

光電半導體應用研究

指導老師： 陳兆南 博士

組員： 郭奕麓 (106021050)、林子堯 (106021055) 邱健伊

(106021152)

摘要：

本次畢業專題研究利用磁控濺鍍系統將氧化鎢 WO_3 至玻璃基材上，以用來取代傳統玻璃，且利用調整氧氣流量改變氧化鎢 WO_3 的化學性質，讓光學性質有所改變。

電致變色的「變色技術」即是指材料受到外部刺激造成結構發生變化，使其顏色有了改變，及本次的實驗材料為氧化鎢 WO_3 。這些外部刺激可以是光、溫度或電場等等，若是因光所造成的變色，稱之「光致變色」；因溫度改變所引起的顏色變化，則稱之「熱致變色」；因電場造成可逆的顏色變化，則是「電致變色」，為此專題的研究主題。

本研究利用磁控濺鍍系統將氧化鎢(WO_3)濺鍍致 ITO 基材上，取代傳統玻璃，並探討磁控濺鍍 WO_3 氧化鎢在固定氬氣流量、工作壓力、濺鍍功率、薄膜厚度情況下，改變氧氣流量下的各項變化。本次實驗所使用 SEM 顯微鏡、Four-point 四點探針、a-step、UV visible 等多樣儀器進行材料特性分析，以了解在不同氧氣流量下的 WO_3 氧化鎢光穿透率、電阻值、導電性值的差異，最後測出濺鍍 WO_3 氧化鎢薄膜最佳氧氣流量為 5sccm。

前言：

電致變色技術對於綠色能源可大幅減少能源的消耗以及對於電力的需求，為迫切所需的技術。但欲商業化使用電致變色技術，則會面臨到電致變色元件之可靠度問題，若在長時間操作於日照環境之下會因日照高溫使元件特性產生變化。

「電致變色」與我們的生活息息相關，能應用的地方也不勝枚舉，因為電致變色元件具有相對高的操控性，也有相對寬廣的可調整波長範圍與能擋下大部分紅外光與可見光等等的優點，像是：汽車的後照鏡及擋風玻璃、電致變色顯示器、大樓的玻璃帷幕等等，在這些隨處可見的例子中，即可發現「電致變

色」這項技術可降低對電力的需求與能源的耗減，更能響應綠色環保讓地球喘口氣，是一種在現代科技中必須使用的技術。

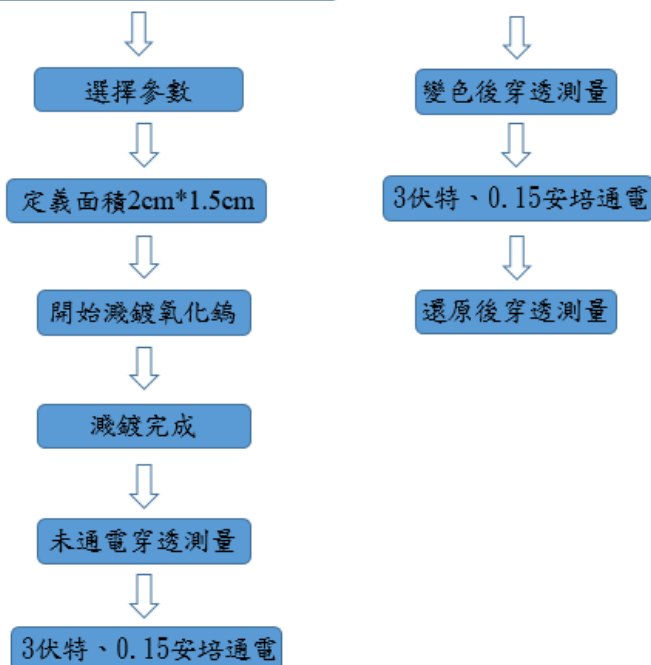
專題內容：

本次專題使用射頻磁控濺鍍系統濺鍍 WO_3 氧化鎢至 ITO 基材上。在濺鍍前須使用逆滲透過濾水、酒精、丙酮將全新 ITO 基材清洗乾淨，並且定義面積 $2cm \times 1.5cm$ 以便之後計算數據，濺鍍完成後使用 a-step 厚度測量儀測量薄膜厚度是否為所需厚度 200 奈米，接著使用 four-point 四點探針測量薄膜電阻值，使用 UV visible 光譜穿透儀測量在未通電的波長 200 奈米到 1100 奈米之間的 WO_3 氧化鎢薄膜光穿透率，完成基本數據測量。

