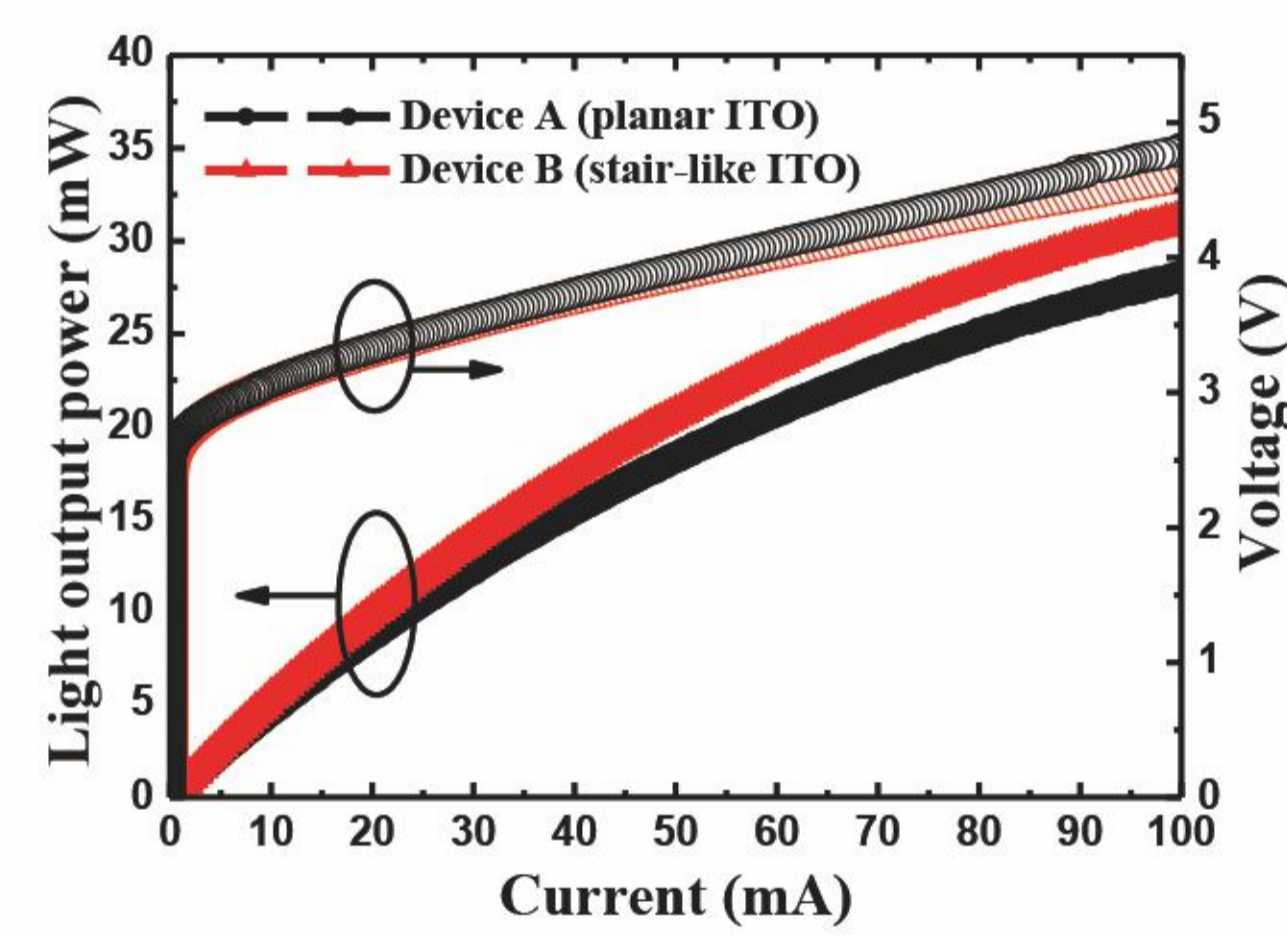
鋁金屬擴散薄膜 (aluminum current spreading layer) 發光二極體結構



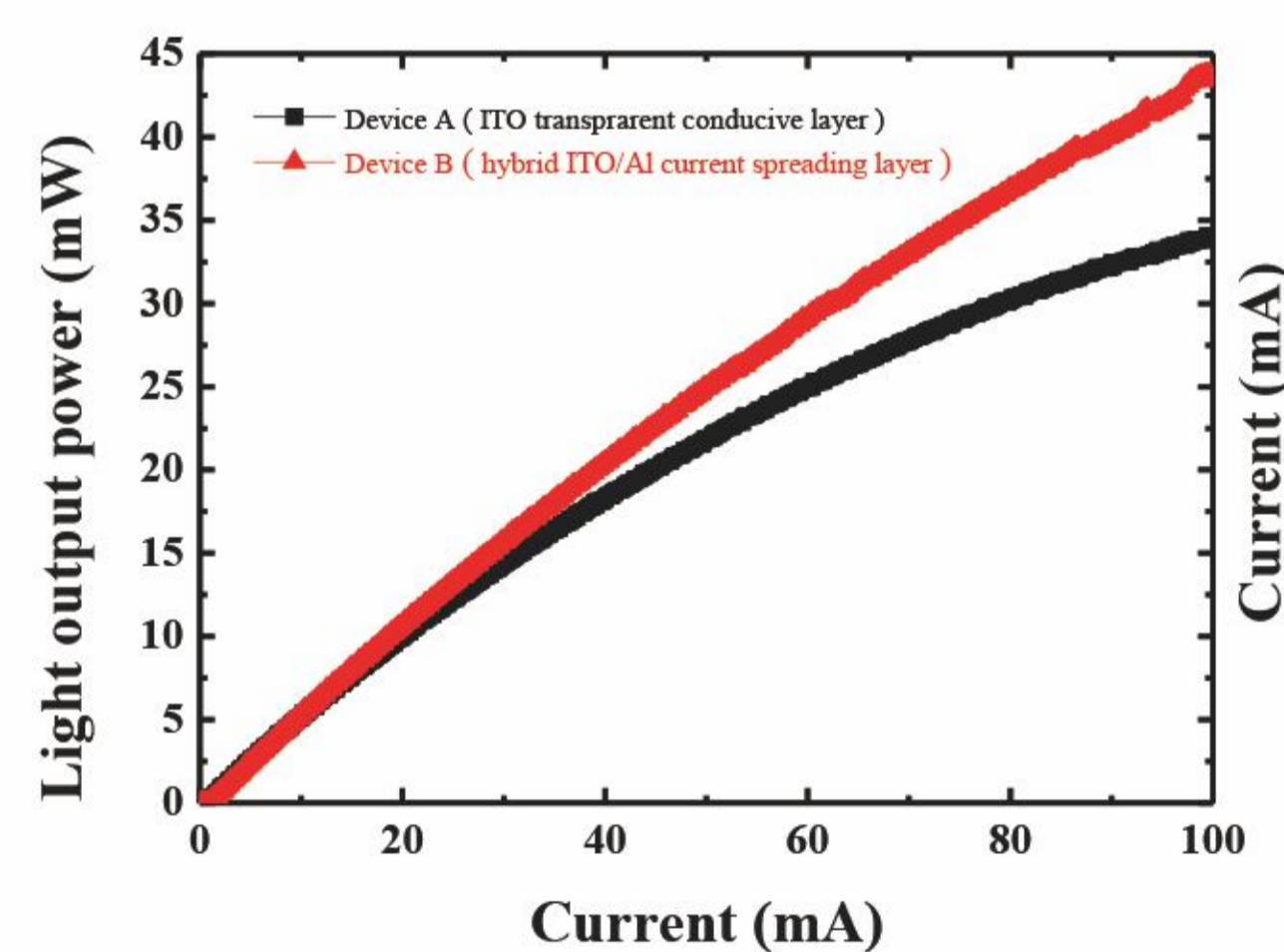
(圖三)

