

Fabrication and Characterizations of Coin Cell Supercapacitors Based on MoS₂/PPy/SWCNTs Composite Films

Abstract

二硫化鉬/聚吡咯/單壁奈米碳管複合薄膜應用於鈕扣電池型超級電容器之研究與製備

超級電容器是一種新的能量儲存元件，具有穩定快速充放電、高功率密度和能量密度等優點。本研究之超級電容器，使用本實驗室開發分散二硫化鉬的方法，製備出具有大表面積且與石墨烯的層狀結構相似的二硫化鉬奈米片，結合高穩定、良好偽電容性質的聚吡咯，利用正壓過濾製膜技術製備出三維結構的複合膜，以及使用在封裝時無漏液情形等優勢的 PVA / H₂SO₄ 製作的固態電解液，搭配廣泛應用的鈕扣電池，製作成高應用價值的鈕扣電池型超級電容。

Result

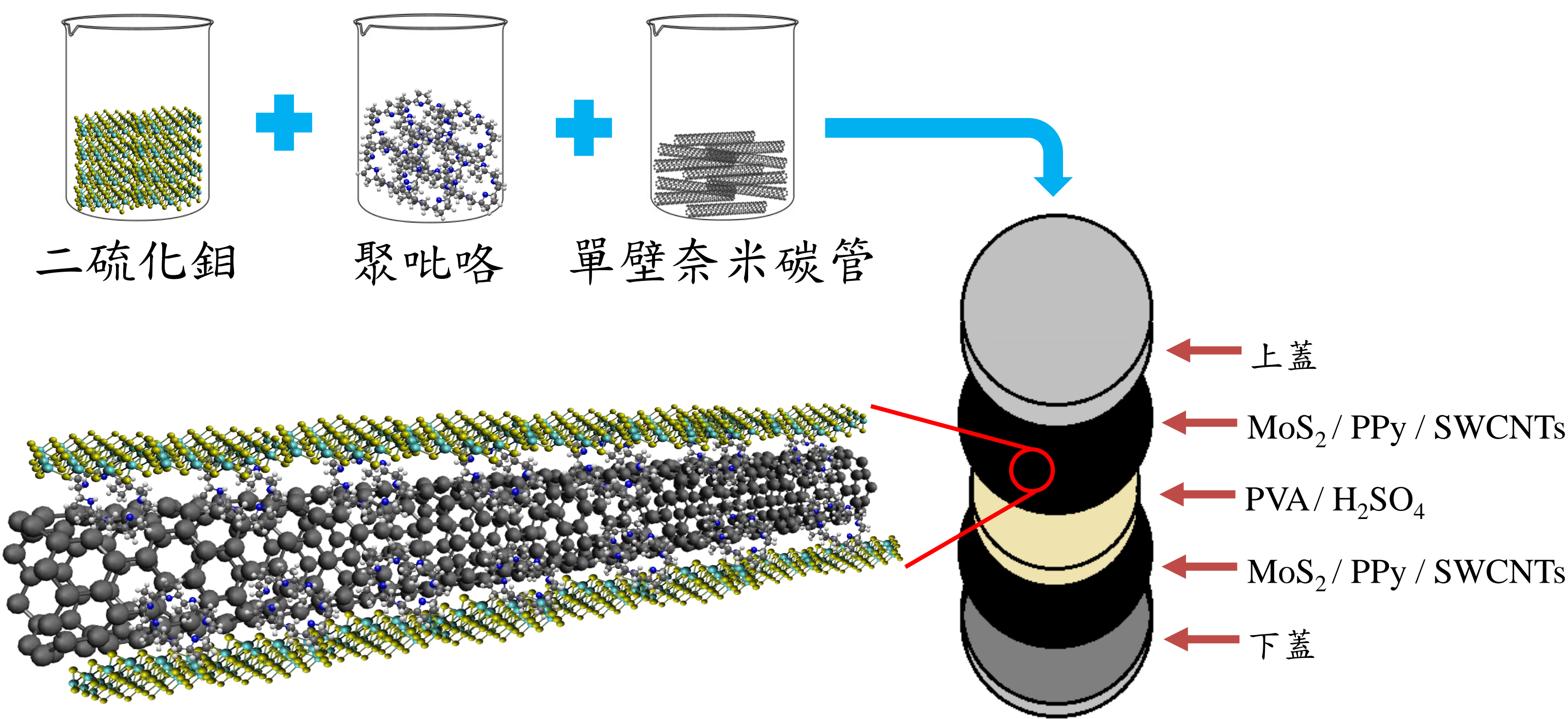


Figure 1. 製備複合膜實驗流程、材料間堆疊及組裝過程機制圖

