

112材料工程系大學部 實習成果觀摩競賽



專業
主題

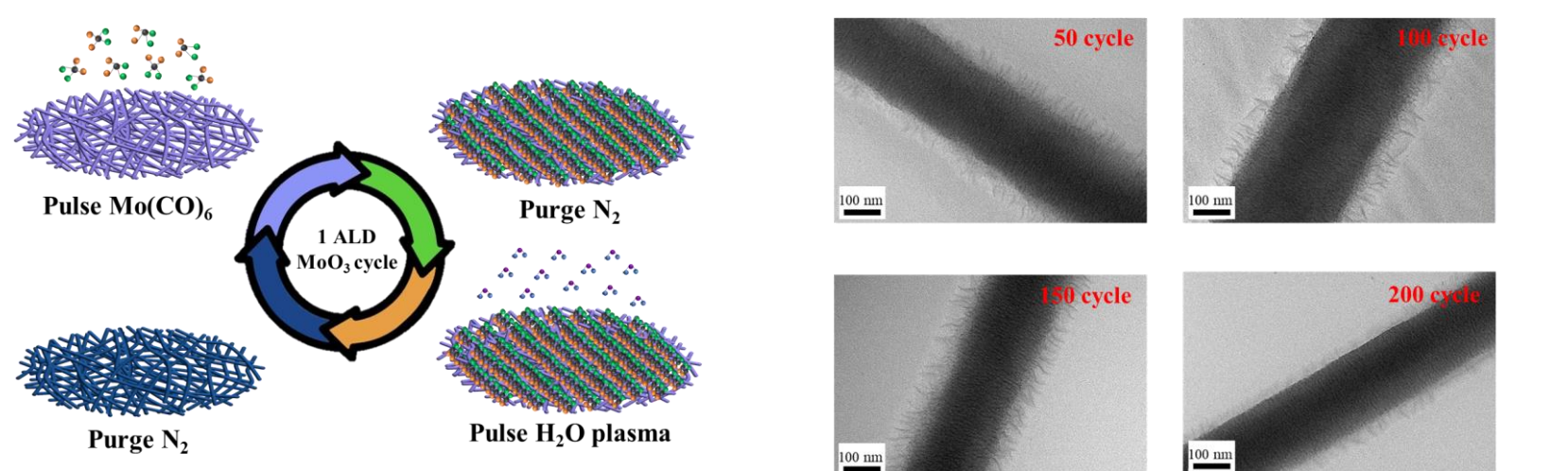
MoO₃/PVDF-HFP奈米纖維膜用於摩擦奈米發電機及SERS

內容
摘要

摩擦奈米發電機 (Triboelectric nanogenerator, TENG) 是一種可持續的再生能源技術，可將機械能轉化為電能，供各種智慧感測器使用。本研究採用靜電紡絲技術來生產 PVDF-HFP 奈米纖維。為了有效增強摩擦層的電性輸出，本實驗利用原子層沉積 (Atomic layer deposition, ALD) 技術將無機半導體材料 (MoO₃) 沉積到 PVDF-HFP 奈米纖維薄膜上。這個過程不僅改變了奈米纖維的表面形態，而且增強了摩擦產生的電荷的捕獲和儲存，且電壓和電流密度可達 1754 V 和 1.43 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 。該過程簡單及品質穩定，代表了一種提高摩擦奈米發電機電性輸出的新方法。此外，我們還發現摩擦層上的 MoO₃ 不僅具有優越的電性輸出，還具有表面增強拉曼散射 (Surface-Enhanced Raman Scattering, SERS) 的潛力，測量 R6G 其 SERS 訊號可達 10^{-6} M。本研究開發的材料可同時用於摩擦奈米發電機作為能量轉換裝置和 SERS 感測器。此研究為綠色能源和分析化學領域提供了新的可能性，同時也可將其應用於電容充電、LED 及作為感測器等。