第二階段測量需使用由過氯酸鋰與碳酸丙烯所混和的電解液將鍍有氧化鎢薄膜的 ITO 基材與全新 ITO 基材進行封裝，接著使用電源供應器以 3 伏特、0.15 安培供電，將鍍有氧化鎢薄膜的 ITO 基材接上負極、全新 ITO 基材接上正極進行通電，使 WO_3 氧化鎢薄膜變色，再次測量在通電後波長 200 奈米到 1100 奈米之間的 WO_3 氧化鎢薄膜光穿透率。

第三階段為第二階段的逆反應，使用電源供應器以 3 伏特、0.15 安培供電，將鍍有氧化鎢薄膜的 ITO 基材接上正極、全新 ITO 基材接上負極進行通電，使 WO_3 氧化鎢薄膜還原，再次測量在通電後波長 200 奈米到 1100 奈米之間的 WO_3 氧化鎢薄膜光穿透率。

DI Water + 清洗用酒精 + 丙酮

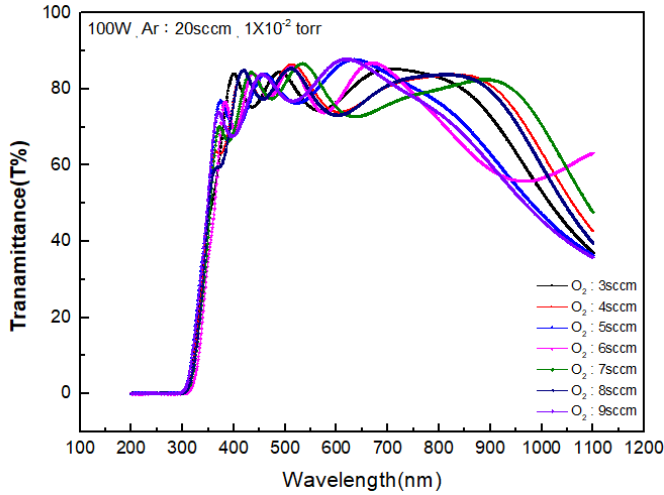


參數設定

功率 (W)	100
氫氣 (sccm)	20
氧氣 (sccm)	3、4、5、6、7、8、9
溫度(°C)	50
工作壓力(torr)	1×10^{-2}

成果：

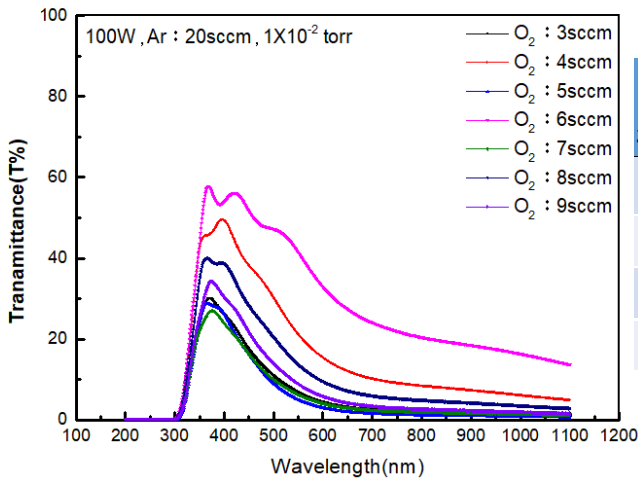
氧化鎢對氧氣流量之未通電穿透率比較



氧氣流量	穿透率	變色
10	78.4%	X
9	80.7%	0
8	79.8%	0
7	78.5%	0
6	80.0%	0
5	81.1%	0
4	80.2%	0
3	80.9%	0

