

# 以雙步驟電漿電解 氧化程序控制技術提升TCP/HA結構比例於CP鈦基材

逢甲大學 材料科學與工程學系 電化學實驗室  
指導教授：梁辰睿 副教授  
組員：王霆皓、賴婷焯

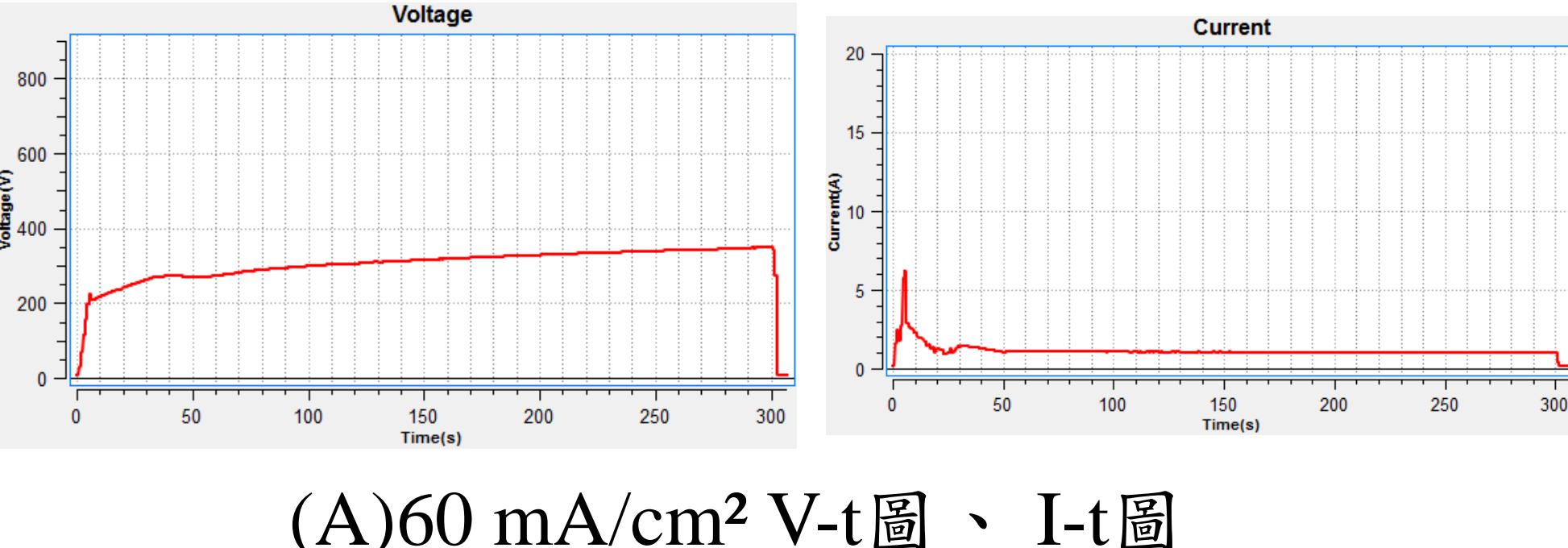
## Abstract 摘要

隨著科技的增長，人均壽命的上升造成老年化的社會，使生醫材料的研發成為近年來備受矚目的研究領域。其中，植入材料與組織間的交互作用，受到基材生成之膜層的特性影響，使得膜層的結構尤其關鍵。本研究利用雙程序控制PEO技術進行表面改質。PEO製程可有效形成生醫材料所需之多孔氧化膜。實驗使用電源模式DC mode，其電供控制為雙階段，比較雙階段中不同電壓電流參數，對製備二氧化鈦膜層結構比例的影響，期望在控制孔洞密度、大小及提升TCP/HA結構的比例上，獲得最有利於細胞附著之特徵。

