

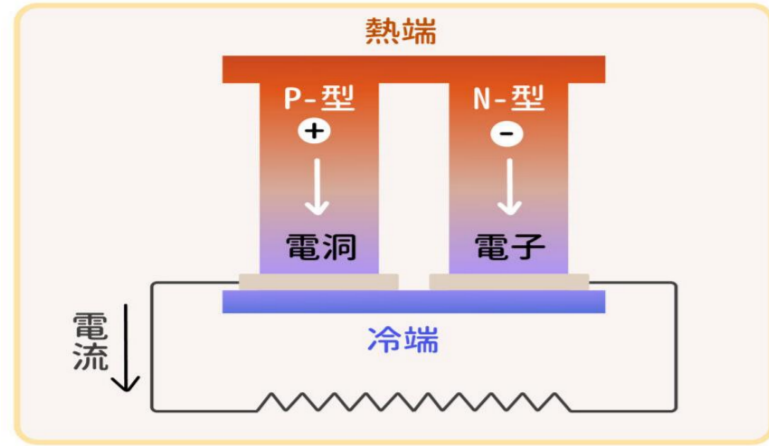
Zn-Sb薄膜之濺鍍製程開發及熱電性質研究

班級/學生：材四乙/連方熏 李彥廷

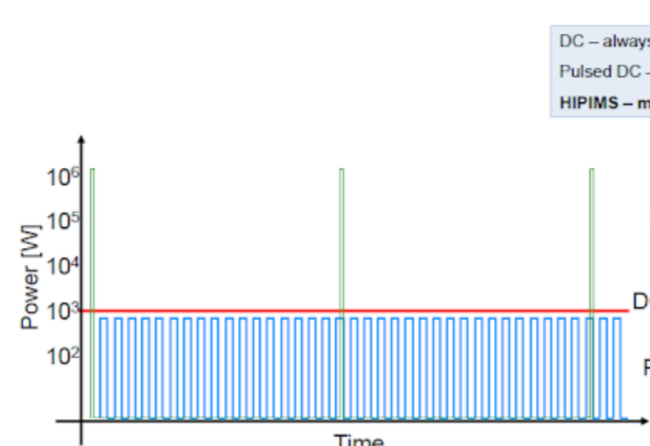
指導教授：陳勝吉 教授

簡介

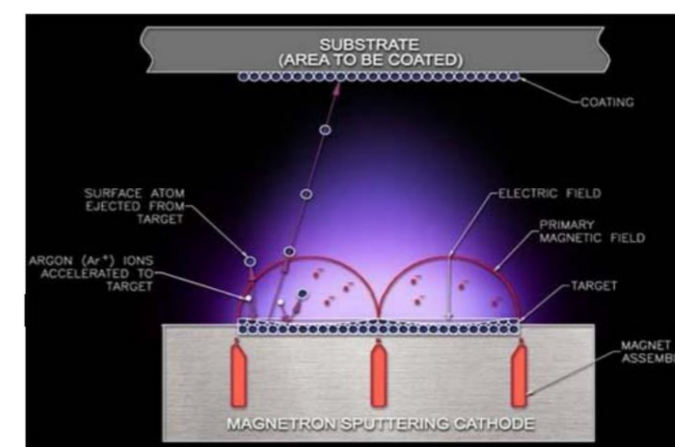
熱電材料能夠將熱能轉換為電能，可應用於微型感測器、物聯網裝置以及穿戴式裝置等領域。高功率脈衝磁控濺鍍是一種先進的薄膜沉積技術，其特色在於使用短暫而高功率的脈衝。這些高功率脈衝能夠有效促進晶粒的生長，同時離子轟擊可以去除薄膜表面的鬆散結構，提升薄膜的密度，減少薄膜的缺陷。在本研究中，我們探討了不同Duty cycle對沉積Zn-Sb合金薄膜的影響，透過改變Duty cycle能夠有效調節載子濃度，並且有助於改善傳統直流磁控濺鍍中Sb析出的問題。