從上圖可知，氧化鎢經過濺鍍後，表現最好的是氧氣流量 5 (sccm)，當氧氣流量到 10(sccm)的時候則變色失敗。

氧化鎢對氧氣流量之著色態時穿透率比較

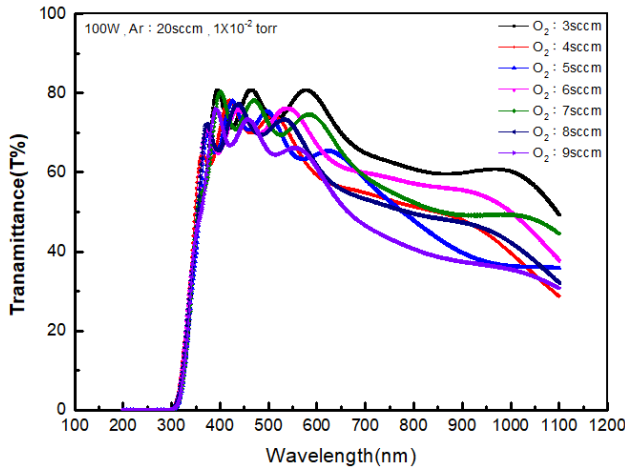


氧氣流量 波長 (nm)	氧氣流量							
	3	4	5	6	7	8	9	
400	26.1%	49.4%	26.2%	54.0%	23.9%	38.5%	30.4%	
470	14.5%	35.5%	13.1%	48.6%	13.4%	25.0%	18.1%	
550	6.9%	21.2%	5.0%	41.4%	6.3%	13.6%	9.0%	
800	2.2%	8.5%	1.2%	20.5%	1.9%	4.8%	2.7%	

波長為400nm(紫外光)、470nm(藍光)、550nm(可見光)、800nm(紅外光)。

從圖可知，氧化鎢在著色態穿透率著色效果最佳之參數為氧氣流量 5sccm。

氧化鎢對氧氣流量之褪色態時穿透率比較



波長(nm)	3	4	5	6	7	8	9
400	79.3%	80.0%	66.69%	65.2%	80.3%	65.8%	73.7%
470	80.5%	70.2%	71.6%	70.4%	78.1%	70.5%	72.0%
550	78.1%	68.1%	64.8%	75.7%	71.6%	71.8%	66.1%
800	60.9%	51.3%	47.9%	57.3%	52.4%	49.5%	40.7%

波長為400nm(紫外光)、470nm(藍光)、550nm(可見光)、800nm(紅外光)。

從圖可知，氧化鎢在著色態穿透率去色效果最佳之參數為氧氣流量 5sccm。

結論：

對於這一次的電致變色畢業專題，研究過程中必須嘗試許多不同的參數，其中包括了氧氣與氫氣的流量、作用的功率與壓力、溫度以及時間，這幾項數據只要有些微的變動就會影響鍍膜的厚度與緻密程度，而鍍膜的厚度與緻密程度也會進而影響其透光率及變色效果，所以從調配參數到反應結果可以說是一點也不得馬虎。以下至此我們整理出數項有關電致變色的研究結論：

一、穿透分析結果顯示，在濺鍍功率100W、工作壓力 1×10^{-2} torr、溫度50°C、氫氣流量20sccm時氧氣流量越小，其變色效果越佳。

二、根據氧氣流量多寡會影響濺鍍薄膜厚度，進而影響變色效果。

三、根據氧氣流量多寡會影響薄膜緻密程度。

四、根據氧氣流量多寡會影響薄膜電阻值。

五、根據氧氣流量對電阻值大小會影響能否變色。

數據方面的話，我們所嘗試的參數其實可以再延伸多出兩、三組，進而獲得更多的結果可以做對比，使研究結果更完整、豐富，但礙於時間有限，我們採用了最適合的區段數據來做研究，也得到了預期中的成果。

電致變色此項技術已經被各大電子產業視為未來需著重發展的一塊，但目前所面臨最大的問題即是製作成本相較頗高，我們認為倘若日後研究出能夠降低製作成本的材料以及製造機械大量產出，電致變色技術一定能夠更深入民間，做到更全面的應用，為大家的生活增添便利。