

113材料工程系大學部實習成果觀摩競賽

含有嵌段共聚物與氨基官能化卟啉氫鍵超分子駐極體應用於低功耗光電晶體 Hydrogen-Bonded Supramolecular Electrets Comprising Block Copolymers and Amino-Functionalized Porphyrin for Low-Power-Consumption Phototransistors

Abstract

單一電晶體在積體電路中的功耗一直是近期半導體產業的主要關注點。為了有效控制光電晶體的暗電流並降低其功耗，本研究設計並應用了基於超分子的光響應駐極體於光電晶體中。我們使用 (P4VP-b-PACN) 嵌段共聚物與 (TAPP) 混合形成了超分子駐極體。選用DNIT作為半導體通道。BCP促進P4VP與PACN相區的形成，而PACN區塊則作為電荷屏障，有助於電荷再俘獲及元件的光響應。我們將這些氫鍵超分子駐極體的光電晶體性能進行了系統驗證，並與由均聚物混合物 (P4VP/PACN) 和TAPP組成的參考元件進行比較。TAPP的電荷俘獲效應有效降低了光電晶體的暗電流水平和功耗。最終，經過改善的氫鍵超分子組合顯著提升了元件性能，並探討了其提升的機制。

Device Architecture

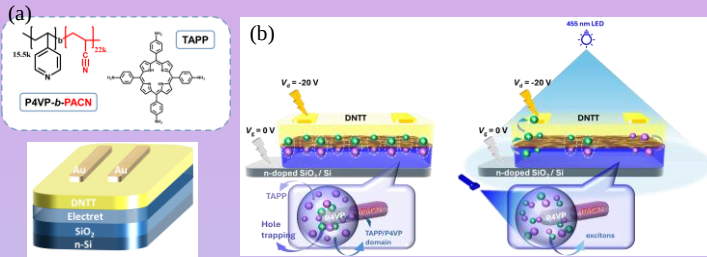


圖1、具有氫鍵超分子駐極體的有機光偵測器的(a)元件結構和組成之化學結構。(b) P4VP-b-PACN/TAPP光偵測器的工作機制

Morphology & Structure

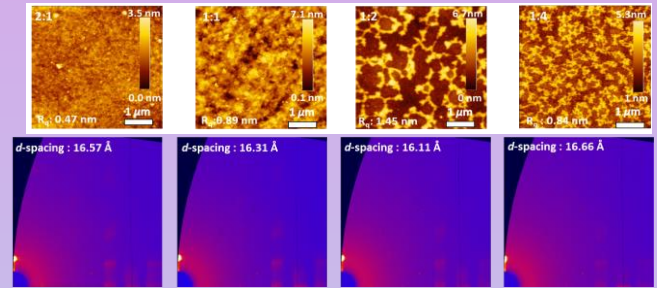


圖3、氫鍵超分子駐極體的GIXD分析

Optical / Energy Level Characteristics

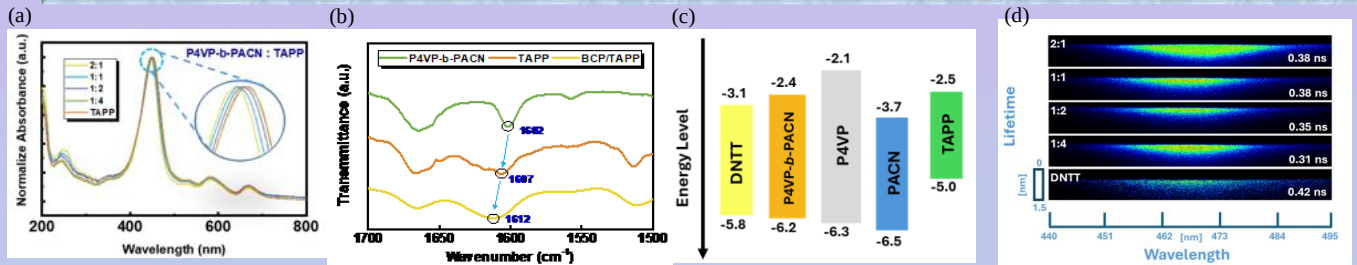


圖6、純高分子、小分子與共混薄膜之(a) UV-vis及(b) FTIR圖譜、(c) 能階圖及(d) 時間解析螢光壽命分析

Electrical Performance

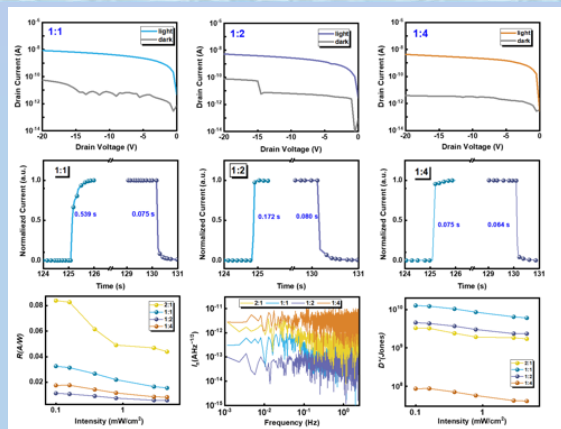


圖7、基於氫鍵超分子駐極體光偵測器的電性分析

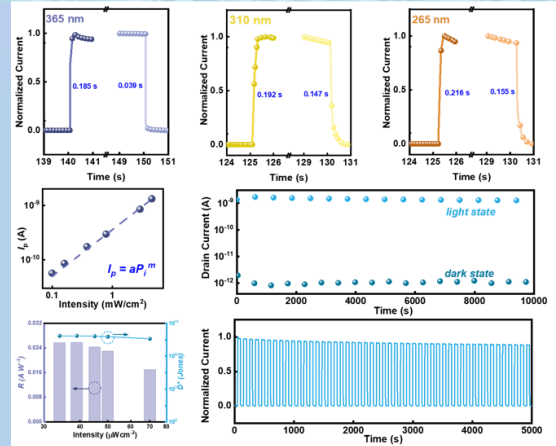


圖8、基於氫鍵超分子駐極體之1:2比例之不同光色、弱光與穩定性下電性分析

Conclusions

- 本研究利用由 (P4VP-b-PACN) 構成的嵌段共聚物(BCP)，成功合成一種**新型氫鍵超分子駐極體**利用氫鍵超分子於光電晶體中能有效提高光響應速率，同時保持元件電流的穩定。
- 該光電晶體達到了最低的暗電流噪聲值 $5.56 \times 10^{-14} \text{ A Hz}^{-0.5}$ ，高檢測靈敏度 $1.37 \times 10^{10} \text{ Jones}$ ，並且具有快速的**上升時間**和**下降時間**，分別為 0.172 s 和 0.080 s ，展現了在各種波長和弱光環境下的優異性能。
- 優化結構的光電晶體經過長期穩定性測試，功耗遠低於典型光電晶體，後者在光照狀態下的功耗通常達到數十 μW ，且在黑暗狀態下功耗範圍為 μW 至 nW 。
- 本成果已經發表於 *Polymer* (2025) 本人為**第一作者**。

姓名：胡尹嘉 學號：U10187024 實習單位：詮達台大產學中心

實習期間：112/09/11~113/09/06 輔導老師：游洋雁 教授 指導主管：許志瑋 博士

