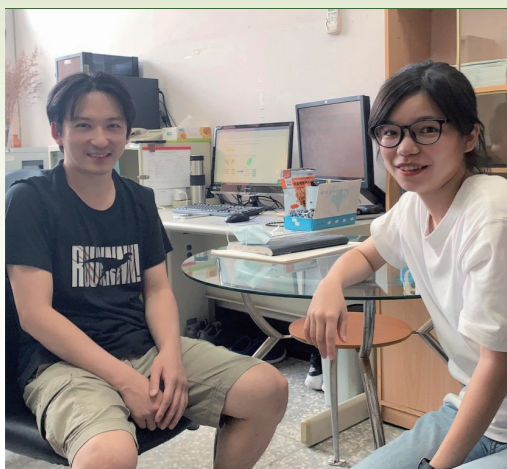


## 靜宜大學應用化學系團隊 超高效率發光電化學電池 (LECs)

指導老師 / 陸勤偉 副教授 學生 / 易容卉



文 / 黃亭慈

目前市面上的顯示器構造多以液晶 (LCDs) 及有機發光二極體 (OLEDs) 為主；其中 OLEDs 以光色飽和、可製成曲面的特色成為面板霸主，但其製程繁瑣、發光效率遲滯，成本也較昂貴。反觀發光電化學電池 (LECs) 結構簡單，只要進行優化即可超越 OLEDs 效率，極具發展潛力。



### 效率最大化 發光電化學電池 (LECs) 的三進擊！

第 2 屆大專校院綠色化學創意競賽研究組得主—靜宜大學應用化學系，由陸勤偉副教授帶領易容卉研究生共同研究「超高效發光電化學電池 (LECs)」，成果榮獲佳績。由於傳統 LECs 無法實現高效及強亮度，因此團隊首度結合「高效率的發光材料」、「載子平衡」及「光提取」三種方式，進一步優化 LECs 的外部量子效率，成功達到超高效率的放光效果。

### 設計全新材料 提高發光表現

LECs 效益最大化的第一步，找出「高效率的發光材料」。有鑑於 LECs 具有溶液加工性、低操作電壓和採用惰性陰極的優異特性，可以通過電池低壓驅動，發出任何顏色的光線，因此團隊特別設計出銦金屬錯合物 (YIr) 作為發光材料。YIr 擁有較高的立體障礙，可以減少分子之間的堆疊、減少自我淬滅的現象，故使用 YIr 作為發光材料，其外部量子效率已高達 13.6%。易容卉表示：「光色影響效率和視覺效果，為了得出最佳的發光材料，團隊也設計了具有黃光和藍光的錯合物，最後得出橘黃光的效果最好。」

LECs 效益最大化的第二步，促進「載子平衡」，讓橘黃光的銦金屬錯合物 (YIr) 和藍綠光銦金屬錯合物 (BG) 互相作用。相較 OLEDs 有七層設計，LECs 的結構較為簡單，只需要「陰極層、陽極層、發光層」三層設計，因此團隊將 YIr 和 BG 參雜在放光層中形成主客關係 (BG 為主體、YIr 為客體)，由主體傳遞能量、客體專門放光，再次加強元件效率表現，使外部量子效率提升至 16.9%。易容卉說明，「團隊總共嘗試了 10%、20%、40%、60%、80% 五種不同的客體濃度，發現 20% 客體濃度的元件效率表現最佳，接著也在不同厚度的元件中，以 20% 濃度比例進行測試，成功獲得驗證。」

### 補獲迷失光子 實現超高效率

LECs 效益最大化的第三步，實現「光提取」，把迷失的光子抓回來！由於光是從四面八方發散的，在器件發光的同時，少數光子亦容易失散在各層結構中。為了加強捕獲迷失在器件各層結構中的光子，團隊在 LECs 添加了一層擴散層，讓光子折射回去發光層，達到光提取的效果，使外部量子效率提升到 23.7%。易容卉興奮的說，「我們從第一步設計出高效率的發光材料、到第二步以主客系統讓載子平衡，一直到最後添加擴散層，總共使外部量子效率提升超過 20%，這以往是 OLEDs 才能達到的效果，可見 LECs 具發展前景及廣泛應用的潛能。」

統整團隊的研究，LECs 具有結構及製程簡單的優勢，可大幅降低製造成本，加上元件可以使用在空氣中穩定的金屬做為電極，應屬可被廣泛應用的光源。但 LECs 發光效率一直不如 OLEDs，故靜宜大學應用化學系陸勤偉團隊運用「高效率的發光材料」、「載子平衡」及「光

提取」三種優化方式，成功使 LECs 的外部量子效率提升到 23.7%，與傳統 LECs 相比達到了 174% 的元件效率提升，甚至已媲美 OLEDs，未來可作為 LECs 戶外看板、車尾燈等高亮度產品的墊腳石。