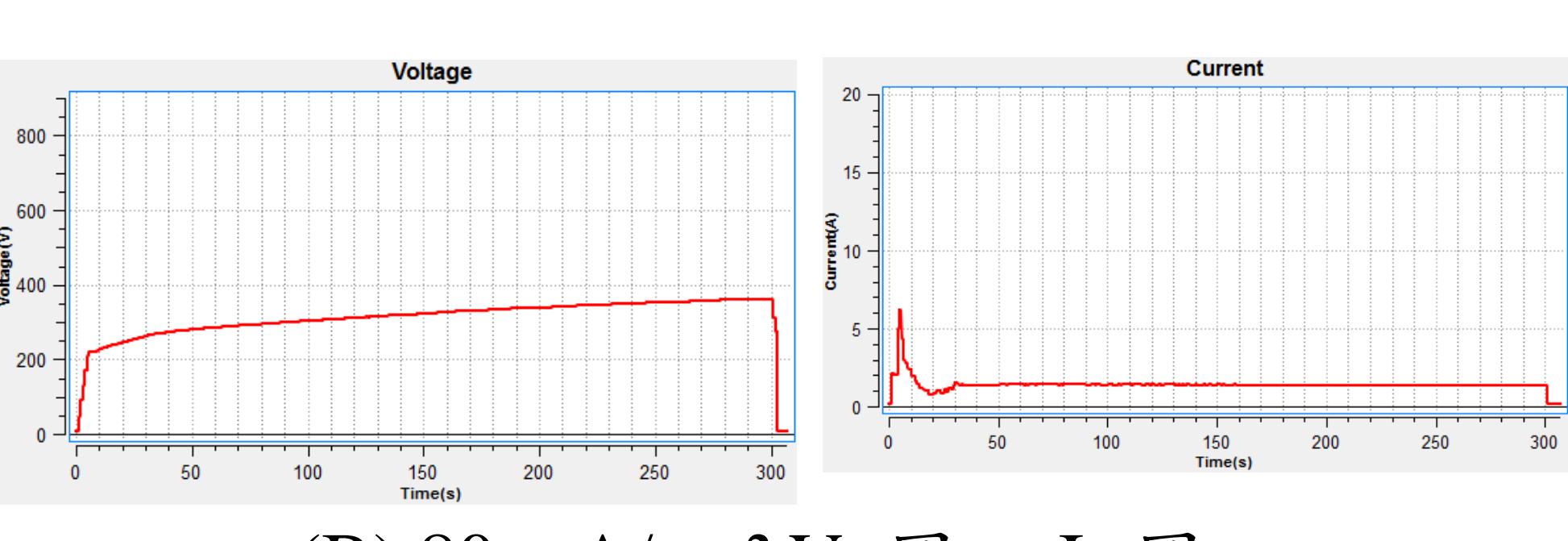
## Objectives 研究目標

- 嘗試在不同的電流密度設定下，觀測膜層表面微觀形貌與結晶結構相。
- 不同電流密度對與膜層孔徑孔隙率之影響
- 觀測在不同電流密度設定下，對鈣磷成分增長之影響。

