

題 目：可調控介電常數之新穎聚醯亞胺/氧化鋅奈米混成光學薄膜於有機薄膜電晶體之應用

學 生：黃裕嘉、龐又齊

指導教授：游洋雁 教授

簡介

本研究以可溶性聚醯亞胺(6FBAH)藉由溶膠凝膠法與無機材料二氧化鋅製備成混成薄膜，改變無機摻混之含量(0 10、20、30、40、50 wt%)，並將此薄膜運用於有機薄膜電晶體元件之介電層，探討對元件特性影響。為了修飾半導體層與介電層之介面，在介電層上以Cyclic olefin copolymer (環烯烴共聚合物，COC)作為修飾層，藉此改善元件特性。

實驗步驟



圖1、OTFT元件製作流程示意圖

圖2、OTFT元件示意圖

OTFT元件之混成材料特性

表面型態分析

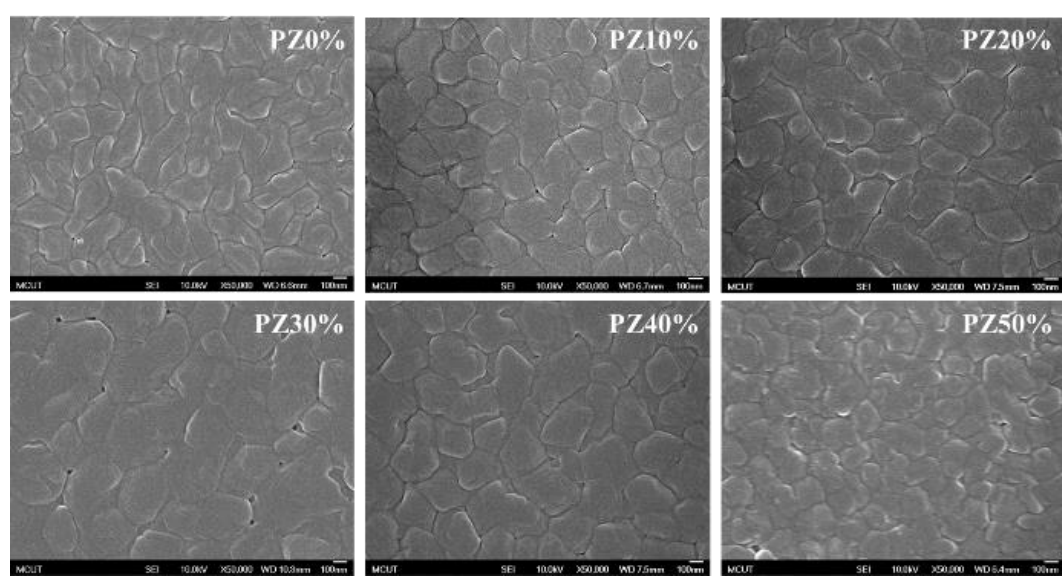