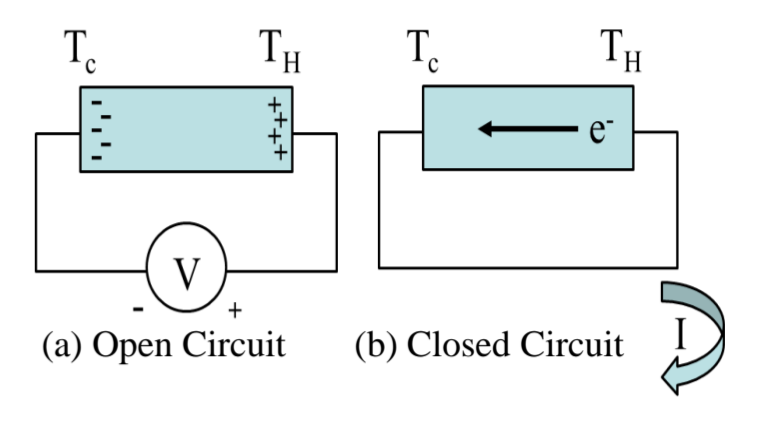
圖一、熱電發電示意圖



圖二、HiPIMS 工作原理



圖三、濺鍍工作原理



圖四、Seebeck effect 原理

儀器介紹



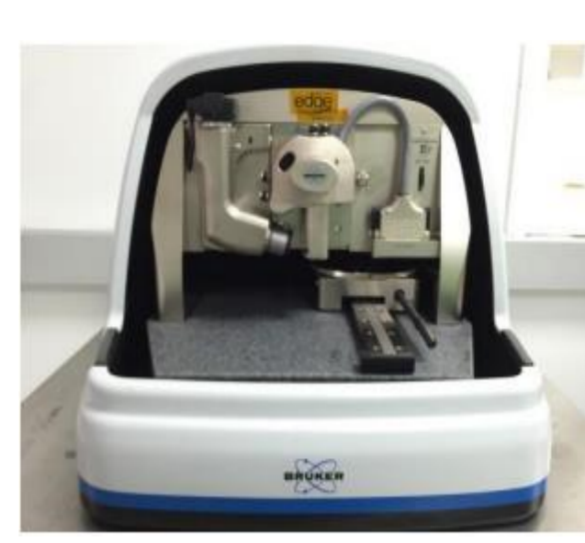