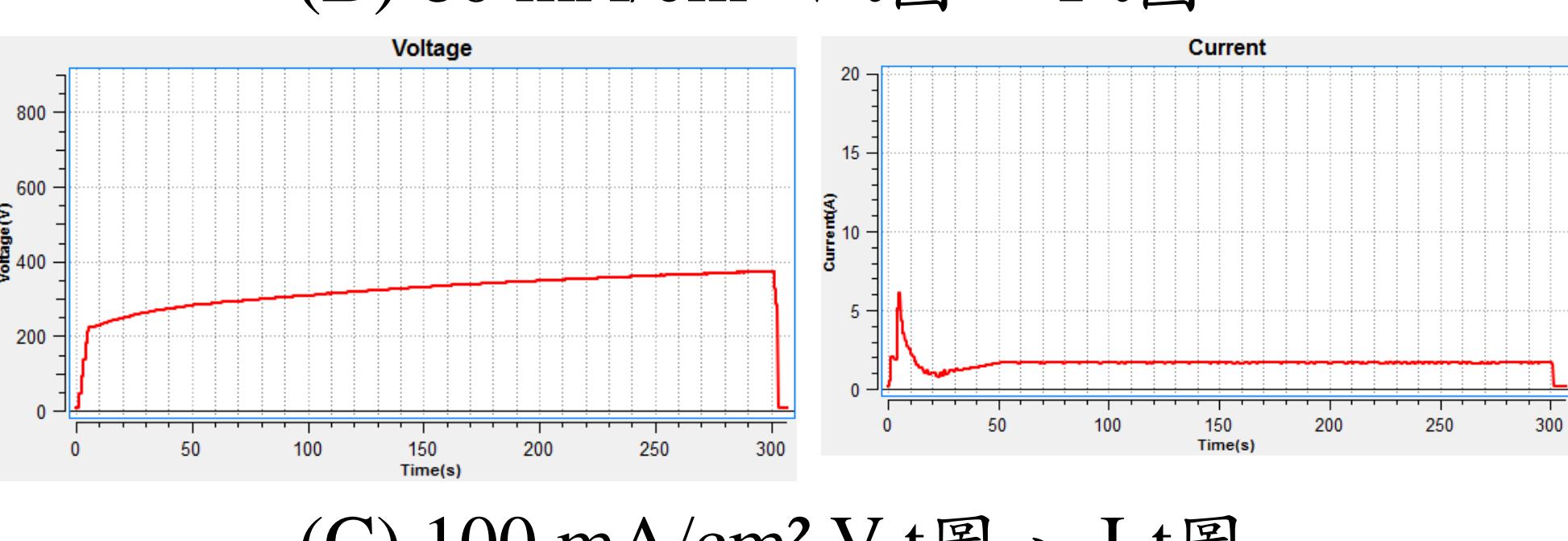
## Section1 二階段電源監控



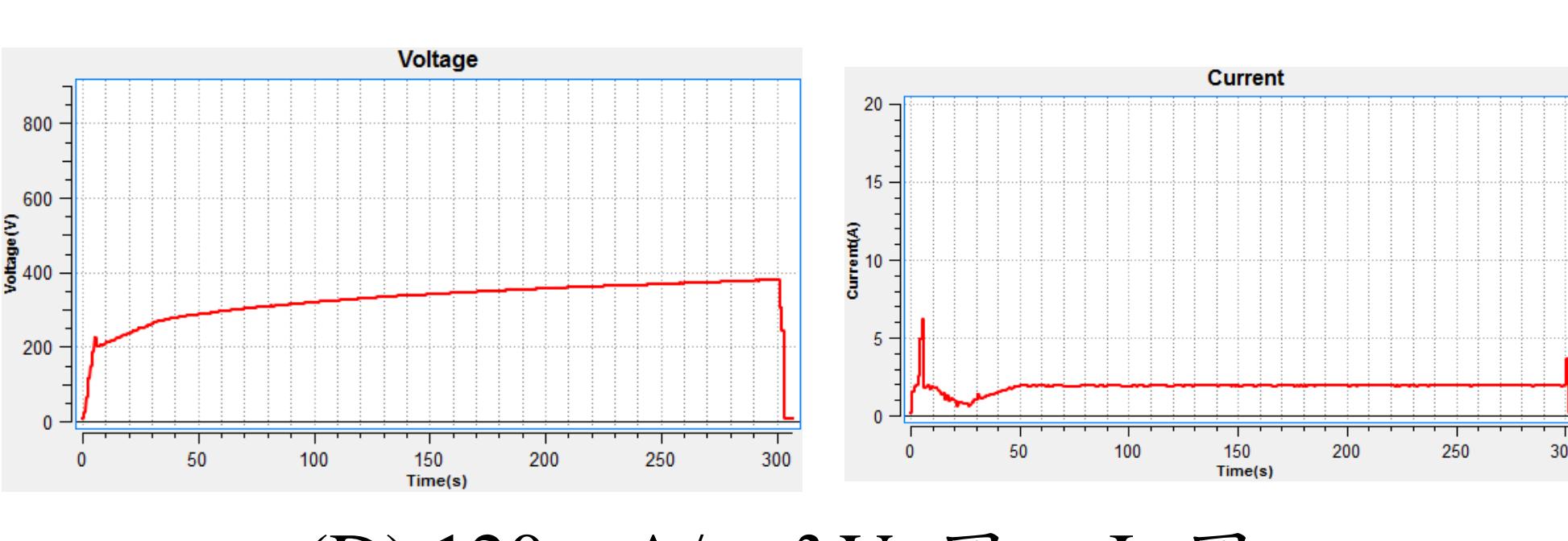
(A) 60 mA/cm<sup>2</sup> V-t圖、I-t圖



(B) 80 mA/cm<sup>2</sup> V-t圖、I-t圖



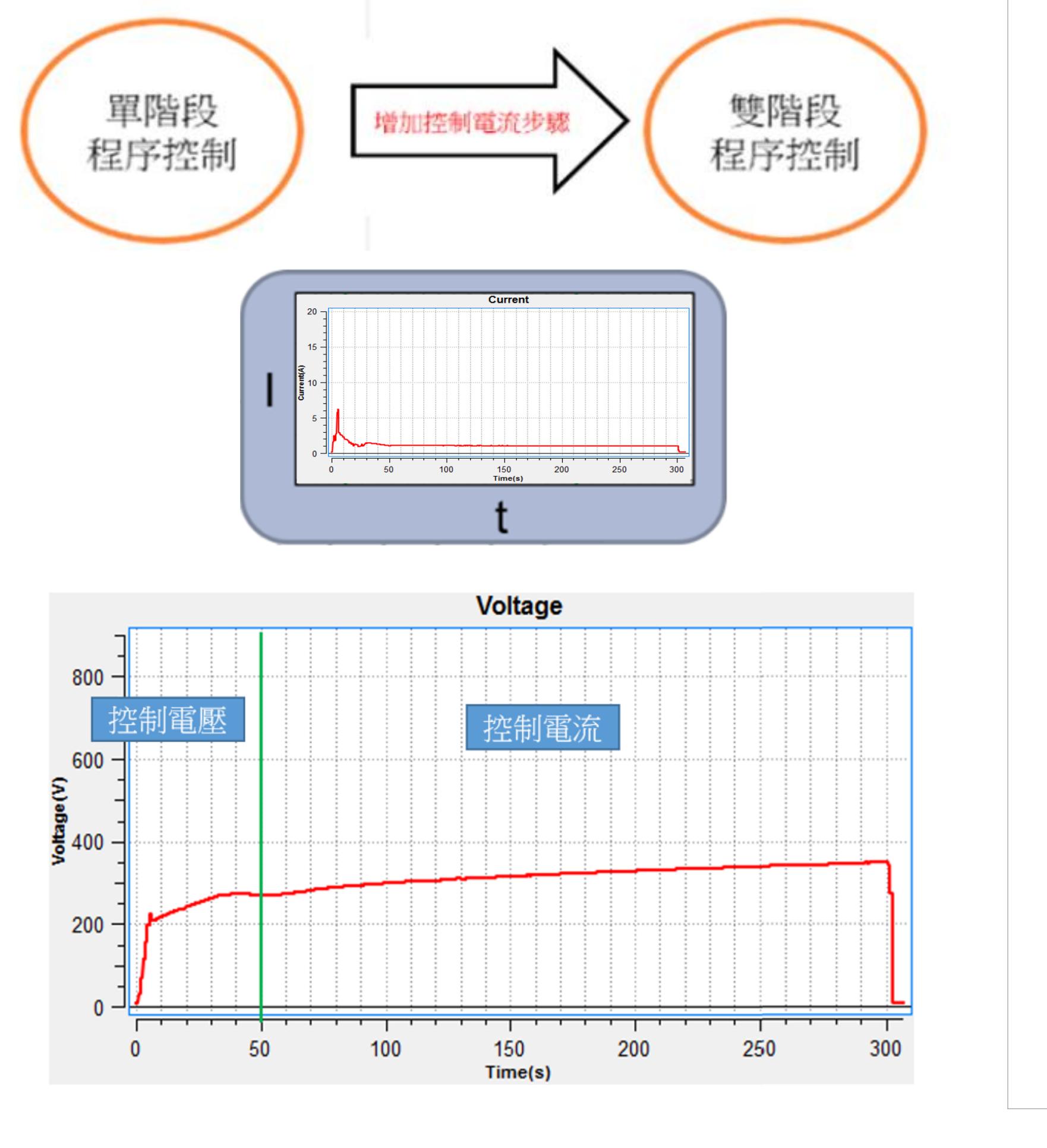
(C) 100 mA/cm<sup>2</sup> V-t圖、I-t圖