材料表徵

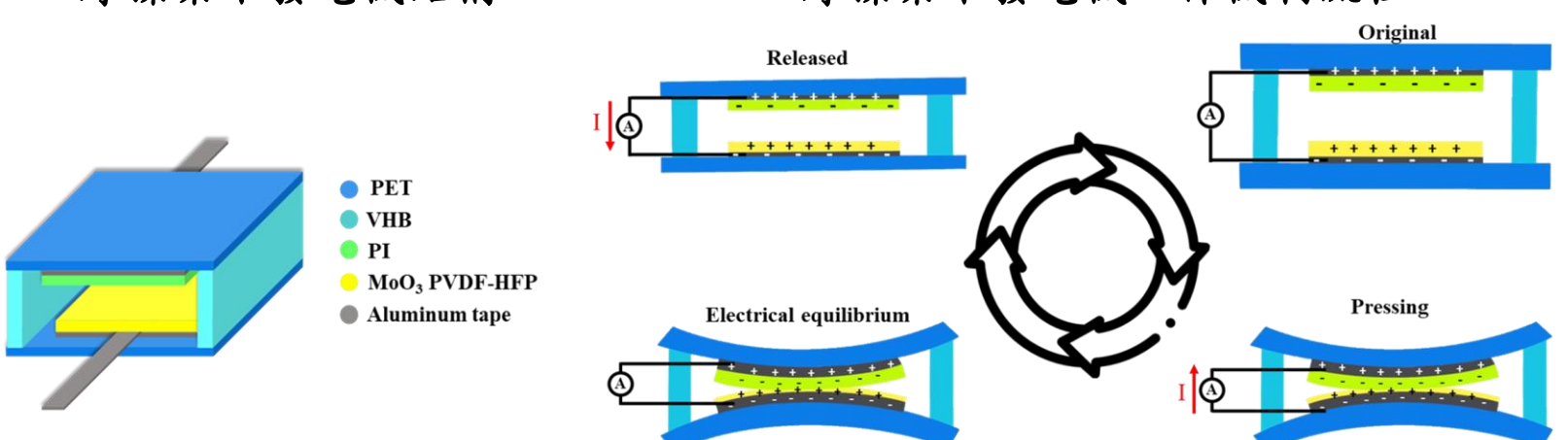
- 原子沉積 (ALD) 循環步驟
- 不同原子沉積循環數的 TEM 表面形態



- ALD 的步驟是經由脈衝及清除使前驅物在這重複的動作下沉積於奈米纖維薄膜上，且在不同循環下其表面形態，會有些許的不同，而在 150 循環下沉積出的絨毛相較於其他循環下更為完整，進而影響電性輸出的表現。