二氧化矽奈米球抗反射保護層(SiO₂ nanospheres anti-reflection layer) 發光二極體結構

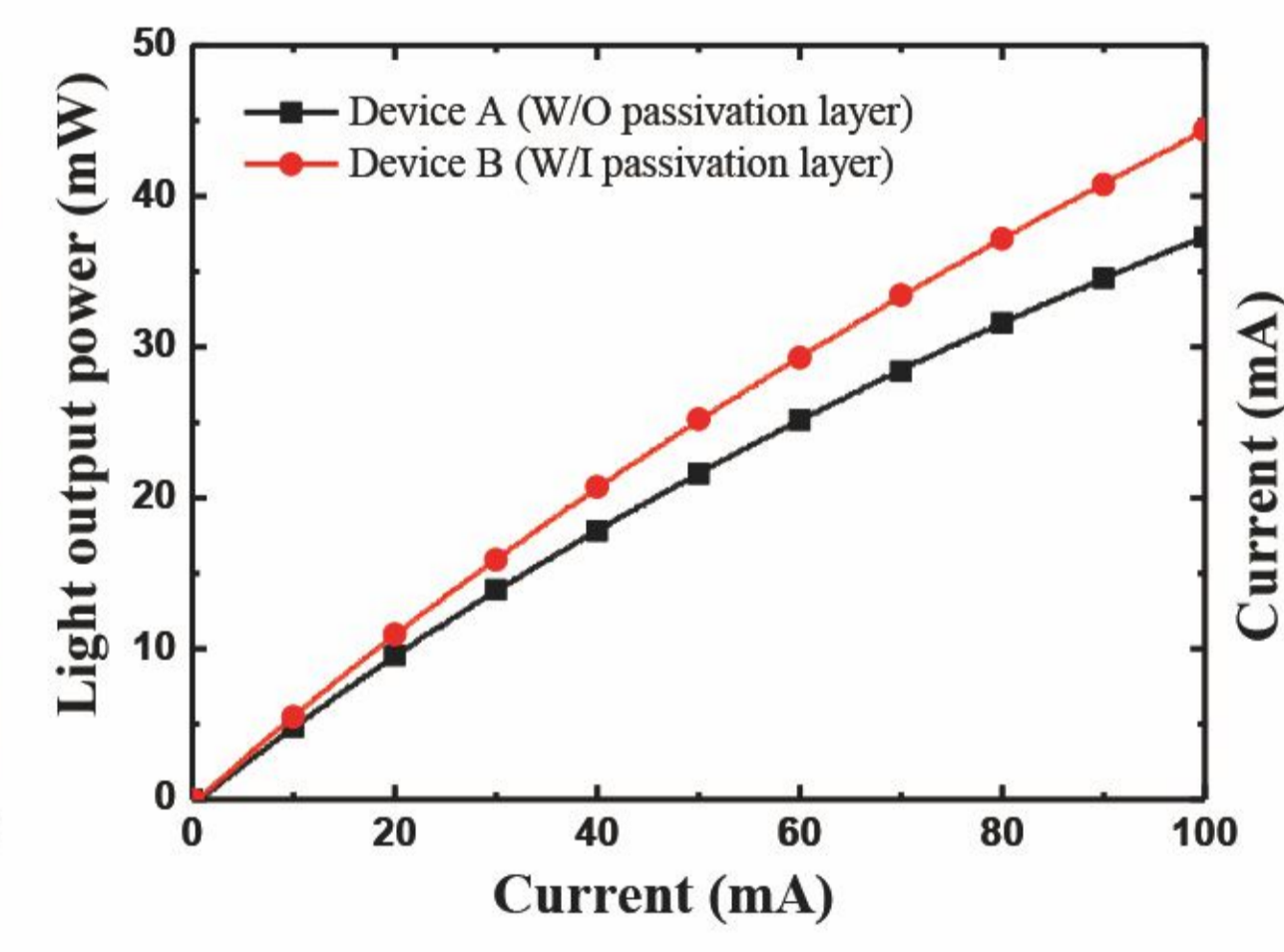
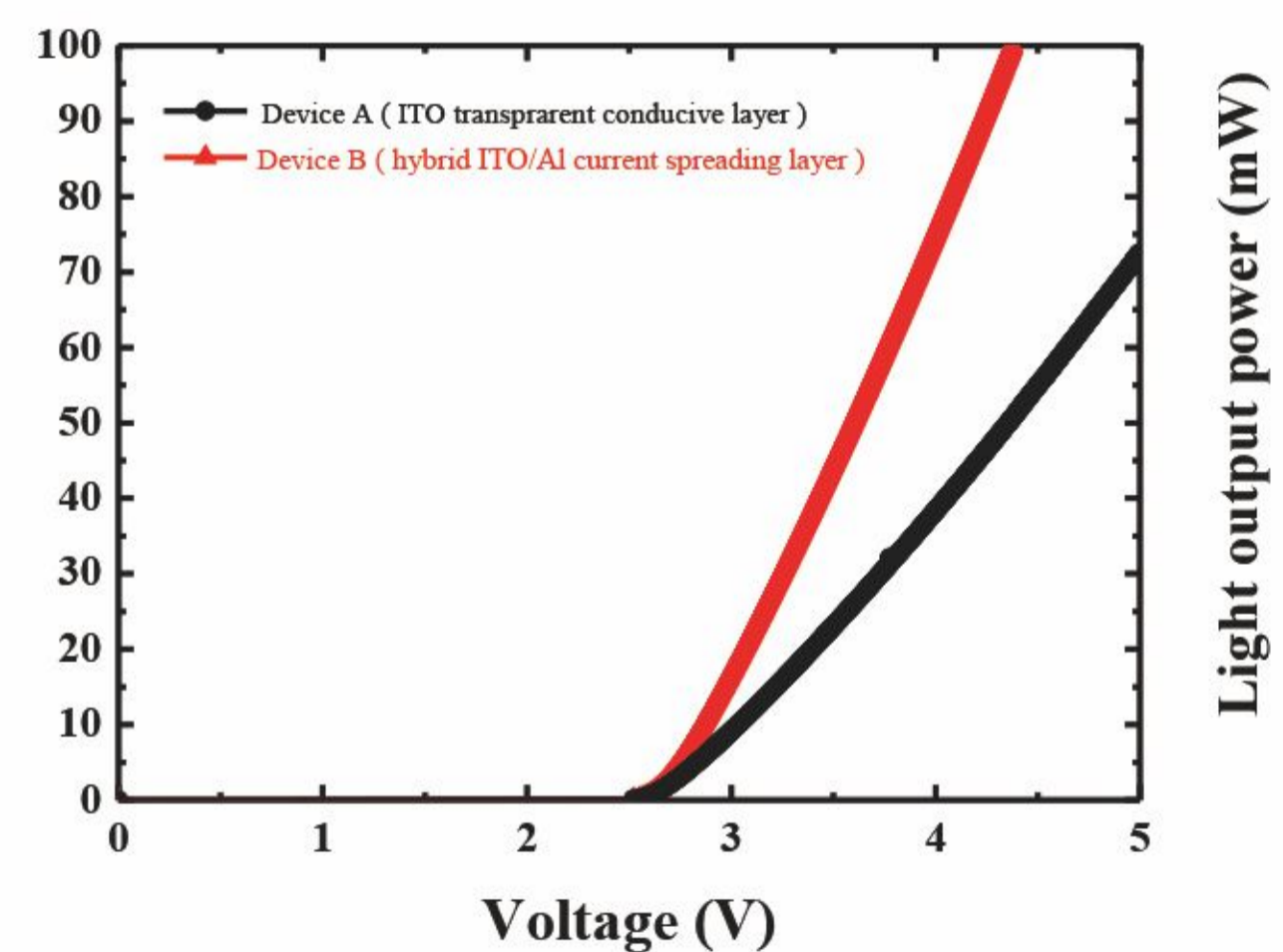