HiPIMS



EPMA



FE-SEM



AFM

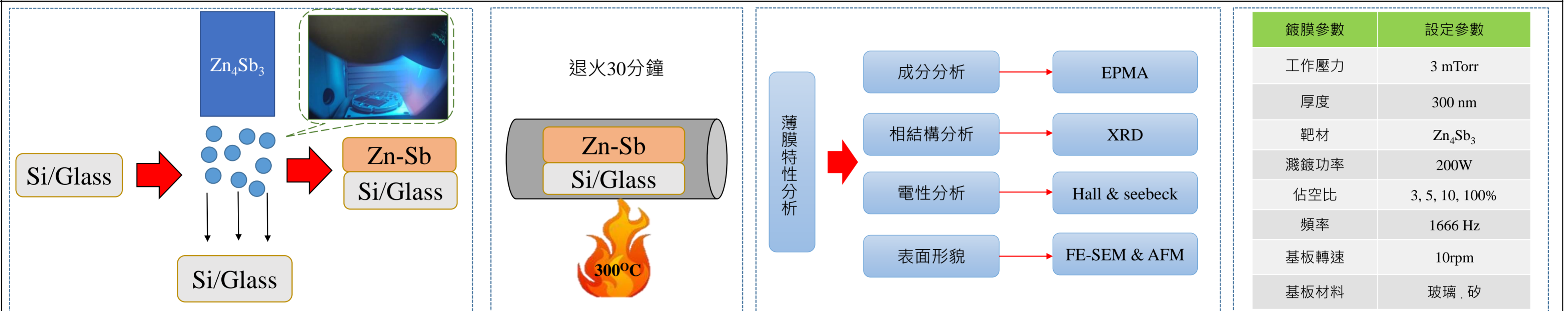


XRD

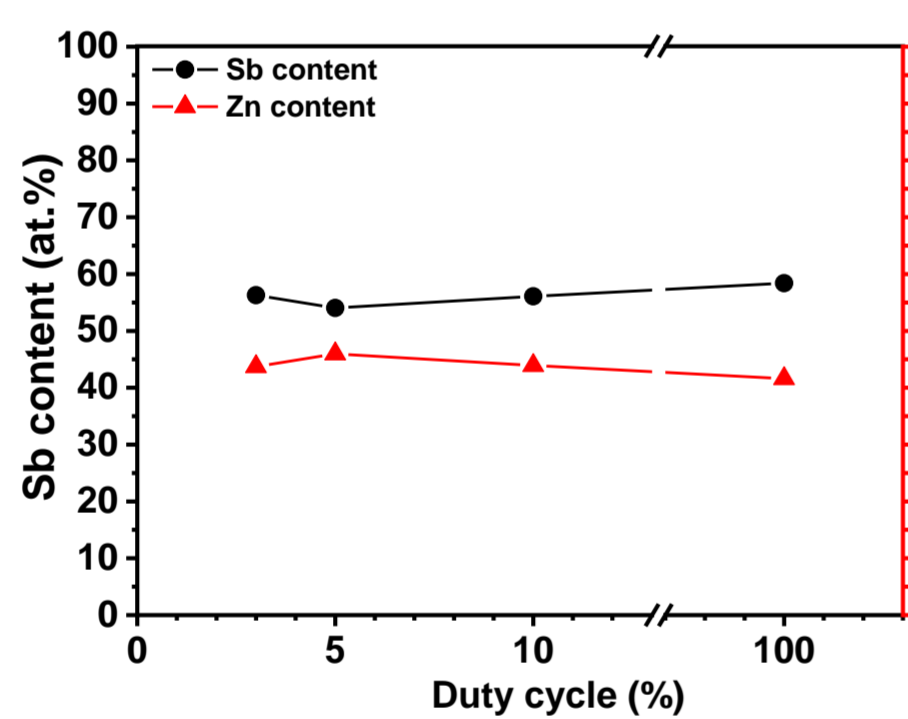


Hall

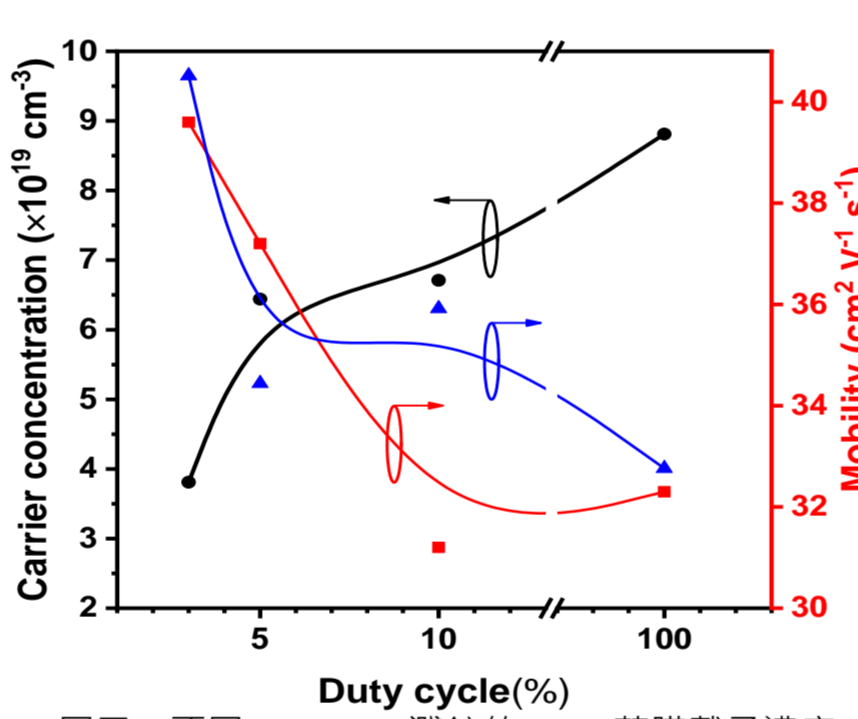
