



材料工程系專題製作成果報告

題目 : Kronig-Penney 模型與非磊晶周期性量子井結構的研究
 Kronig-Penney model and non-epitaxial periodic quantum well structure studies
 學生 : 彭昱淳
 指導教授 : 盧榮宏 老師
 畢業級別 : 四技部(2008 級)

簡介實驗設計研

藉由 Kronig-Penney 模型來思考及描述電子在週期性量子井的非磊晶或者非結晶材料移動情形。利用 Kronig-Penney 模型我們計算出量子井的 mini-band 和 mini-gap，發現能帶及能隙的改變會產生藍位移現象。同時，我們藉由反應式濺鍍製作出來氮氧化鋁(AION)/錫氧化物(ITO)的週期性量子井結構的薄膜，藉由不同儀器來量測樣品光學性質，與計算結果相互比較。AION/ITO 藉由 XRD 繞射圖譜得知週期性薄膜厚度，繞射角度由 2 度到 10 度。藉由紫外線光譜儀(UV-Vis)穿透圖譜結果顯示，不同的量子井寬度會影響藍位移；當 Kronig-Penney 模型藉由遠紅外線光譜儀(FTIR)的反射和穿透圖譜顯示，能隙會隨著量子井寬度的增加而降低。

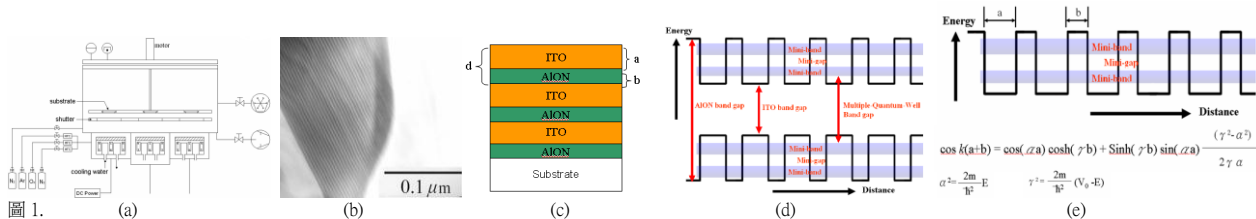


圖 1. (a)薄膜濺鍍系統，(b)AION/ITO 週期性結構薄膜的 TEM 圖譜，(c) AION/ITO 週期性量子井薄膜能帶結構圖，(d) AION/ITO 週期性量子井薄膜能帶結構圖，(e) Kronig-Penney 結構與計算方程式

表 1 (AION/ITO)_n 樣品編號

Sample	Pulse	Ar	O ₂	N ₂	note
95021-1B	EP50 DC150	60	2	20	30/cycle, Dep-800s, (ITO-AION) ₂ (100), IIIA11L100
95001-1E	EP50 DC150	60	2	20	120/cycle, Dep-912s, (ITO-AION) ₂ (75%), IIIA15L73
95001-2B	EP50 DC150	60	2	20	152/cycle, Dep-890s, (ITO-AION) ₂ (25%), IIA44L25
95002-2E	EP50 DC150	60	2	20	300/cycle, Dep-890s, (ITO-AION) ₂ (11), IIO0A100L11

表 2 (AION/ITO)_n 不同量子井寬度複層薄膜對應其能隙模擬結果

AION/ITO	井寬 (nm)	能帶 (eV)	能隙 (eV)	吸收波長 (nm)	週期數(個/cycle)
A1111L100	1.667	6.90E-05	0.312613218	3966.562919	88
A1515L73	2.4	9.74E-07	0.163	7593.116317	120
A444L25	7.333	1.22E-05	0.019746011	62797.48911	352
A100100L11	17.266	7.01E-07	0.00369	336162.9956	800

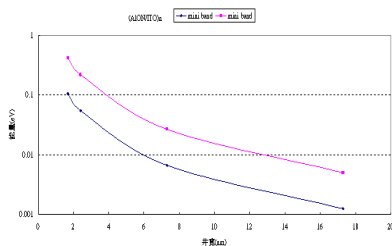


圖 2.藉由 Kronig-Penney 模型計算出不同量子井

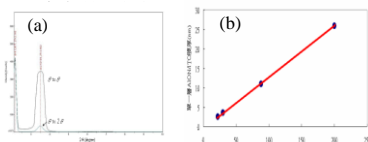


圖 3. (a) XRD 繞射圖譜藉由 θ 到 θ and θ 到 2 θ 不同的量測方式，(b) AION/ITO 週期厚度與單層濺鍍時間

表 3 經 XRD 繞射計算週期性量子井厚度

SAMPLE NO	$2\theta, \theta$ (°)	thickness(nm)
A1111L100	3.45	2.5
A1515L73	2.43	3.6
A444L25	0.8	11.0
A100100L11	0.34	25.9

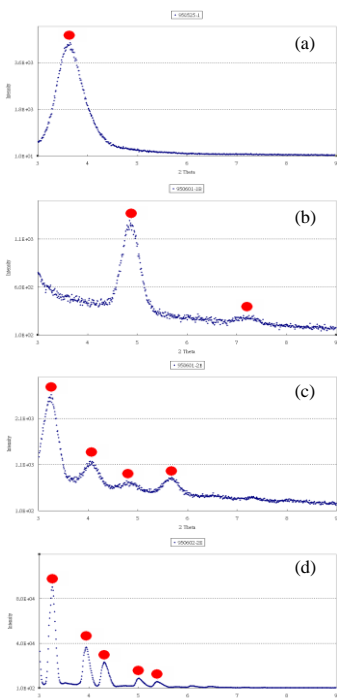


圖 4. (a)-(d) 不同井寬的 AION/ITO 週期性量子井結構薄膜繞射圖譜

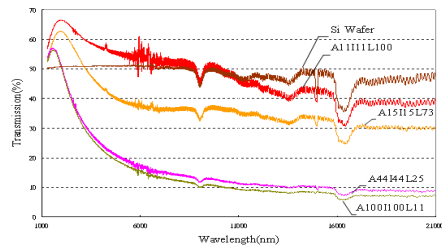


圖 5. AION/ITO 週期性量子井結構樣品的遠紅外線穿透圖譜

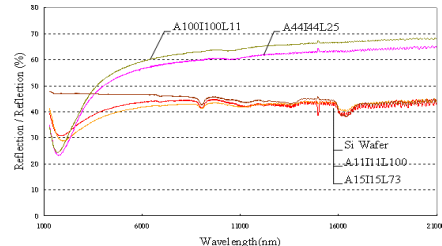


圖 6. AION/ITO AION/ITO 週期性量子井結構樣品的遠紅外線反射圖譜

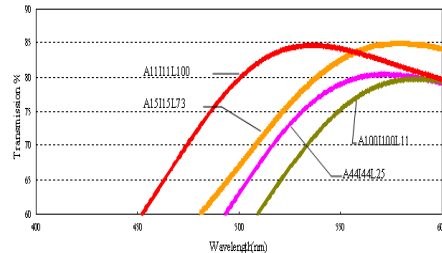


圖 7. AION/ITO 週期性結構樣品隨著量子井寬度的改變，可以觀察到藍位移(blue-shift)，例如樣品 A1111L100。

我們計算出 AION/ITO 週期性量子井結構在不同井寬度情況下的能帶數值，藉由 FTIR 和 UV-Vis 量測結果，再遠紅外線吸收和藍位移現象與計算結果相符合。

究

成

果結論