圖四為ITO透明導電層發光二極體結構的電流-電壓特性曲線圖，在20毫安培操作電流下，階梯式結構提升了13.8%光輸出表現，且在順向導通電壓也有0.04伏特的下降。另外在圖五光近場分析圖可得知光強度也有較均勻的分布，明顯地改善了電流擁擠效應。圖六為鋁金屬擴散薄膜發光二極體結構的電流-電壓特性曲線圖，其順向導通電壓大幅下降了0.28伏特，光輸出也有7.4%的提升。圖七光近場分析圖顯示光強度也呈現較均勻的分布。圖八為二氧化矽奈米球抗反射保護層的電流-電壓特性曲線圖，其漸層折射率的差異，使得發光二極體臨界角變大，再加上具有較高表面粗糙度有助於光子散射，使整體光輸出功率提升高達14.8%，其反偏漏電流也在二氧化矽保護之下獲得明顯改善。而圖九為本團隊，利用自製的LED進行封裝後的元件。在現今市場上，由於發光二極體體積小、製造成本持續降低且亮度不斷提高，加上環保以及省電等優點，使得發光二極體在一般照明市場應用得以大幅度擴張。



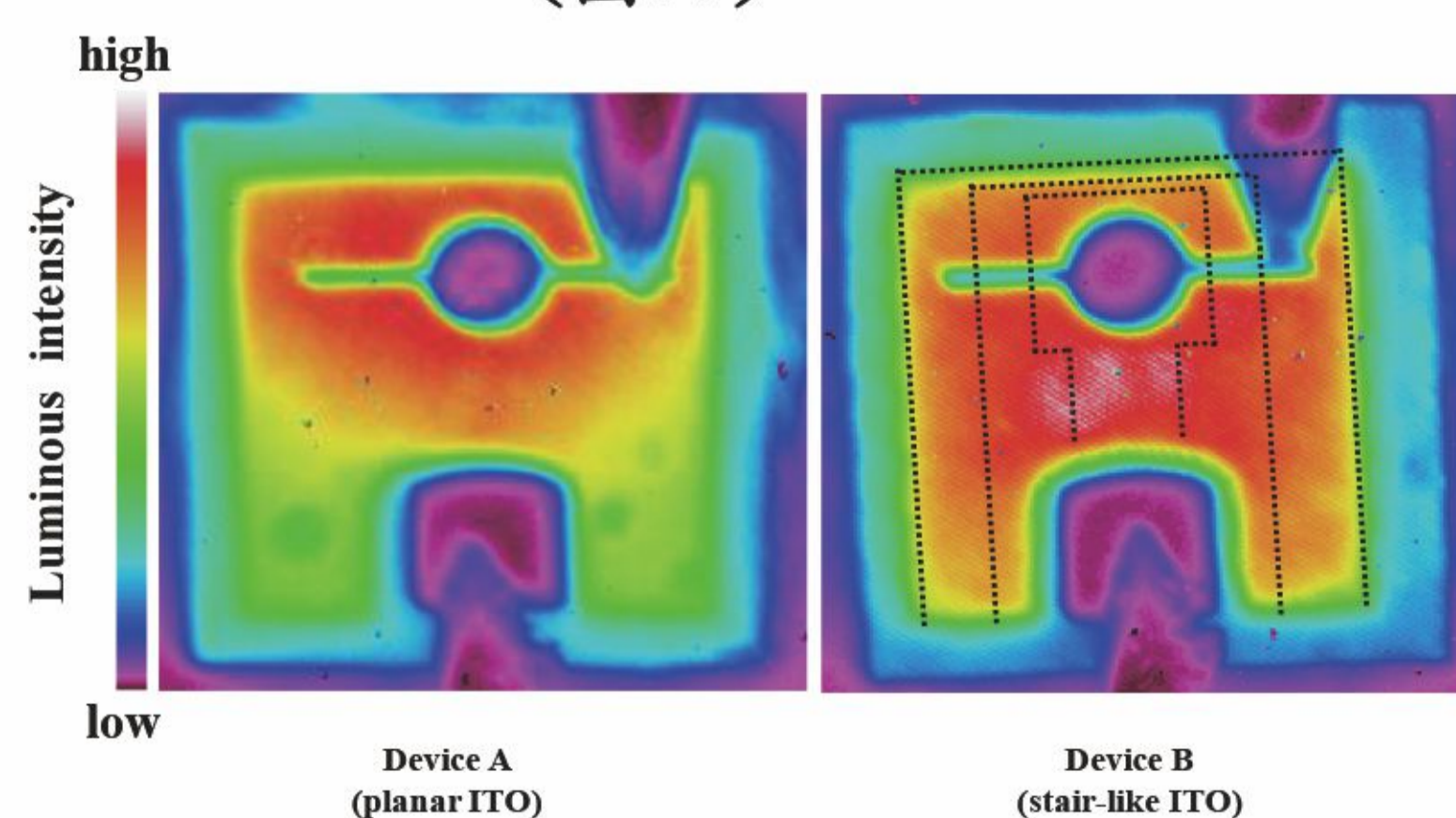
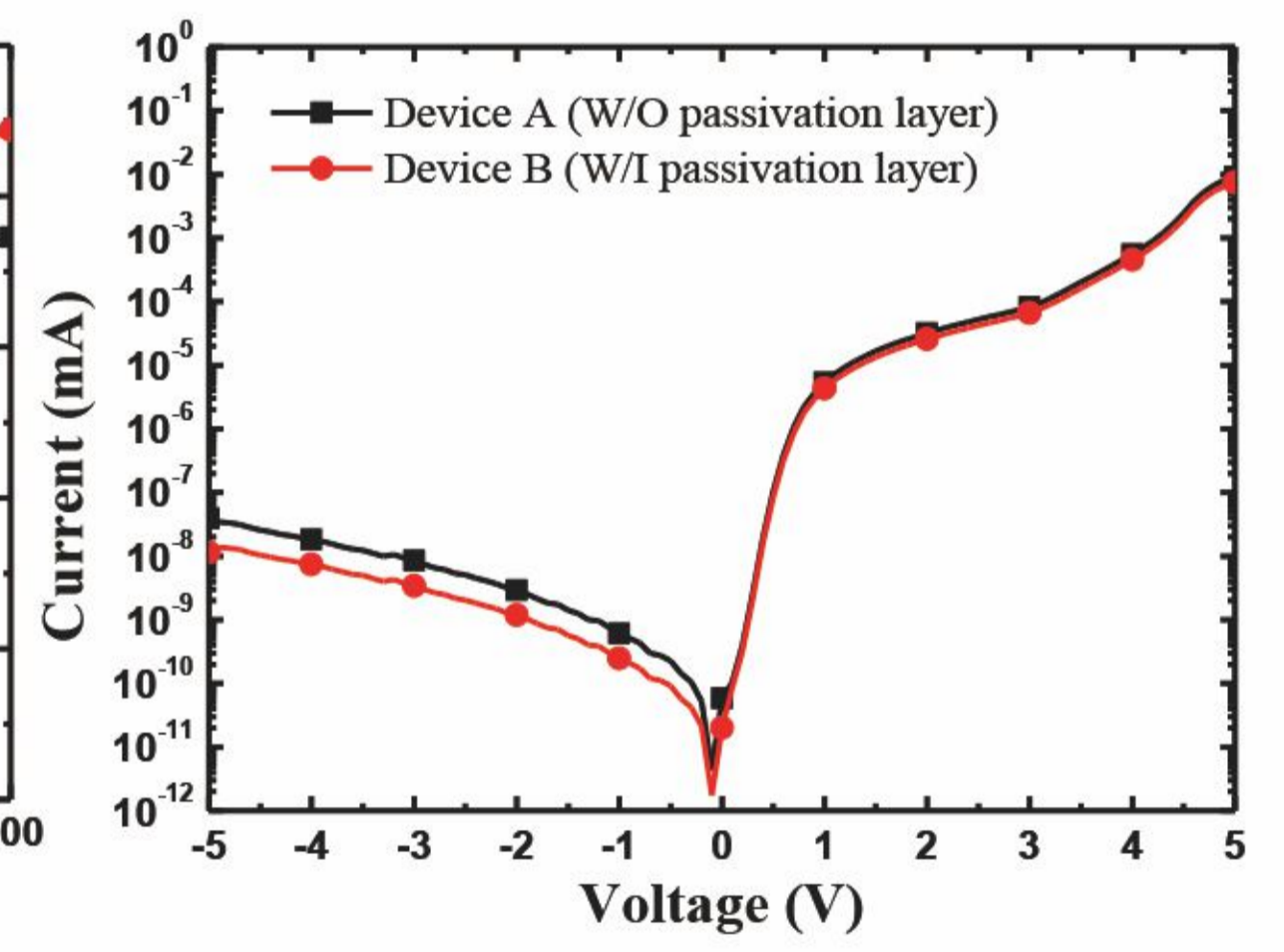
(圖四)



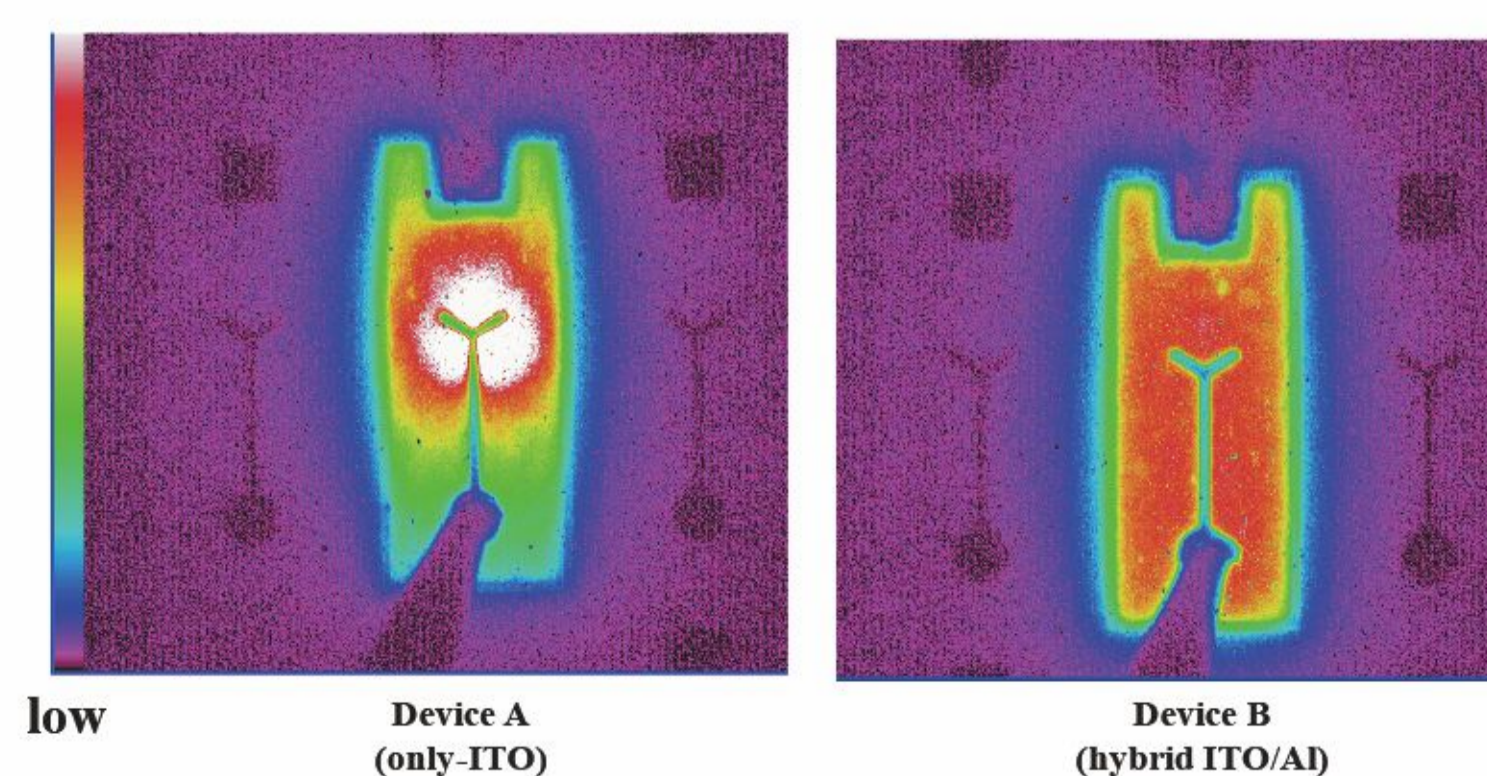