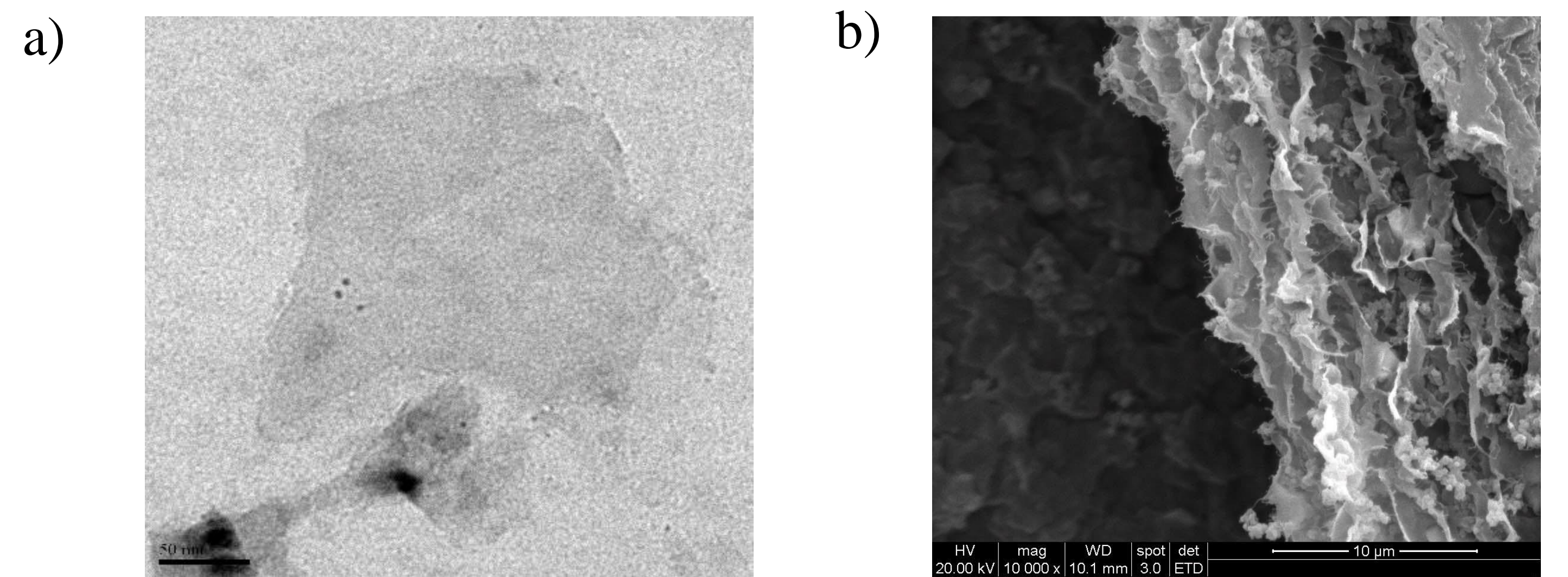


Figure 2. 電子顯微鏡圖 (a) 穿透式顯微鏡 (a) 掃描式顯微鏡

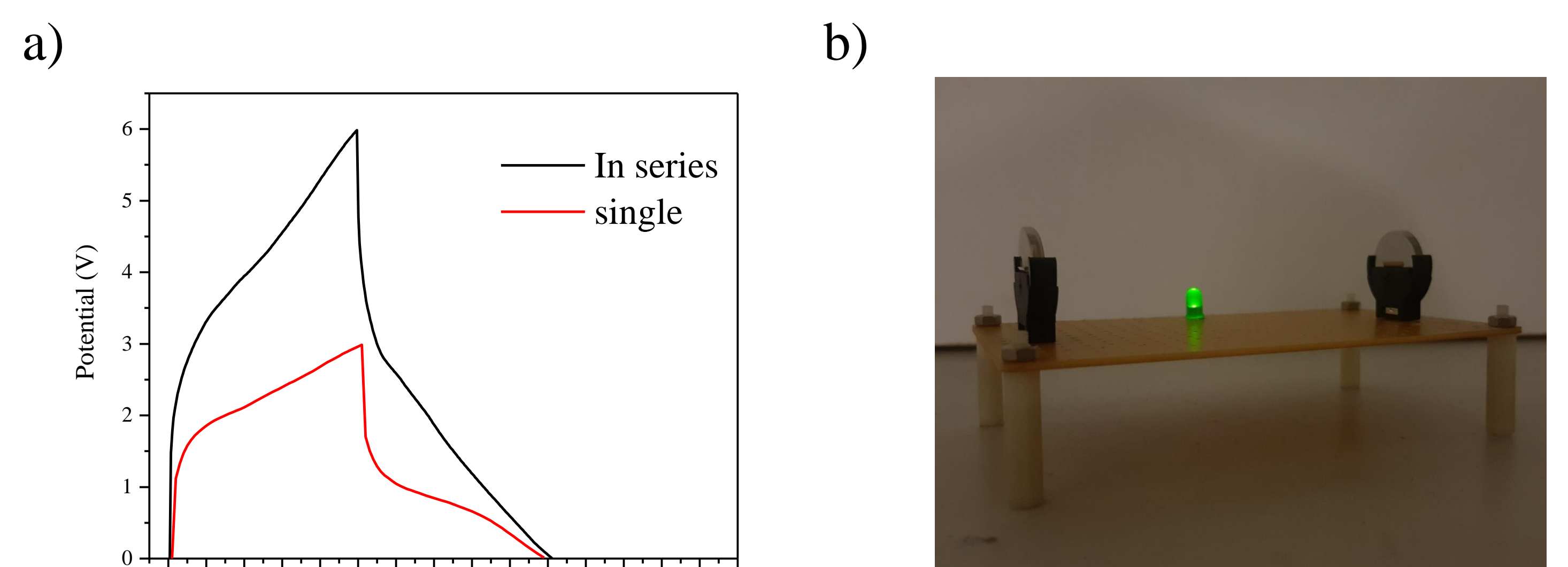


Figure 4. 鈕扣電池型超級電容的串聯測試

(a) 50 mA/cm² 電流密度下串聯 2 組的恆電流充放曲線
(b) 鈕扣電池型超級電容串聯測試實際圖