實驗步驟



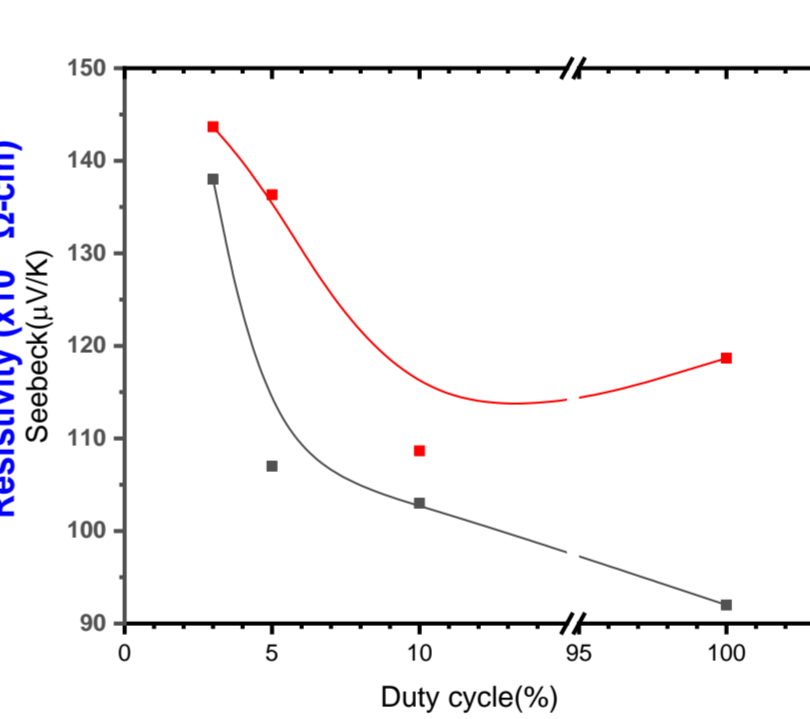
結果與討論



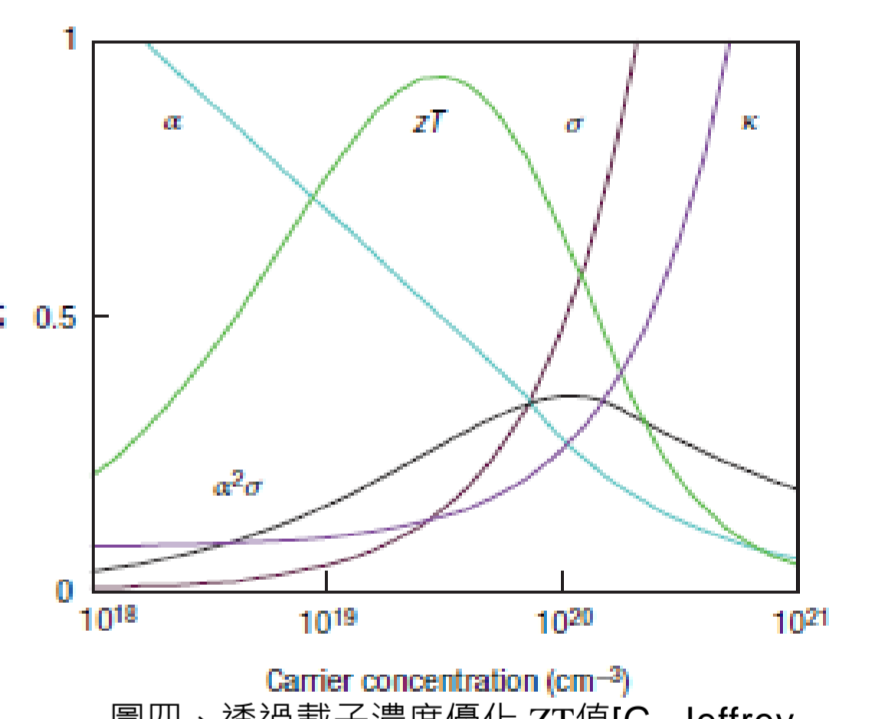
圖一、不同Duty cycle濺鍍的Zn-Sb薄膜元素組成