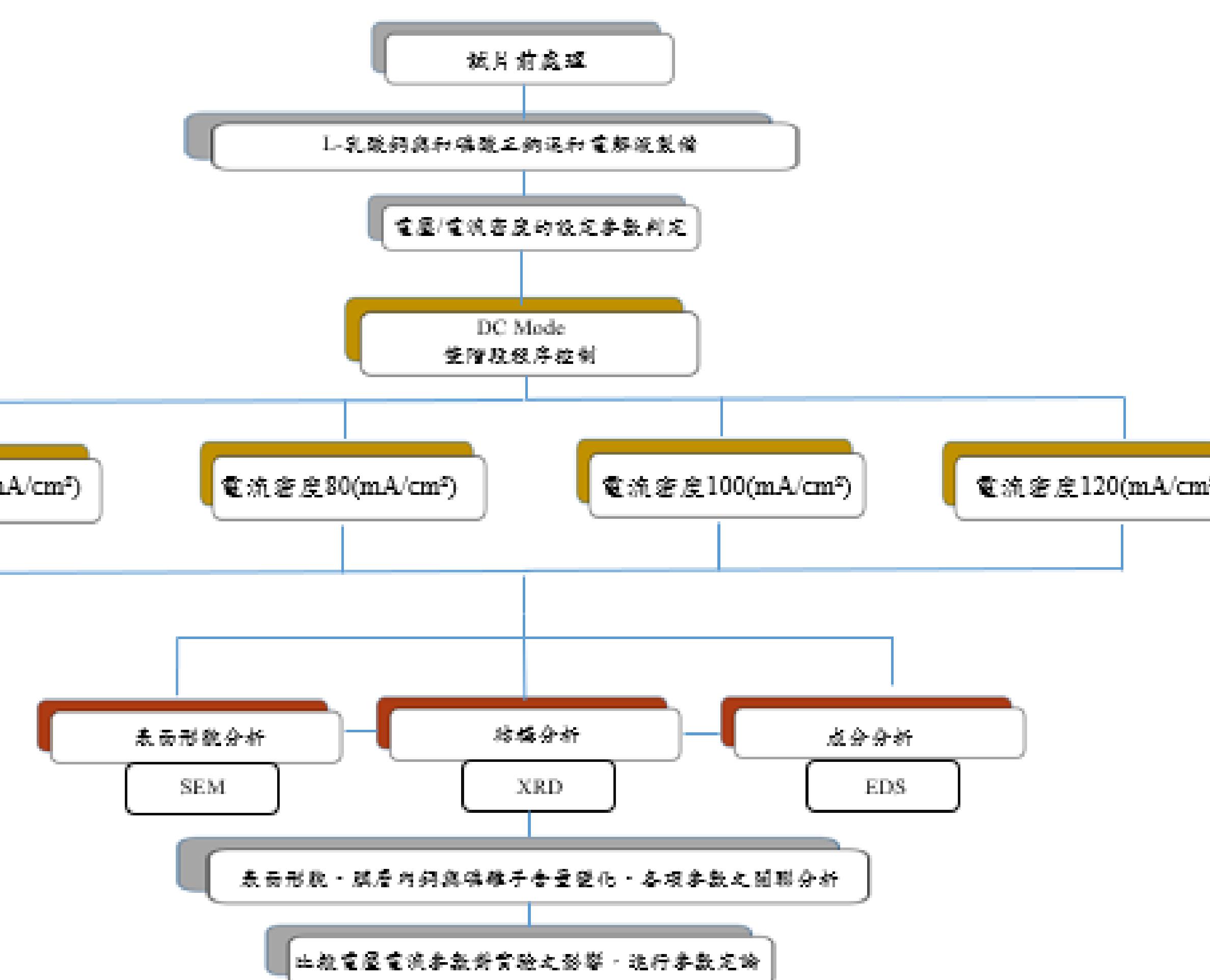
(D) 120 mA/cm<sup>2</sup> V-t圖、I-t圖

分析	第二階段	實驗值
試片編號	最高電壓	電流(A)
0.9A(60 mA/cm <sup>2</sup> )	347.984	1.06
1.2A(80 mA/cm <sup>2</sup> )	362.596	1.38
1.5A(100 mA/cm <sup>2</sup> )	373.774	1.65
1.8A(120 mA/cm <sup>2</sup> )	380.119	1.89

