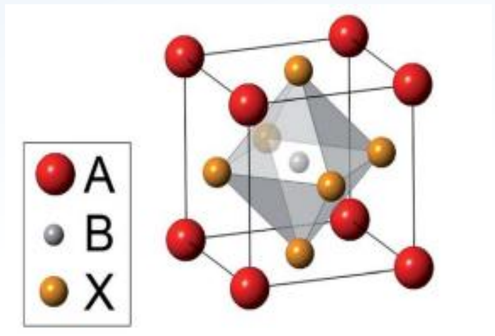
115材料工程系大學部實習成果觀摩競賽

大氣環境溶液-蒸鍍混合製程鈣鈦礦之開發

Abstract

鈣鈦礦（Perovskite, PVSK）是一種具有ABX_3晶體結構的半導體材料，如圖一所示，具有能隙可調、吸光範圍寬、載子遷移率高及低成本等優點。然而，傳統旋轉塗佈製程中的無機前驅液需使用具毒性的有機溶劑，且不易應用於大面積製程。因此，本研究採用溶液－蒸鍍混合製程，先以熱蒸鍍沉積無機前驅層，再於大氣環境下旋轉塗佈有機前驅物溶液形成鈣鈦礦薄膜。透過控制無機前驅層厚度，探討環境濕氣對薄膜品質及元件特性的影響，為未來刮刀塗佈大面積製程奠定了製程基礎。



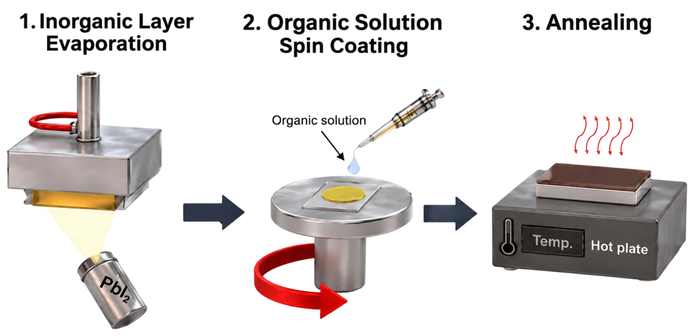
圖一、ABX_3結構示意圖

Experiment

本研究之元件結構如圖二所示，依無機前驅層厚度分為Thick（289 nm）與Thin（238 nm），並分別於N_2與Air環境下製備，共分為Thick - N_2、Thin - N_2、Thick - Air及Thin - Air四組。製程採用溶液－蒸鍍混合製程，如圖三所示。首先將腔體抽至9.9×10^{-6} Torr以下，以熱蒸鍍沉積PbI_2，再於N_2或Air環境下旋轉塗佈有機鹽溶液，最後經退火完成鈣鈦礦薄膜製備。各組PbI_2與轉化後PVSK薄膜厚度如表一所示。



圖二、元件結構示意圖



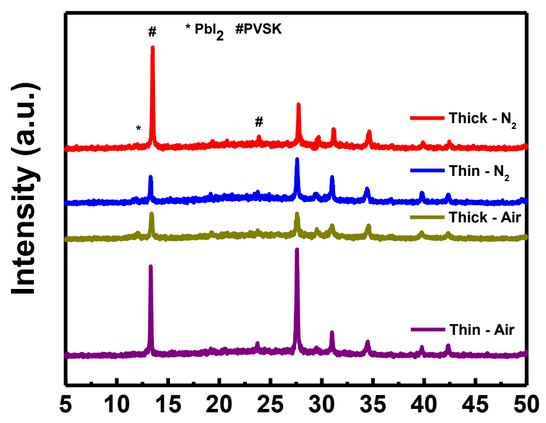
圖三、混合製程示意圖

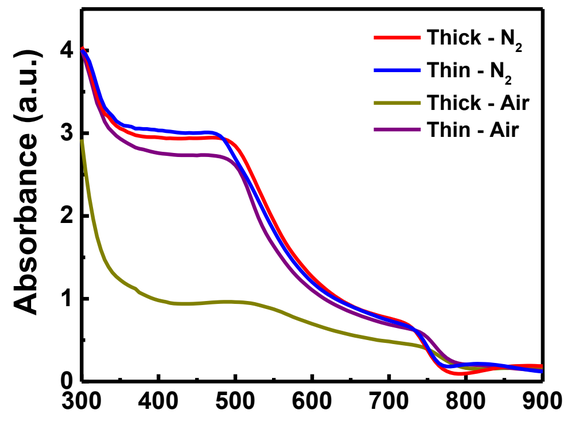
表一、不同製程條件下PbI_2與PVSK薄膜厚度

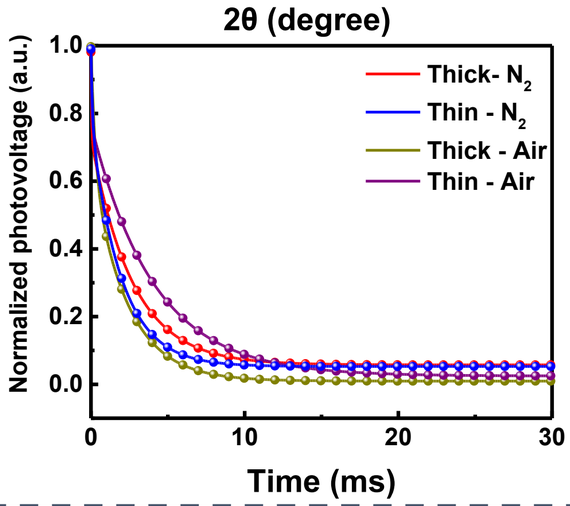
Sample	Thickness of PbI_2 (nm)	Thickness of PVSK (nm)
Thick - N_2	289.46±6.13	515.66±11.64
Thin - N_2	238.30±9.34	454.53±11.61
Thick - Air	289.46±6.13	542.32±11.71
Thin - Air	238.30±9.34	516.00±06.08