圖3、PZ0 %-PZ50 %混成薄膜經蒸鍍pentacene放大5萬倍-FE-SEM圖

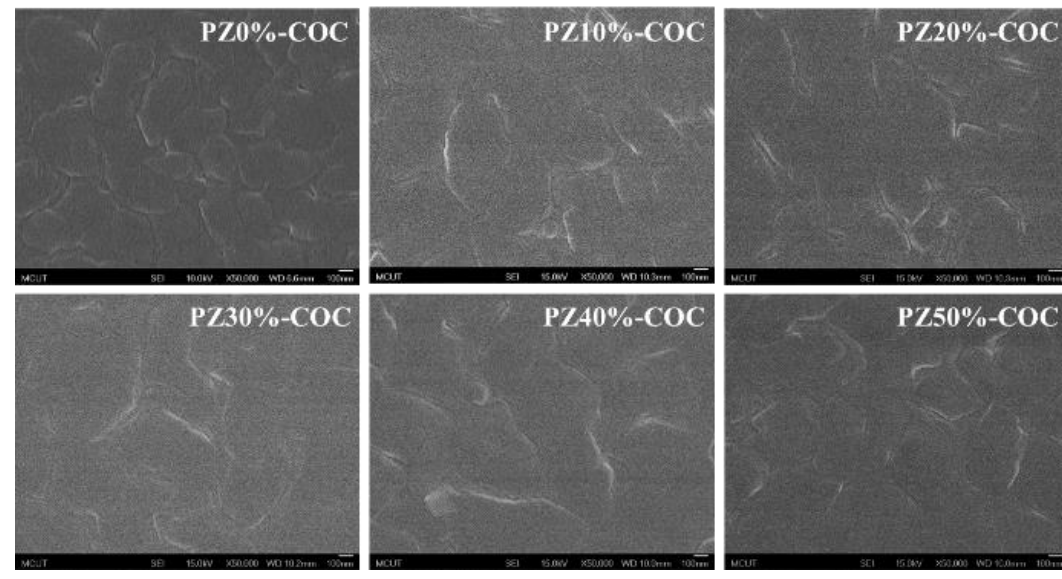


圖4、PZ0 %-PZ50 %-COC混成薄膜經蒸鍍pentacene放大5萬倍-FE-SEM圖

表面型態分析

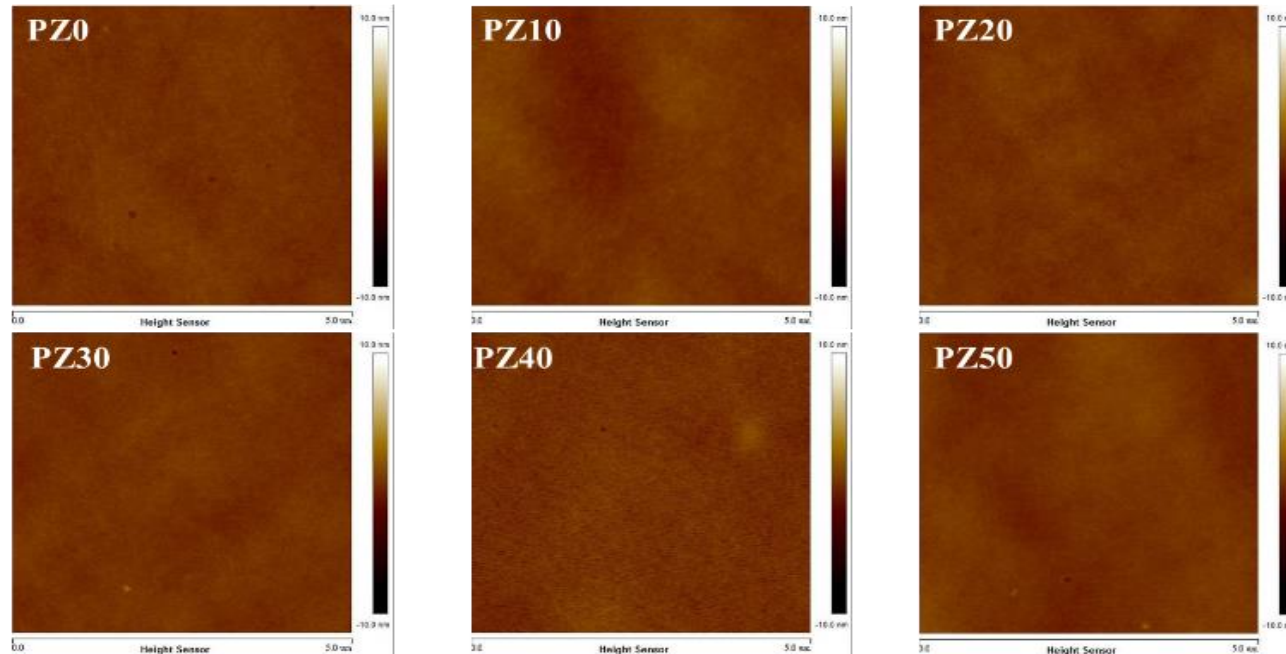


圖5、PZ0 %-PZ50 %混成薄膜之AFM-2D圖

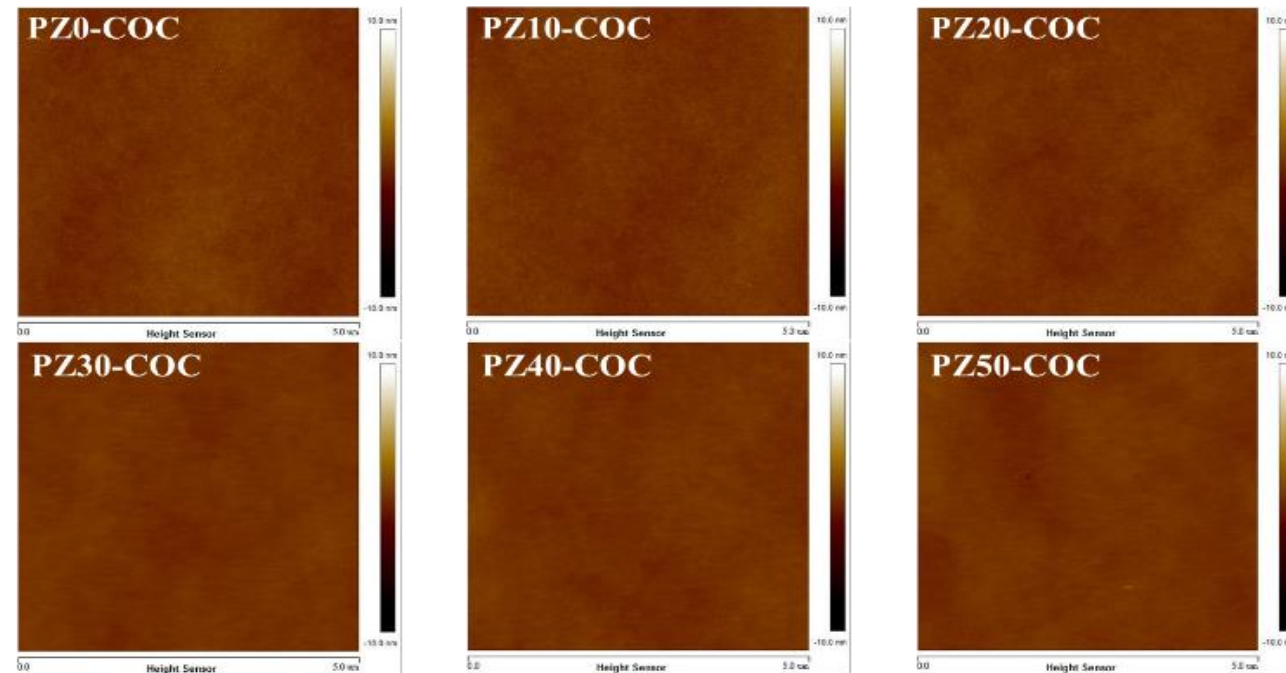


圖6、PZ0 %-PZ50 %-COC混成薄膜之AFM-2D圖

表1、PZ0 %-PZ50 %聚醯亞胺/二氧化鋅混成薄膜之AFM粗糙度

PZX (wt %)	PZ0	PZ10	PZ20	PZ30	PZ40	PZ50
h(nm)	439	463	460	501	525	511
Ra(nm)	0.25	0.29	0.31	0.31	0.33	0.34
Rq(nm)	0.31	0.38	0.41	0.42	0.44	0.49

表2、PZ0 %-PZ50 %-COC聚醯亞胺/二氧化鋅混成薄膜之AFM粗糙度

PZX-COC (wt %)	PZ0	PZ10	PZ20	PZ30	PZ40	PZ50
h(nm)	631	511	473	565	526	542
Ra(nm)	0.18	0.20	0.22	0.23	0.29	0.30
Rq(nm)	0.22	0.25	0.28	0.29	0.36	0.37