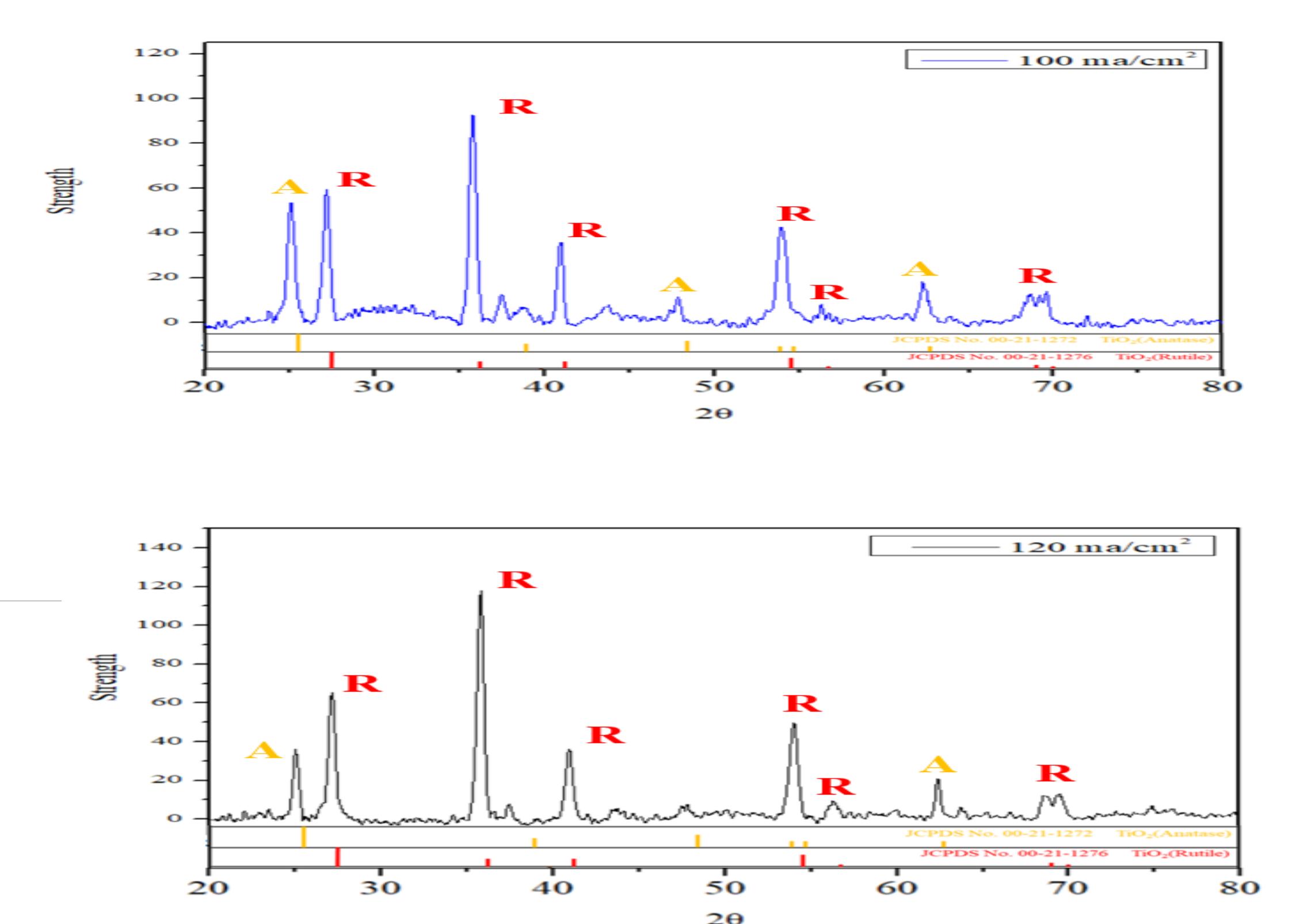