TENG 工作原理

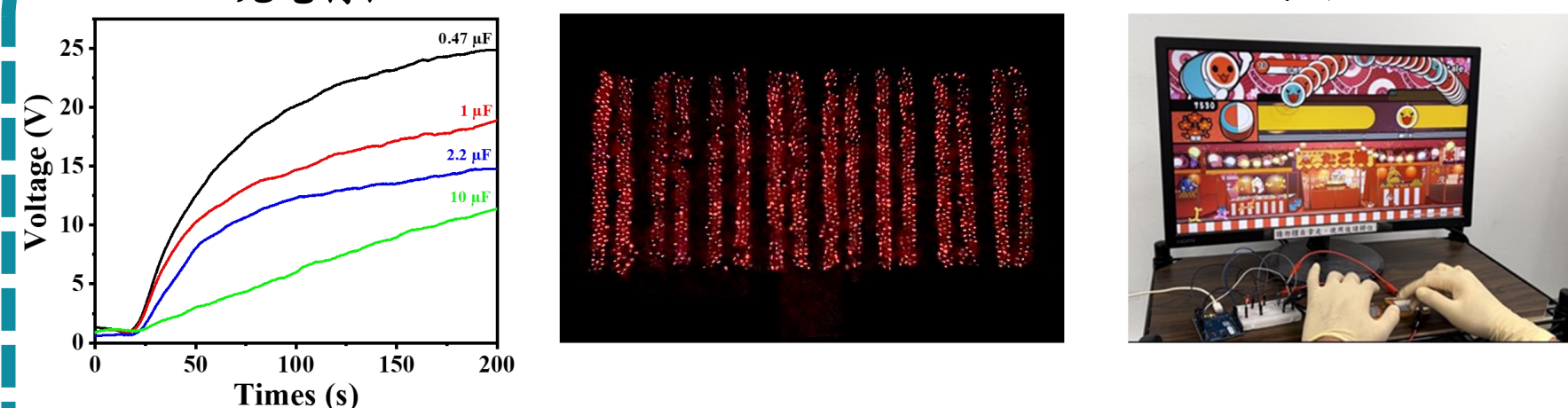
- 摩擦奈米發電機結構
- 摩擦奈米發電機工作機制流程



- 製備完成的摩擦奈米發電機，可透過施加外部壓力，使摩擦層彼此接觸，從而在摩擦表面上，系統達到電荷平衡。通過這種特性，我們可以持續施加和釋放產生相等且相反的電荷。當壓力逐漸減小時，兩個摩擦層分開，並於電極之間產生電位差，驅動電子流動。當兩個摩擦層再次接觸，電位差消失。持續上述動作，從而產生週期性的連續電能輸出。

應用領域

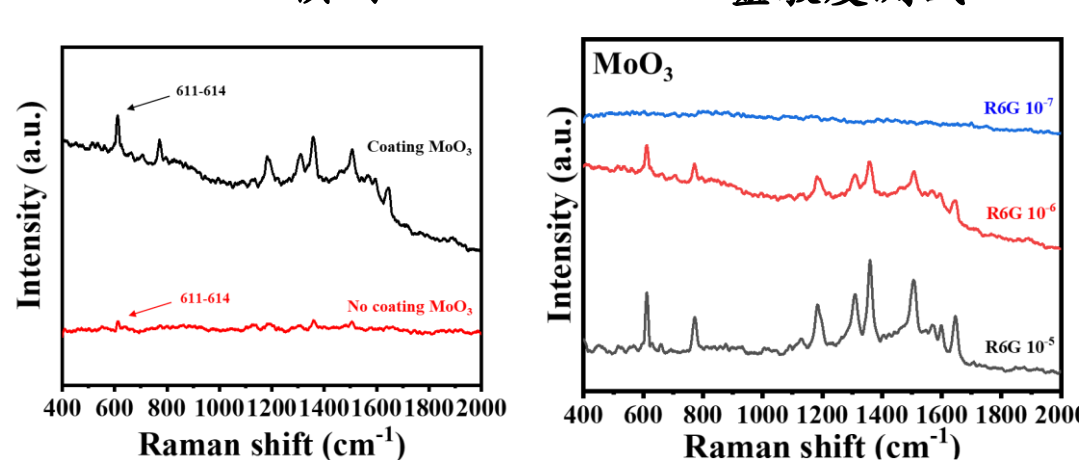
- 充電特性
- LED
- 感測器應用



- 在最佳工作條件下，0.47 μF 電容器可透過整流器充電 200 s，將電容器電壓充電至接近 25 V。
- 透過重複接觸，可以點亮 2000 個 LED 燈，另外可以將此設備與 Arduino 結合起來，利用其高靈敏度的特性作為鍵盤來運行小遊戲。