光學性質分析

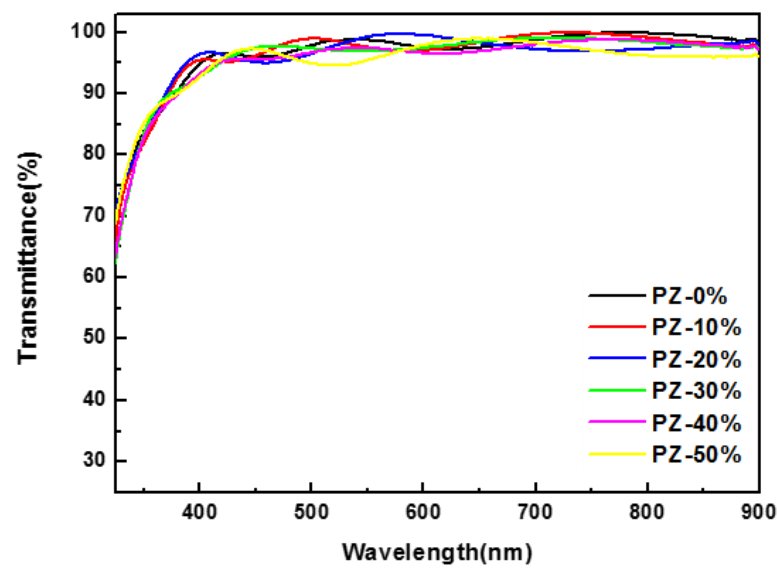


圖7、PZ0 %-PZ50 %混成薄膜材料之UV光譜圖

熱性質分析

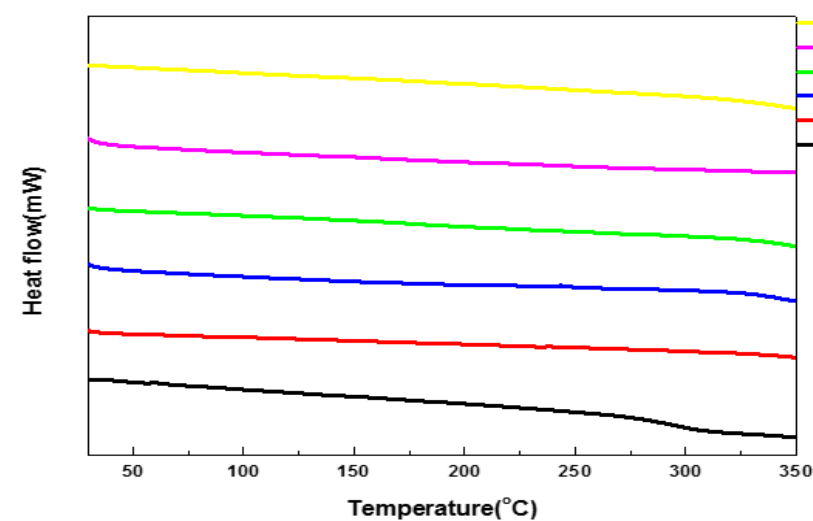


圖8、PZ0 %-PZ50 %混成材料之DSC曲線

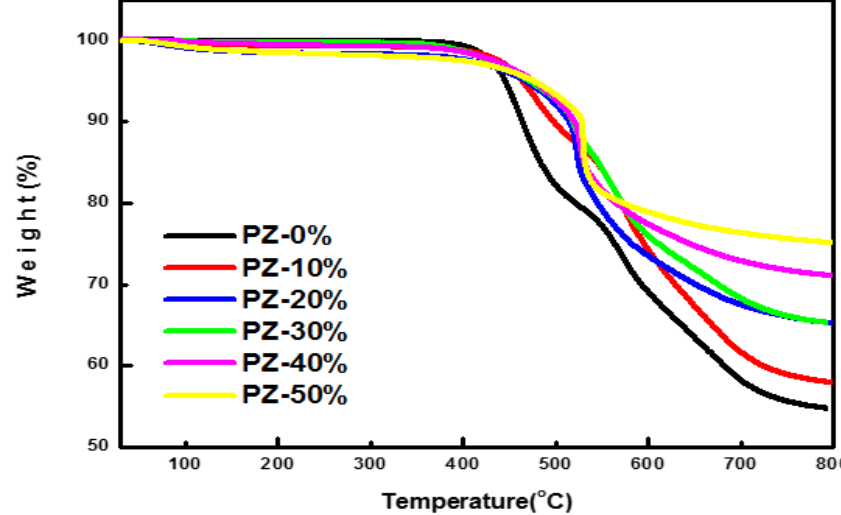


圖9、PZ0 %-PZ50 %混成材料之TGA曲線(Nitrogen)