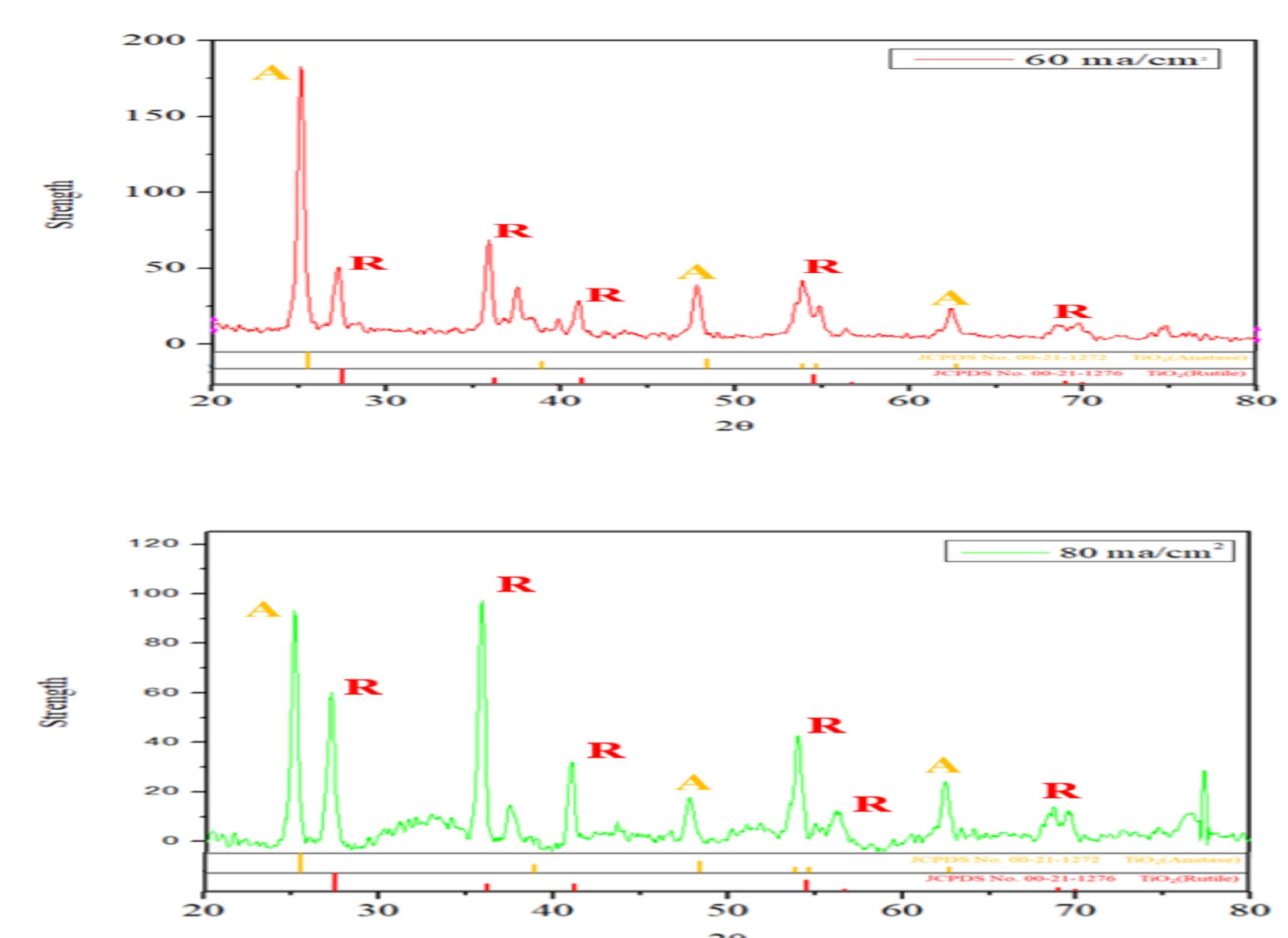
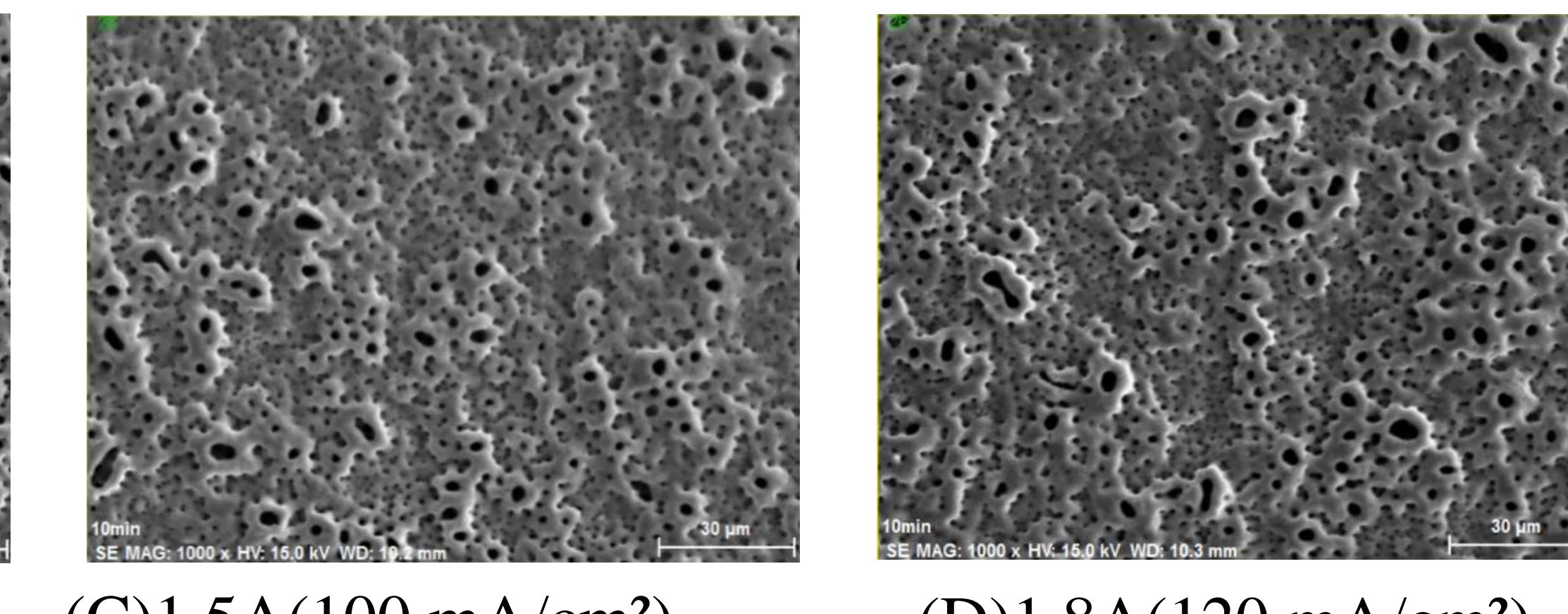