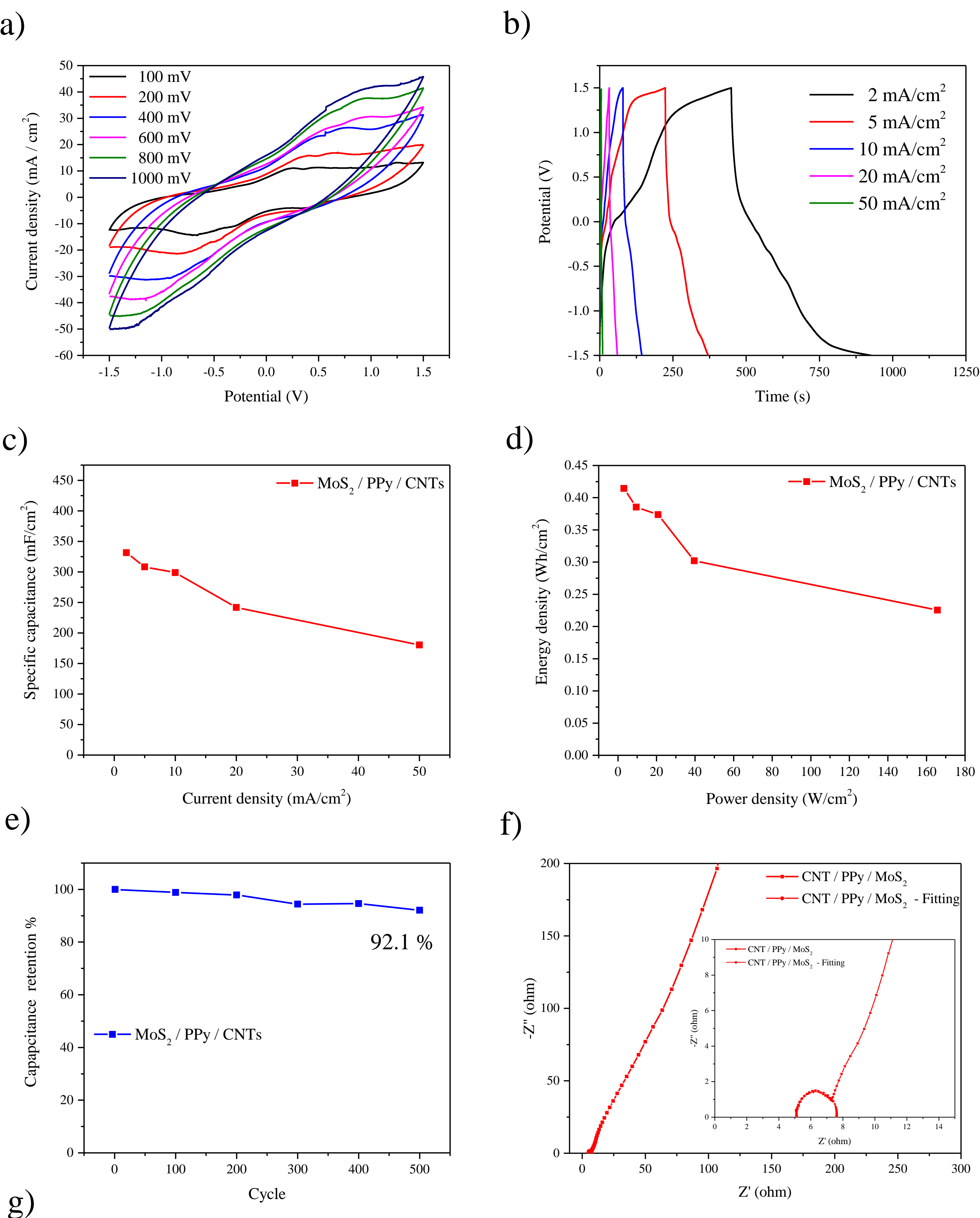


Figure 3. 鈕扣電池型超級電容

(a) 不同毫伏掃速下的循環伏安法曲線
(b) 在 2~50 mA/cm² 不同的電流密度下的恆電流充放曲線
(c) 在不同電流密度下的比電容值
(d) 能量密度和功率密度分布圖 (Ragone plot)
(e) 在 50 mA/cm² 恆定電流密度下 500 次充放電循環
(f) 鈕扣電池型超級電容能斯奎特圖
(g) 鈕扣電池型超級電容真實樣品圖