電性質分析

表3、PZ0 %-PZ50 %聚醯亞胺/二氧化鋅混成薄膜之OTFT元件分析表

PZX	Dielectric constant			V_{th} (V)	Mobility (cm^2/V_s)	I_{on}/I_{off} ratio
	10 kHz	100 kHz	1 MHz			
PZ0 %	4.2	4.1	4.0	2.21	0.26	1.7×10^3
PZ10 %	5.1	5.1	4.8	-7.85	0.52	3.6×10^3
PZ20 %	5.8	5.7	5.4	-6.87	0.75	1.0×10^4
PZ30 %	6.6	6.5	6.1	-3.08	1.12	1.2×10^4
PZ40 %	7.3	6.9	6.7	-1.29	1.03	5.0×10^3
PZ50 %	8.3	7.5	7.5	1.70	0.82	2.0×10^3

表4、PZ0 %-PZ50 %-COC聚醯亞胺/二氧化鋅混成薄膜之OTFT元件分析表

PZX-COC	Dielectric constant			V_{th} (V)	Mobility (cm^2/V_s)	I_{on}/I_{off} ratio
	10 kHz	100 kHz	1 MHz			
PZ0 %	4.0	3.9	3.8	-8.69	0.94	1.4×10^4
PZ10 %	4.3	4.2	4.0	-17.30	2.33	1.5×10^5
PZ20 %	4.6	4.5	4.3	-12.39	2.67	6.4×10^5
PZ30 %	5.1	5.0	4.9	-9.71	3.25	1.2×10^6
PZ40 %	5.4	5.3	5.0	-11.72	2.54	2.3×10^5
PZ50 %	6.1	5.9	5.3	-5.76	1.57	2.7×10^4