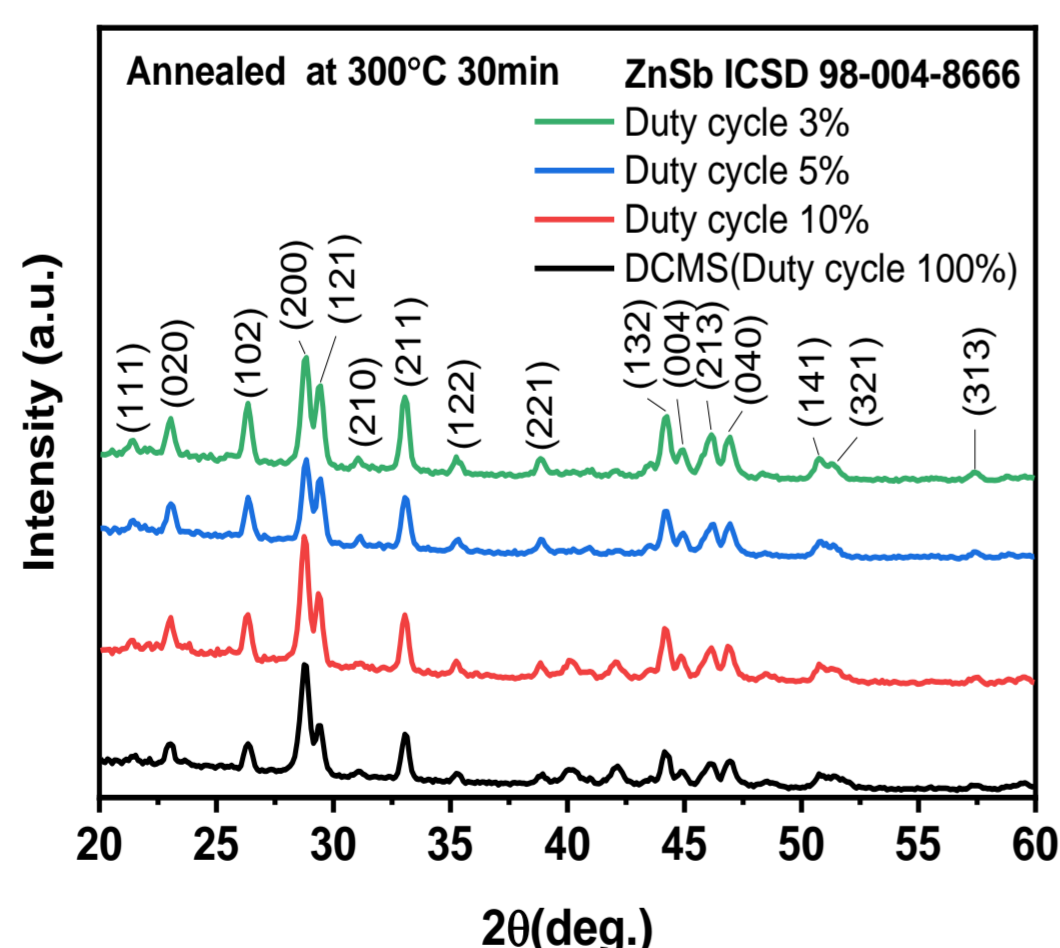
圖二、不同Duty cycle濺鍍的Zn-Sb薄膜載子濃度、遷移率及電阻率



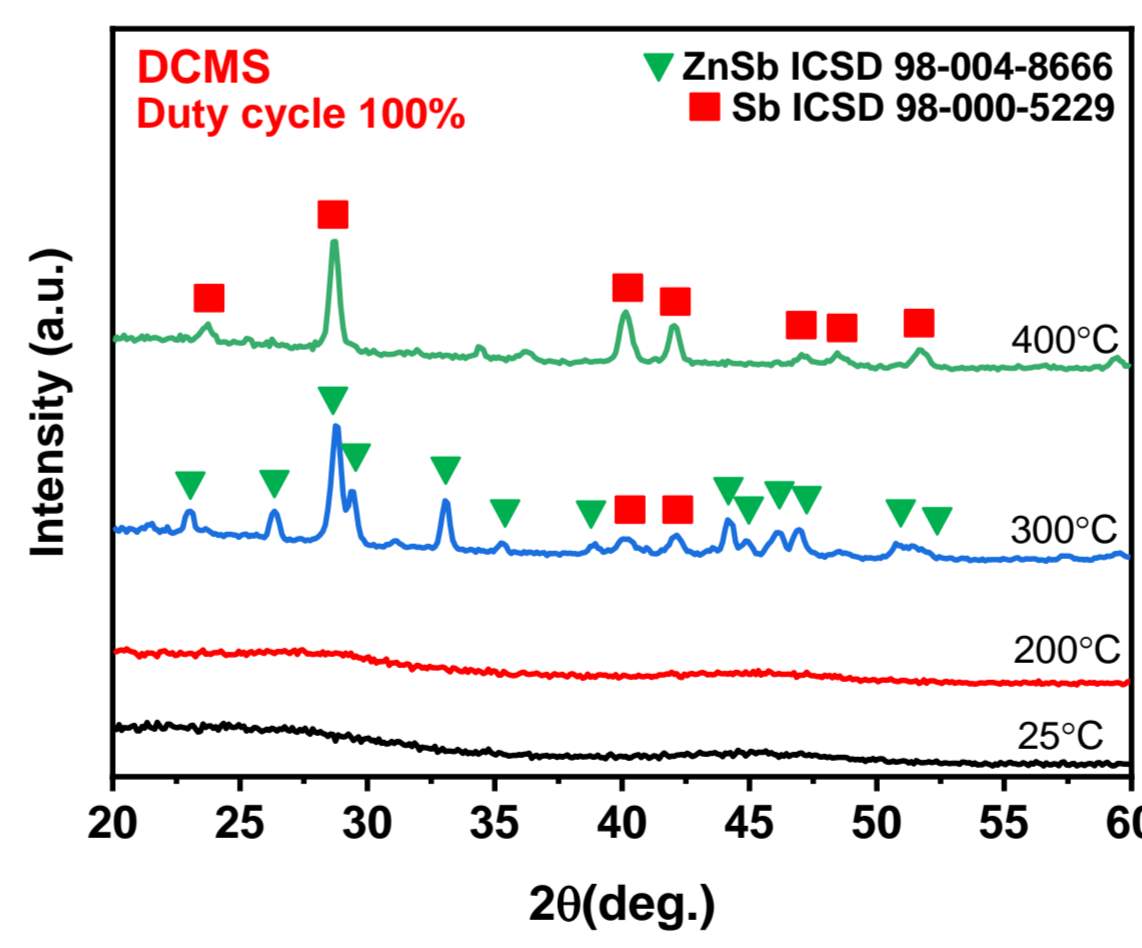
圖三、不同Duty cycle濺鍍的Zn-Sb薄膜 Seebeck和Power factor