(圖六)



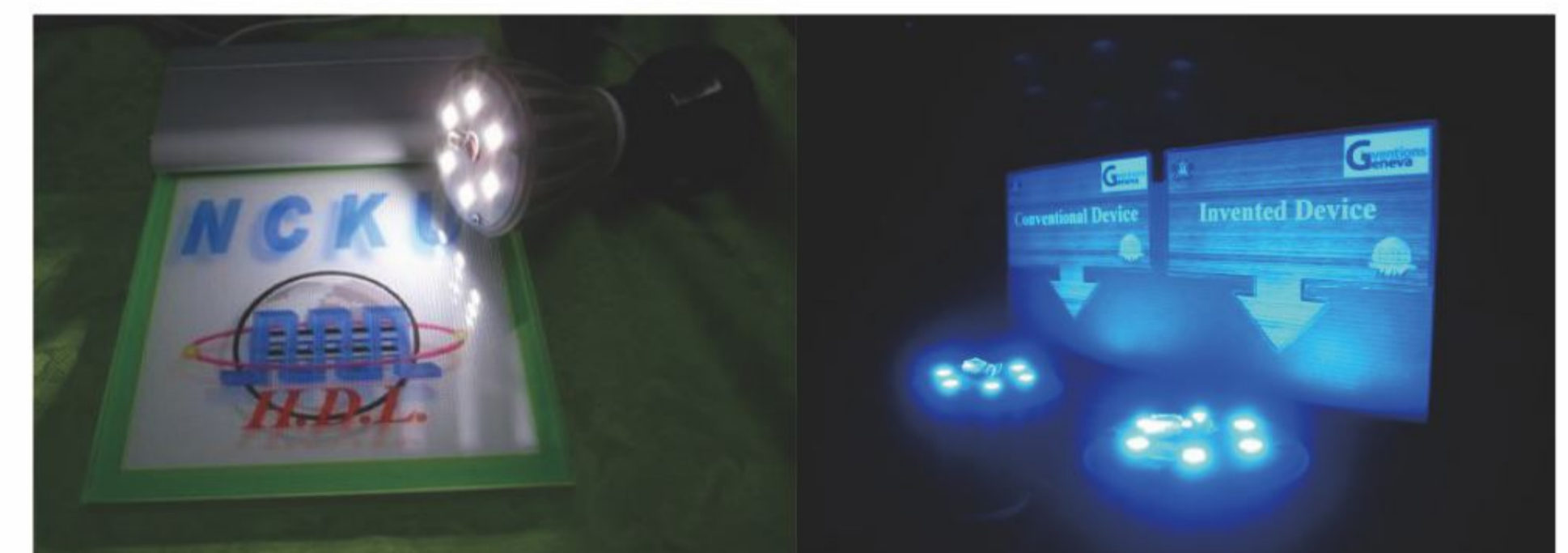
(圖八)



(圖五)



(圖七)



(圖九)

創意心得

首先感謝財團法人中技社對國內科技創意研究的推廣上不遺餘力，鼓勵學生多動腦思考並大膽創新，對於培育社會上人才貢獻良多，非常榮幸能夠獲得中技社獎學金的肯定。研究期間，相當感謝指導教授劉文超老師從旁協助、互相討論，提供我們相當大的發揮空間而提出許多的創意概念。我們將持續地在各種不同創新想法上進行研究，相信此次得獎只是一個起點，我們由衷希望未來能夠提出更多成果並且回饋於社會，為民生進步貢獻一己之力。