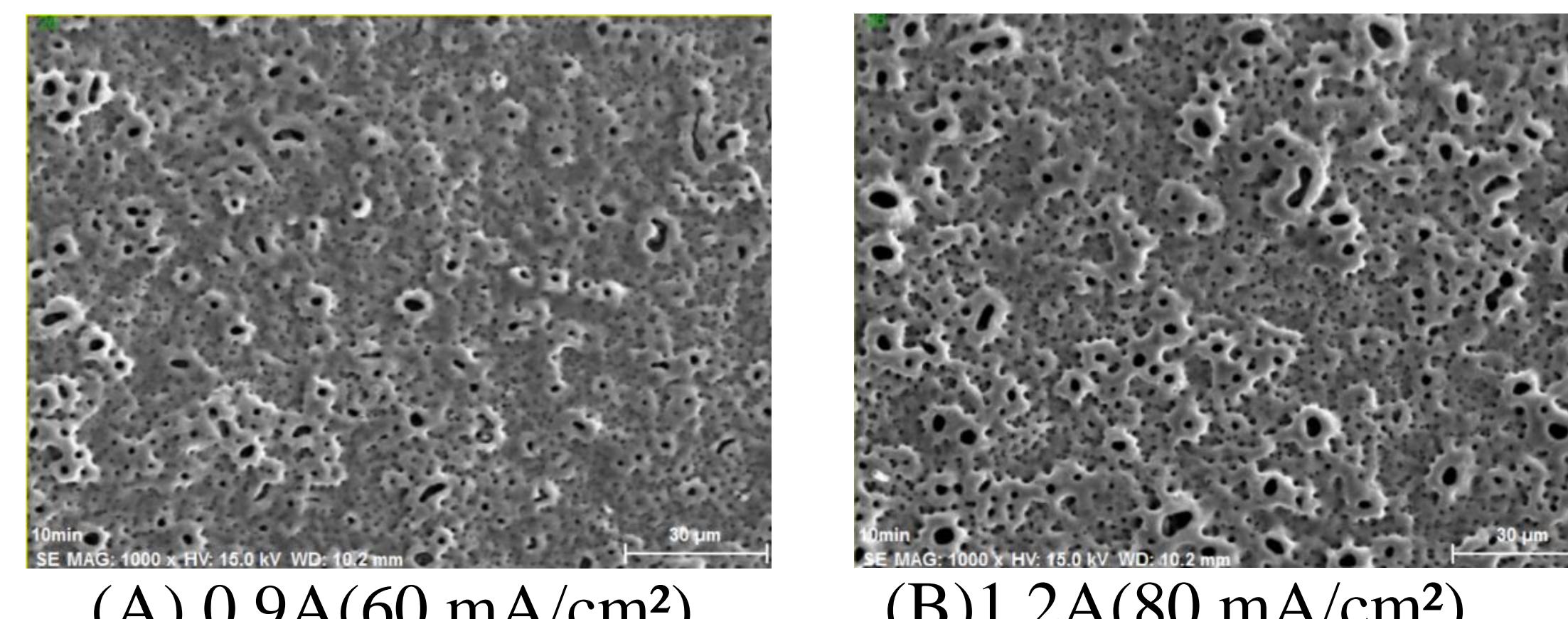
## 設計理念與生長機制預測