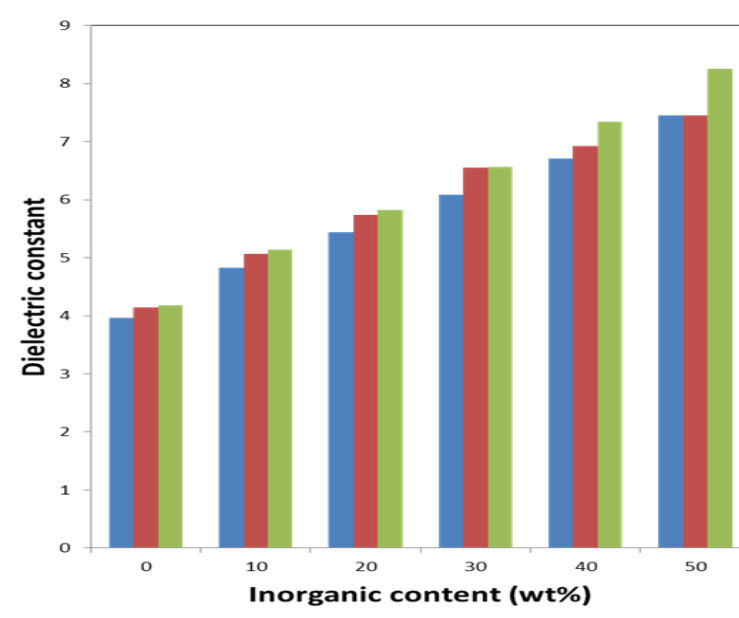


圖10、PZ0 %-PZ50 %混成薄膜材料之介電常數

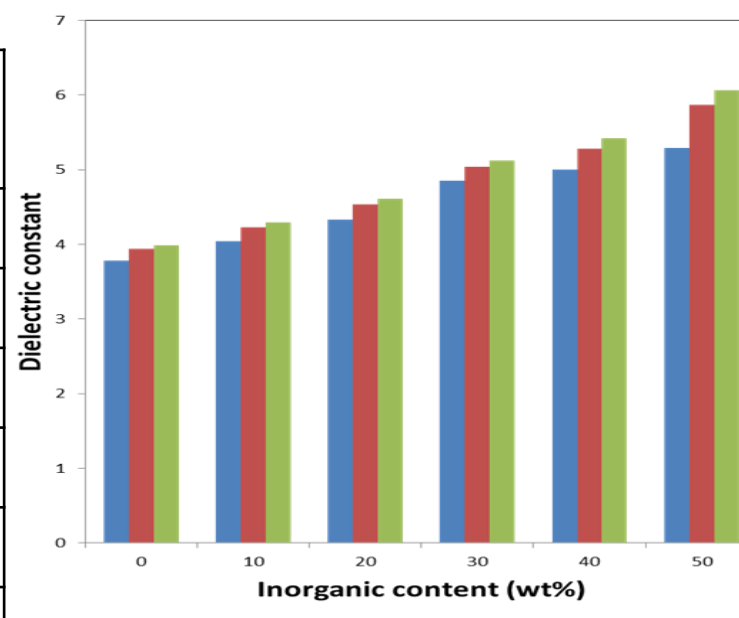


圖11、PZ0 %-PZ50 %-COC混成薄膜材料之介電常數

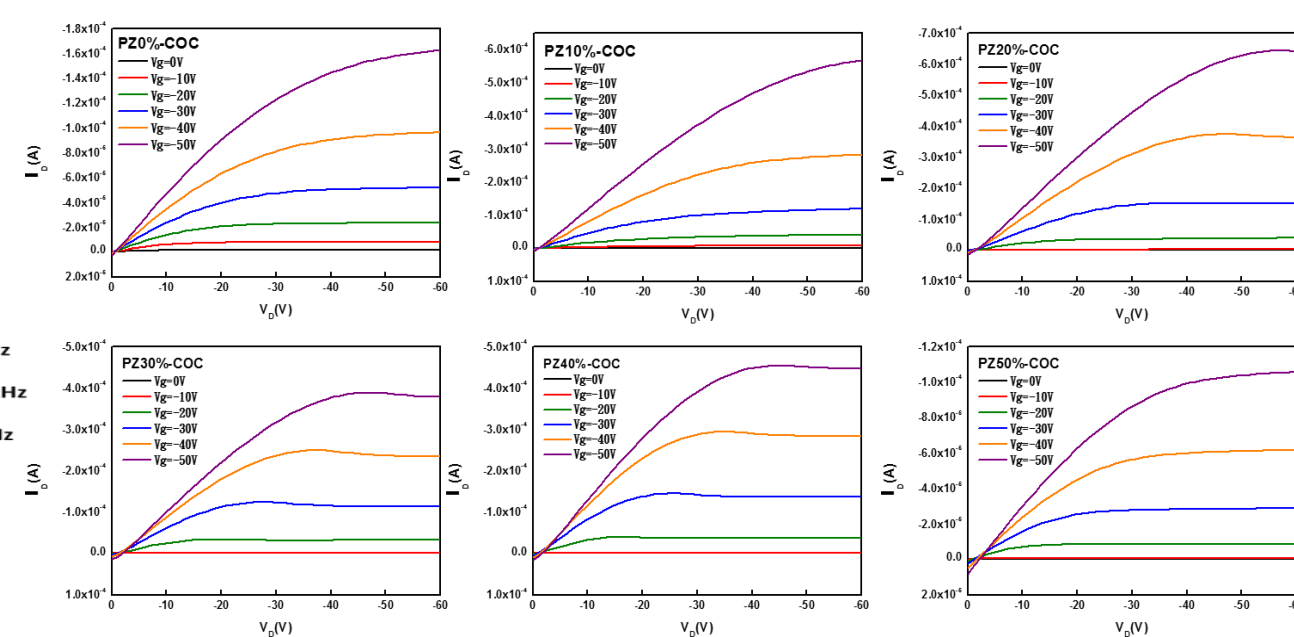


圖12、PZ0 %-PZ50 %-COC混成薄膜OTFT元件之output曲線圖

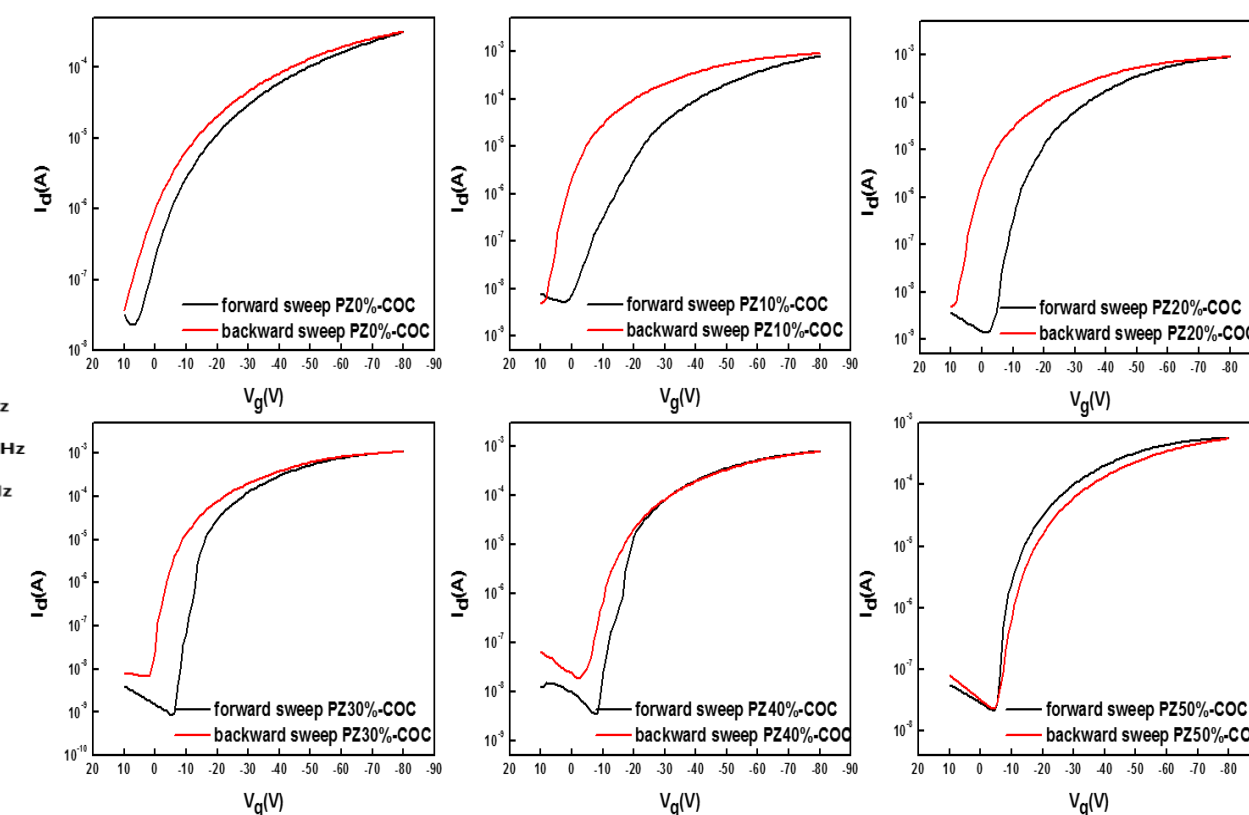


圖13、PZ0 %-PZ50 %-COC混成薄膜OTFT元件之Ion/Ioff遲滯曲線圖

結論

- 透過溶膠凝膠法將無機材料二氧化鋅與有機高分子產生交聯結構，成功製備混成薄膜。
- 介電層加上修飾層(COC)後，可以降低介電層的粗糙度，也降低表面能，使半導體層成長較緻密且具有大晶粒尺寸，可減少載子傳輸時遇到的阻礙，獲得較佳的載子遷移率。
- 當ZrO₂比例上升時，性質皆有所提升，而在30 wt%時，Mobility提升至3.25 cm²/V_s，I_{on}/I_{off} 提升至1.2×10⁶。