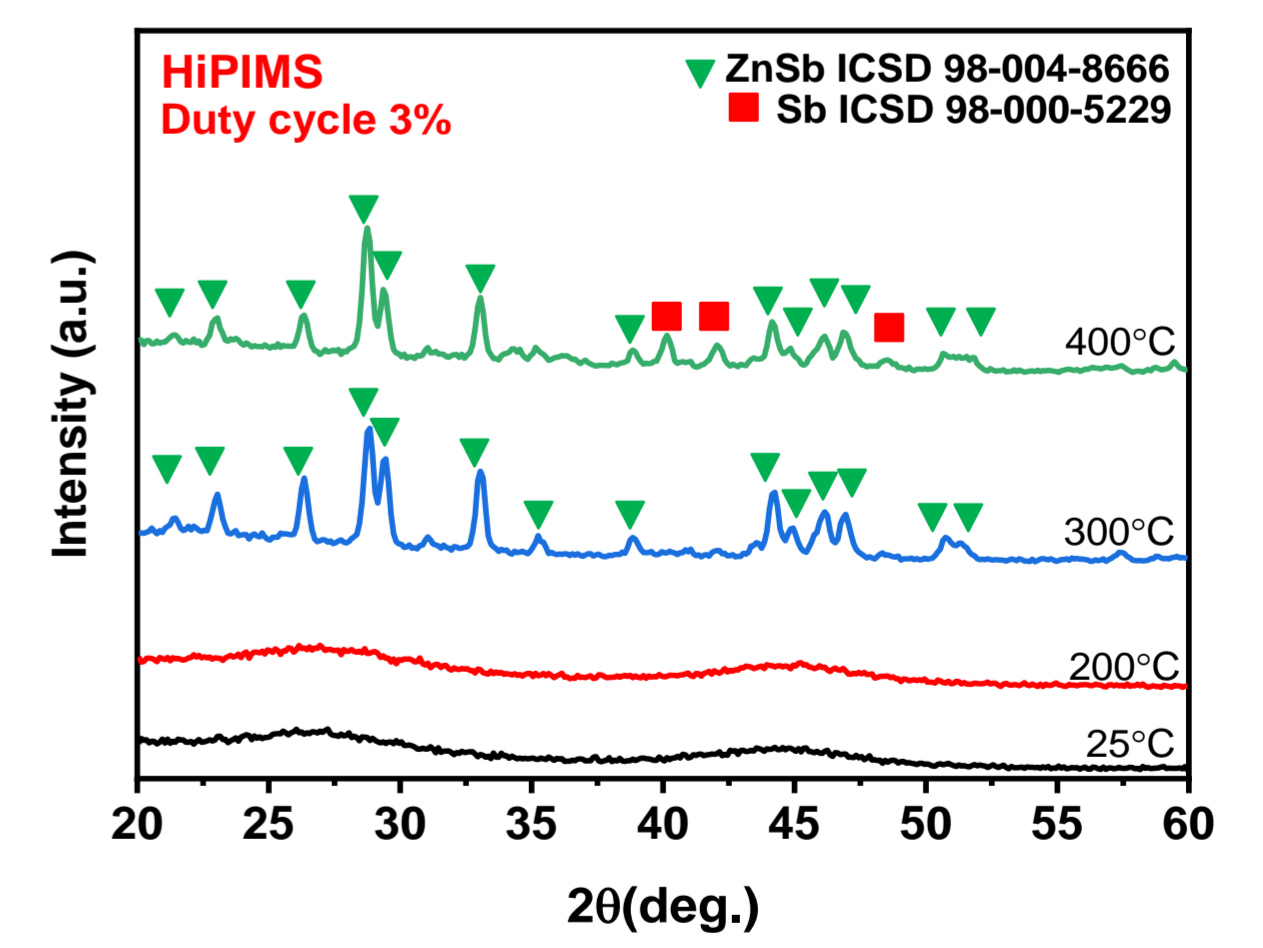
圖四、透過載子濃度優化 ZT 值 [G. Jeffrey Snyder, and Eric S. Toberer, Nature Materials, 7 (2008): 105-114].