SERS

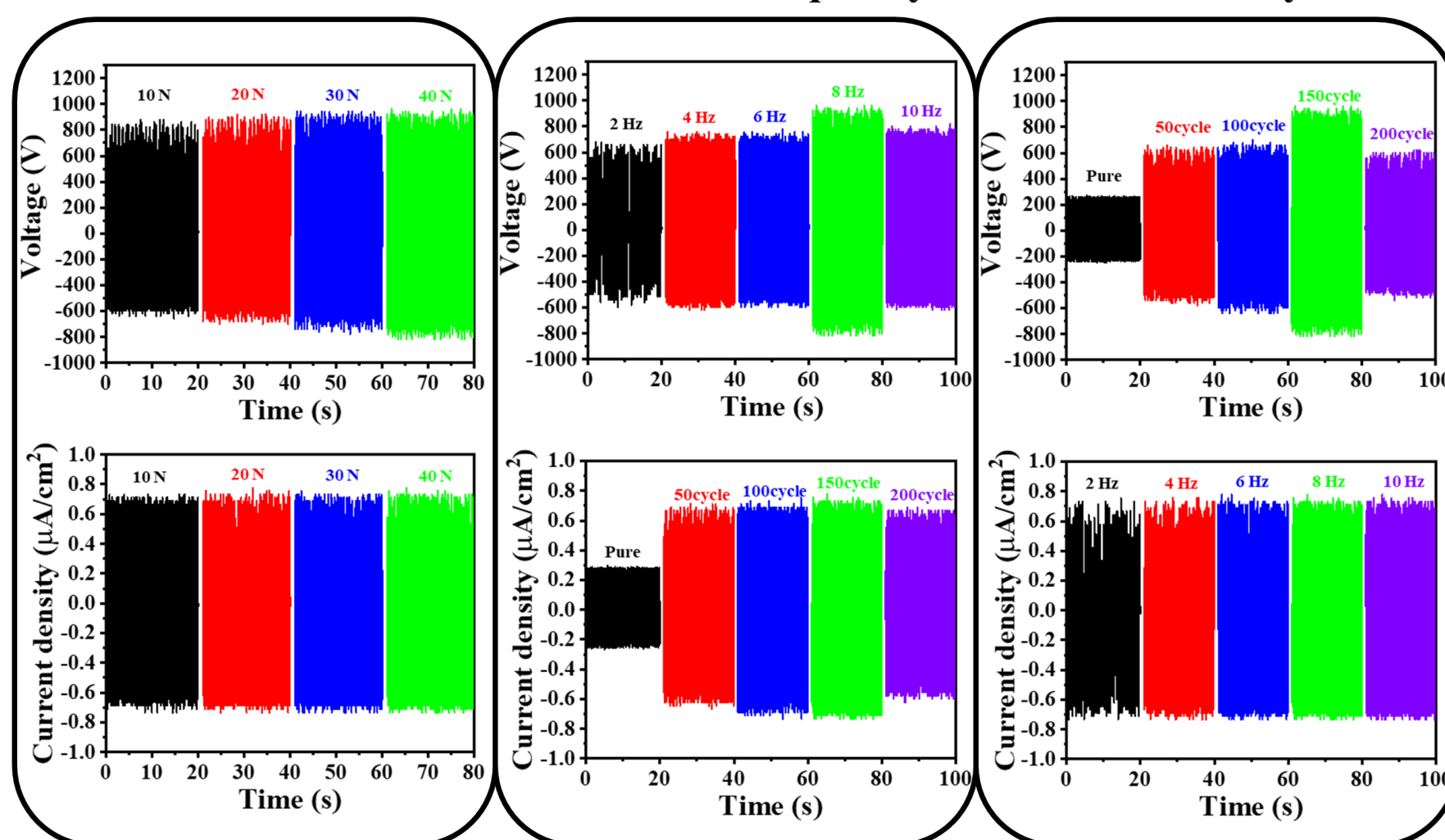
- R6G 偵測
- 靈敏度測試



- 比較使用及未使用沉積 MoO₃ 兩種情況對 SERS 訊號強度的影響，而沉積後其強度明顯優於未沉積。
- 沉積 MoO₃ 後，測量 R6G 其 SERS 訊號可達 10^{-6} M。