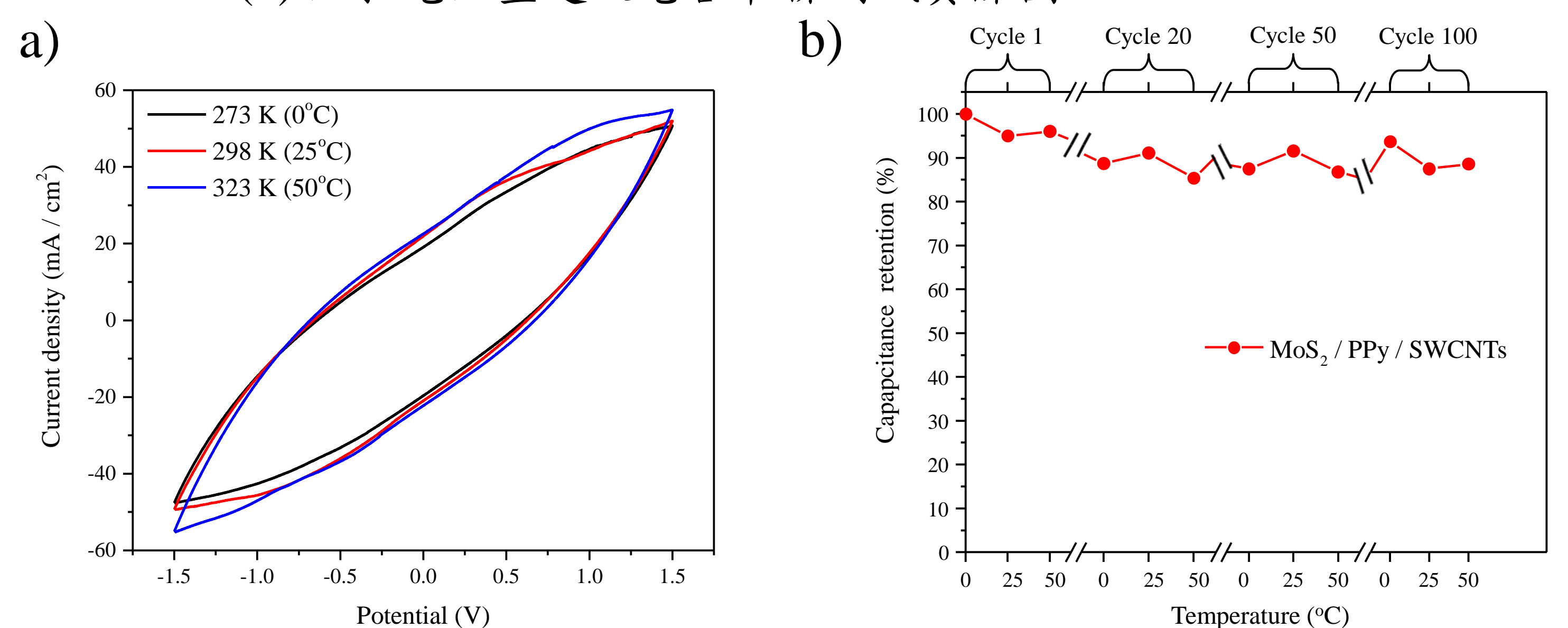


Figure 5. 鈕扣電池型超級電容的溫度測試

(a) 在不同溫度下進行 1V/s 循環伏安圖 (b) 連續變溫電容保持率

Table 1. 二硫化鉬、聚吡咯和單壁奈米碳管複合材料單位電容及穩定性比較

Materials	Current density	Specific capacitance	Stability	Ref.
MoS ₂ /PPy/SWCNTs	2 mA/cm ²	331 mF/cm ²	92.1% (500 cycles in 50 mA/cm ²)	This work
MoS ₂	2 mA/cm ²	114.5 mF/cm ²	80% (400 cycles in 3 mA/cm ²)	ACS Omega 2018, 3, 12, 17466-17473
Er-GO/PPy	0.5 mA/cm ²	216 mF/cm ²	91.3% (1000 cycles in 3 mA/cm ²)	RSC Adv 2015, 5, 102643-102651
CNT/Co ₃ O ₄	0.053 mA/cm ²	52.6 mF/cm ²	91% (1000 cycles in 0.212 mA/cm ²)	Small 2015, 11, 7, 854-861

Conclusion

本研究選擇實驗室開發分散二硫化鉬的方法，結合奈米碳管和自行合成的聚吡咯，並以正壓過濾製成複合膜。將複合膜製作成鈕扣電池型超級電容，在 2 mA/cm² 電流密度下，其電容值為 331 mF/cm²，經過在 50 mA/cm² 電流密度充放電循環 500 次後，其電容的維持率為 92.1%，將其串聯後可提升電容值，搭配廣泛應用的鈕扣電池，大幅增加其應用性質。