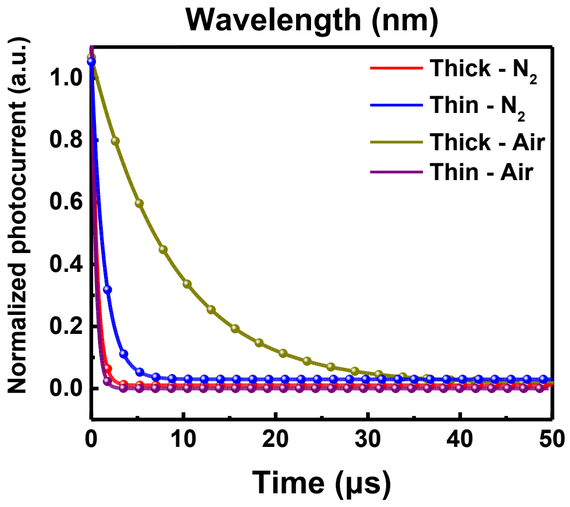
Results and Discussion

Perovskite Characterization

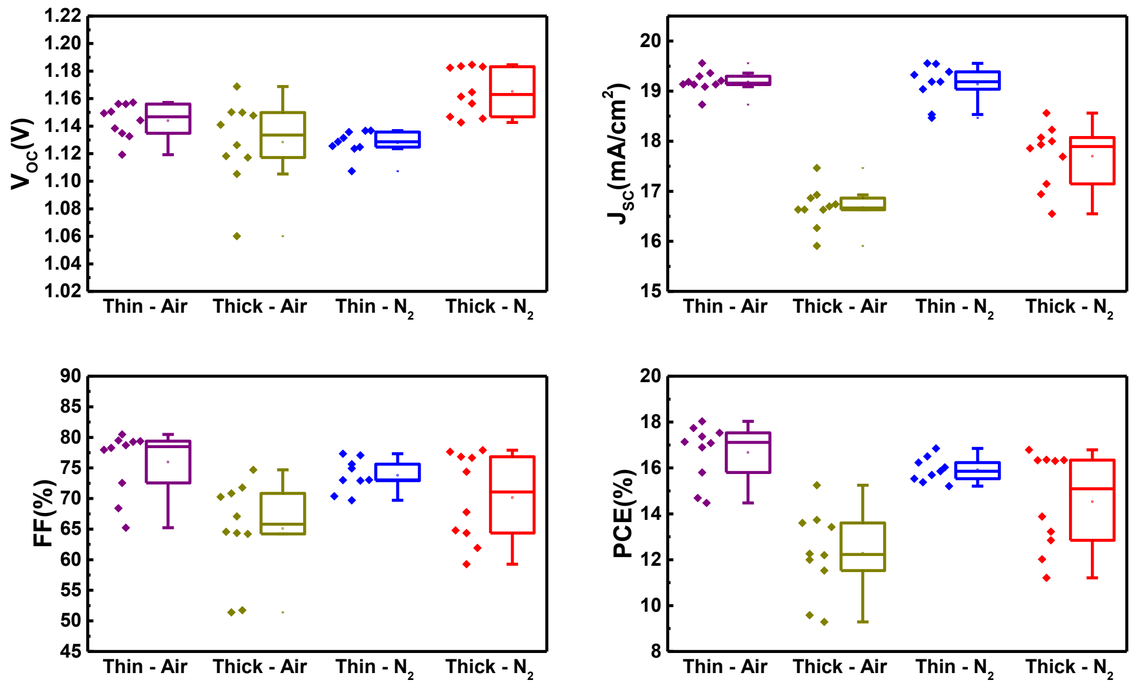








Perovskite Performance



Sample	V_{OC} (V)	J_{SC} (mA/cm²)	FF (%)	PCE (%)
Thick - N_2	1.17±0.02	17.70±0.63	70.15±7.27	14.53±2.12
Thin - N_2	1.13±0.01	19.14±0.40	73.78±2.69	15.92±0.54
Thick - Air	1.13±0.03	16.68±0.41	65.09±7.95	12.29±1.85
Thin - Air	1.14±0.01	19.18±0.21	75.98±5.34	16.68±1.25

Conclusion

透過薄膜厚度分析發現，Thin - Air具有較明顯的厚度膨脹，其最終鈣鈦礦薄膜厚度可接近Thick - N_2。TPV與TPC分析顯示，不同製程條件會影響載子復合壽命與載子萃取速度，其中Thin - Air具有較長的載子壽命與較快的載子萃取特性，並展現較佳的元件性能，最高效率可達18.03%。結果顯示，控制無機前驅層厚度與製程環境可有效調控薄膜形成及元件性能。

姓名：吳柏廷　學號：U12187008　實習單位：材料工程系　實習期間：114/9/8~115/9/4

輔導老師：黃裕清　實習廠區：明志科技大學　指導主管：黃裕清