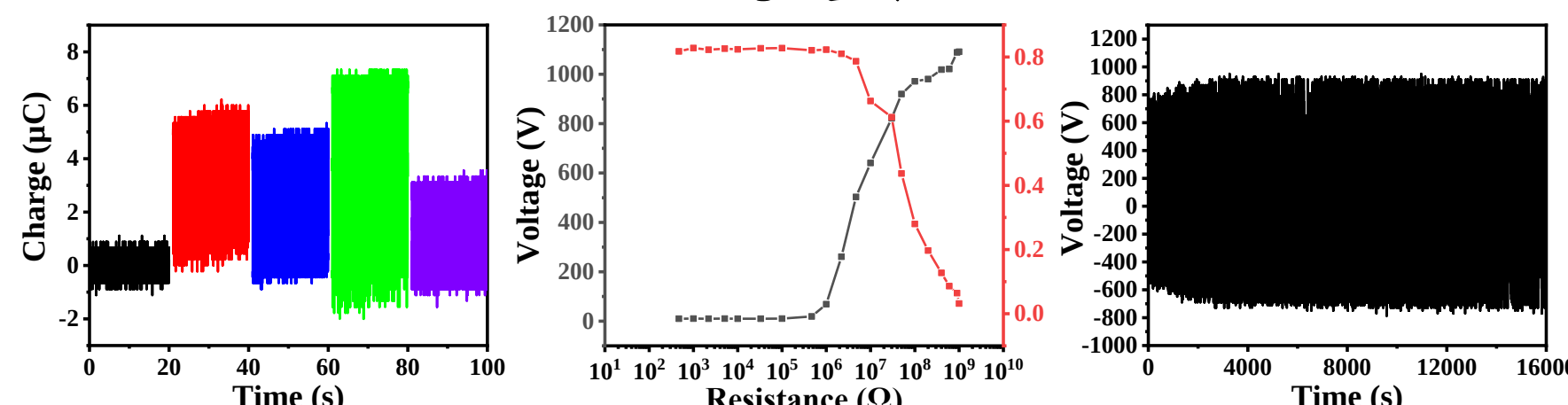
電性分析

- Different newton
- Different frequency
- Different cycle

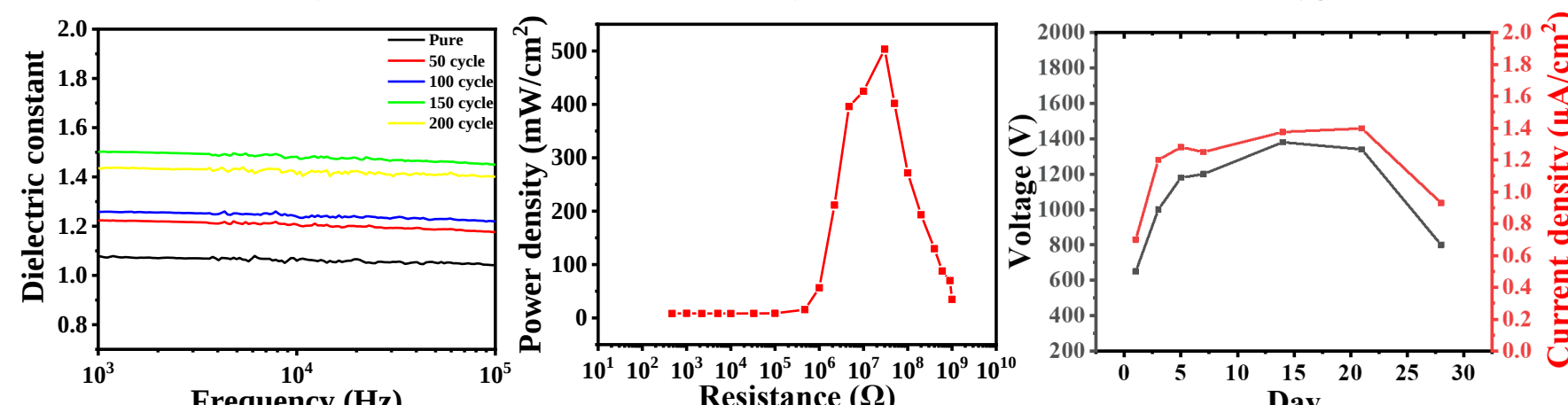


- 在 8 Hz/40 N 的工作條件下測量了不同原子沉積循環次數的 MoO₃/PVDF-HFP 摩擦奈米發電機，測得 150 次循環的電輸出最佳。
- 製備的 TENG 經過 150 次循環後電壓和電流密度可達 1754 V 和 1.43 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 。