## Experiment process 實驗流程



## Section2 表面形貌與EDS(Ca/P比)分析



## 結論

- 從雙階段程序控制實驗之SEM圖與image J量化分析後的孔徑孔隙率可以證實，透過調整電流密度與階段控制可進一步控制PEO膜層表面形貌，電流密度的提升相對孔徑大小、孔隙率有著正相關的影響；對於孔徑孔隙率的變化，電流密度是否為其單一影響值，未來會透過更多實驗去釐清。
- 根據金紅石相的晶體特性，需高溫和高能量才能產生良好抗蝕性、耐磨性的金紅石相，而隨著能量提給予的越多，整體金紅石相的占比有顯著的提升，而銳鈦礦之佔比則是隨之下降，對於提供的能量不同則會造成此膜層結構佔比之差異。
- 從EDS分析觀測磷成分含量隨著電流密度的增加而下降的使鈣磷成分比例有逐漸上升的趨勢，因此可得知可以透過設定電流密度來調整使鈣磷比達到理想值。

	O K <sup>+</sup>	P K <sup>+</sup>	Ca K <sup>+</sup>	Ti K <sup>+</sup>	Total	Ca/P <sup>+</sup>
60 mA/cm <sup>2</sup>	71.48 <sup>+</sup>	1.19 <sup>+</sup>	0.95 <sup>+</sup>	26.38 <sup>+</sup>	100% <sup>+</sup>	0.79 <sup>+</sup>
80 mA/cm <sup>2</sup>	71.02 <sup>+</sup>	0.89 <sup>+</sup>	1.33 <sup>+</sup>	26.75 <sup>+</sup>	100% <sup>+</sup>	1.49 <sup>+</sup>
100 mA/cm <sup>2</sup>	70.91 <sup>+</sup>	0.69 <sup>+</sup>	1.27 <sup>+</sup>	27.13 <sup>+</sup>	100% <sup>+</sup>	1.84 <sup>+</sup>
120 mA/cm <sup>2</sup>	70.69 <sup>+</sup>	0.55 <sup>+</sup>	1.07 <sup>+</sup>	27.69 <sup>+</sup>	100% <sup>+</sup>	1.95 <sup>+</sup>

## Acknowledgement 致謝

- 逢甲大學材料科學與工程學系
- 逢甲大學共同貴重儀器中心

- [1]洪維強（2008年）。多孔鈦基植入物的生物相容性研究。台北醫學大學學生醫材暨工程研究所學位論文  
[2]張國樸（2013）。生醫用鈦合金之應用研究，生物相容性特徵。台北醫學大學醫療器材產業碩士專班  
[3]陳泰盛,賴宏仁,呂明生,劉武漢／工研院材化所,黃偉欽／工研院雷射中心；蔡佩宜／工研院生醫所（2020年）。生物活性塗層材料技術發展，M材料世界網。  
[4]楊正昌,胡信泰,吳宏達,李勝揚（2009年）。提昇植牙成功率的新型，成骨骨填補材之研發與應用。臨床牙醫植體學報,台灣牙醫植體學會出版。  
[5]M. Yadi, H. Esfahani, M. Sheikhi, M. Mohammadi. (2020). CaTiO<sub>3</sub>-TCP coatings on CP-Ti prepared via electrospinning and pulsed laser treatment for in-vitro bone tissue engineering., Surface and Coatings Technology, 401, 126256.  
[6]M. Kaseem, Y.G. Ko. (2019). Effect of starch on the corrosion behavior of Al-Mg-Si alloy processed by micro arc oxidation from an ecofriendly electrolyte system., Bioelectrochemistry, 128, 133-139.  
[7]L. Wang, L. Chen, Z. Yan, W. Fu. (2010). Optical emission spectroscopy studies of discharge mechanism and plasma characteristics during plasma electrolytic oxidation of magnesium in different electrolytes., Surface and Coatings Technology, 205, 1651-1658.  
[8]L.O. Snizhko, A.L. Yereshkin, A. Pilkington, N.L. Gurevina, D.O. Misnyankina, A.Leyland, A. Matthews. (2004). Anodic processes in plasma electrolytic oxidation of aluminium in alkaline solutions., Electrochimica Acta, 49, 2085-2095.  
[9]M. Kaseem, S. Fatimah, N. Nashrah, Y. GunKo. (2020). Recent progress in surface modification of metals coated by plasma electrolytic oxidation: Principle, structure, and performance., Progress in Materials Science., 100735.  
[10]S. Kumar, R. Singh, B. L. Sethi. (2009). Surface modification by electrical discharge machining: A review., Journal of Materials Processing Technology, 209, 3675-3687.  
[11]維基百科-生物醫學工程/生物工程  
[12]王孟祺（2018年）。白內障：196篇關於白內障的病因、症狀、檢查、治療、手術、人工水晶體以及術後照護的問題。臺北市：晨星出版有限公司。  
[13]奇光化學有限公司（2014年）。何謂含浸加工？摘取自網路文章  
[14]翰泰凌企業有限公司 - 含浸封孔。摘取自網路文章  
[15]Sundararajan, G. Krishna, R.L. (2003). Mechanisms underlying the formation of thick alumina coatings through the MAO coating technology., Surf. Coat. Technol., 167(2-3), 269-277.  
[16]Sul, Y.T. Johansson, C.B. Petronis, S. et al. (2002). Characteristics of the surface oxides on turned and electrochemically oxidized pure titanium implants up to dielectric breakdown : the oxide thickness, micropore configurations, surface roughness, crystal structure and chemical composition., Biomaterials, 23(2), 491-501.  
[17]S. Moniri, Javadhesari, S.Alipour, M. R. Akbarpour. (2019). Microstructural characterization and enhanced hardness, wear and antibacterial properties of a powder metallurgy SiC/Ti-Cu nanocomposite as a potential material for biomedical applications. Ceramics International, 45(8), 10603-10611.  
[18]YeroKhin, A. L. Nie, X. Leyland, A. et al. (1999). Plasma electrolysis for surface engineering. Surf. Coat. Technol., 122(2-3), 73-93.