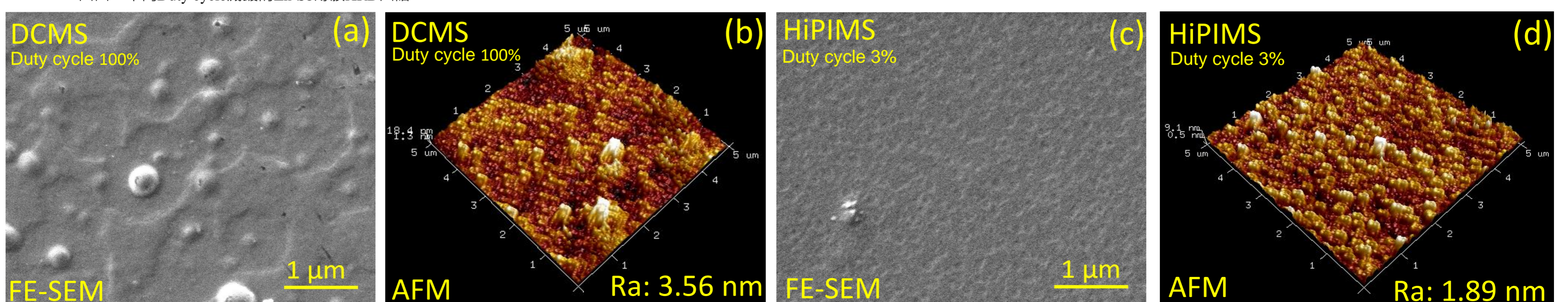
圖四、不同Duty cycle濺鍍的Zn-Sb薄膜XRD圖譜



圖五、HiPIMS 3% Duty cycle濺鍍下不同退火溫度的Zn-Sb薄膜XRD圖譜



圖六、DCMS濺鍍下不同退火溫度的Zn-Sb薄膜XRD圖譜



圖七、(a)、(b) DCMS (c)、(d) HiPIMS 在退火300°C時的FE-SEM與AFM

結論

- ◆ HiPIMS可以產生高能量離子轟擊薄膜表面，這將有助於形成更緻密的薄膜並降低表面粗糙度。
- ◆ 相較於DCMS沉積的ZnSb薄膜，HiPIMS沉積出的ZnSb薄膜，在經過300°C退火後有較少的Sb析出相產生，且在400°C退火後仍能維持ZnSb的相。
- ◆ HiPIMS之脈衝參數可以控制載子濃度，進而控制薄膜的熱電性質，當Duty cycle 為3%時，載子濃度達到 $3.81 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ，可得到最高之 Seebeck 138 $\mu\text{V/K}$ ，進而得到最高之 Power factor 461 $\mu\text{W/m-K}^2$ 。