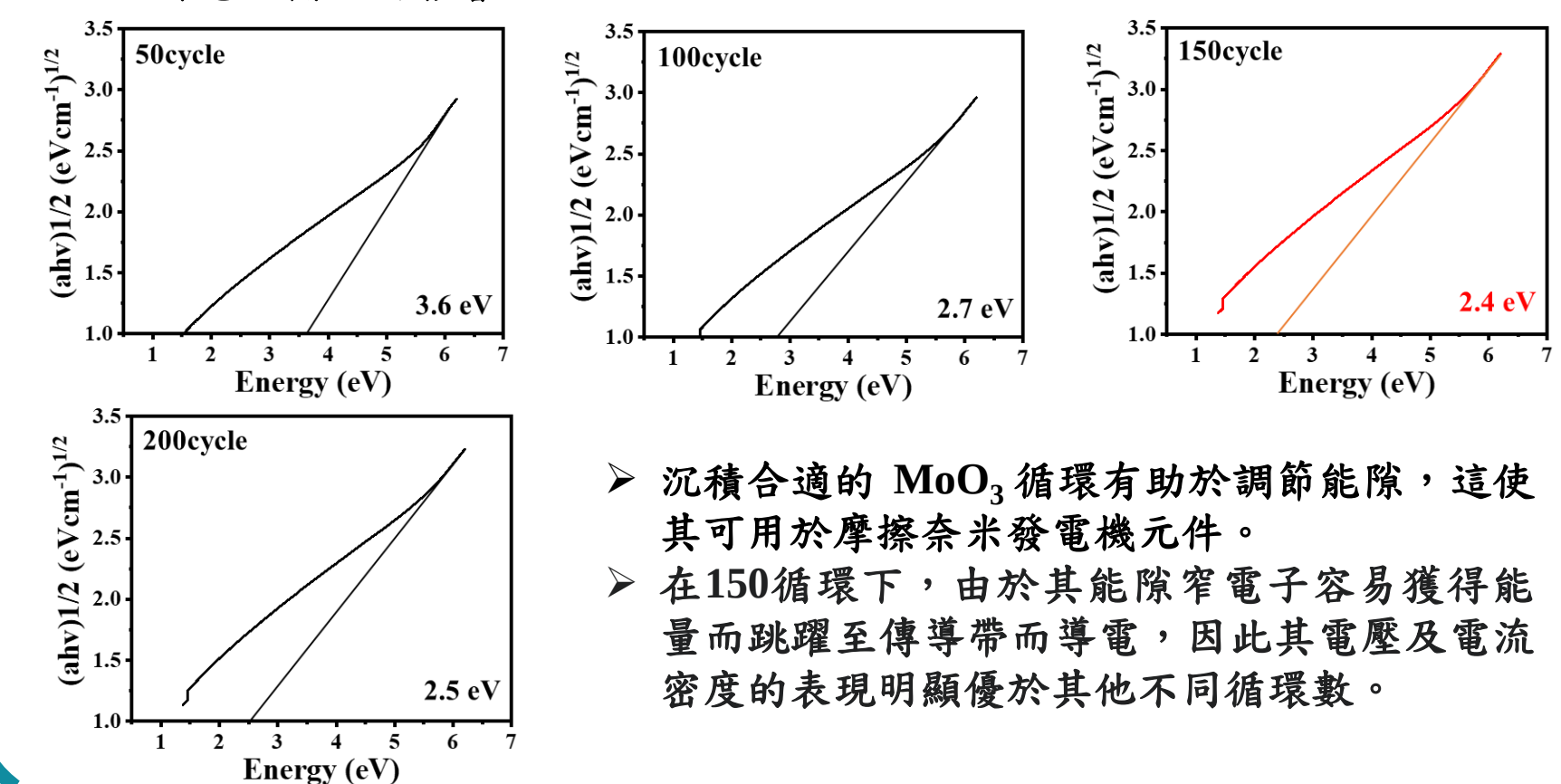
- 表面電荷
- 電阻量測
- 穩定度



- 介電常數
- 功率密度
- 天數穩定性



- 不同原子沉積循環次數下摩擦奈米發電機的表面電荷與介電常數。
- 在 30 M Ω 的外部負載下，功率密度可達 503 mW/cm²。
- 為了證明其優異的使用壽命，在 8 Hz/40 N 的條件下觀察了 16000 秒後和不同存放天數對電性輸出的影響。



- 沉積合適的 MoO₃ 循環有助於調節能隙，這使其可用於摩擦奈米發電機元件。
- 在 150 循環下，由於其能隙窄電子容易獲得能量而跳躍至傳導帶而導電，因此其電壓及電流密度的表現明顯優於其他不同循環數。

姓名：葉逢祥 學號：U09187035 實習單位：明志科技大學 實習期間：111/09/12~112/09/08

輔導老師：林孟芳

實習廠區：先進奈米材料研究實驗室

指導主管：林孟芳