

Preparation of thin transition metal sulfide by liquid-phase exfoliation method for photoelectrochemical and oxygen evolution reaction

以液相剝離法製備薄層過渡金屬二硫族化物 用於光電化學析氧反應

Abstract

為了透過水分解產生出有效轉換的可再生能源，電催化劑用於析氧反應和析氫反應需低成本且地球豐富和穩定的。由於獨特的光學，電子和催化性質，二硫化鉬和二硫化鎢在電化學水分解受到越來越多的關注。因此在本次實驗利用液相剝離法分散二硫化鉬和二硫化鎢，破壞層與層之間的凡德瓦爾力來獲得少數層的奈米片。證明了二硫化鉬和二硫化鎢奈米片在析氧反應是有效的材料，並且經過混和過後的二硫化鉬/二硫化鎢異質結構的奈米片具有更佳的析氧反應活性，有更低的塔佛斜率。

另外尋找能夠吸收可見光範圍的高效能光陽極對於實現太陽能轉換系統是重要的。製備具有暴露邊緣活性位點和高導電率的薄層奈米片，其可以充分吸收可見光區域中的光實現太陽能轉換，在本文證明了二硫化鉬和二硫化鎢薄層奈米片可以在光照下將水氧化成氧氣，將分散過後的二硫化鉬奈米片塗覆在導電玻璃上用模擬太陽光照射下產生出 0.2 mA/cm^2 的光電流密度。二硫化鎢在產生光電流上效果優於二硫化鉬，但與單一材料相比混和的二硫化鉬/二硫化鎢異質結構光電流的效率顯著提高兩倍產生出 0.5 mA/cm^2 的光電流密度，此外與單一材料相比光電組減少了兩倍。證明產生不同組成和異質結構是有提升效能。

Results

材料鑑定

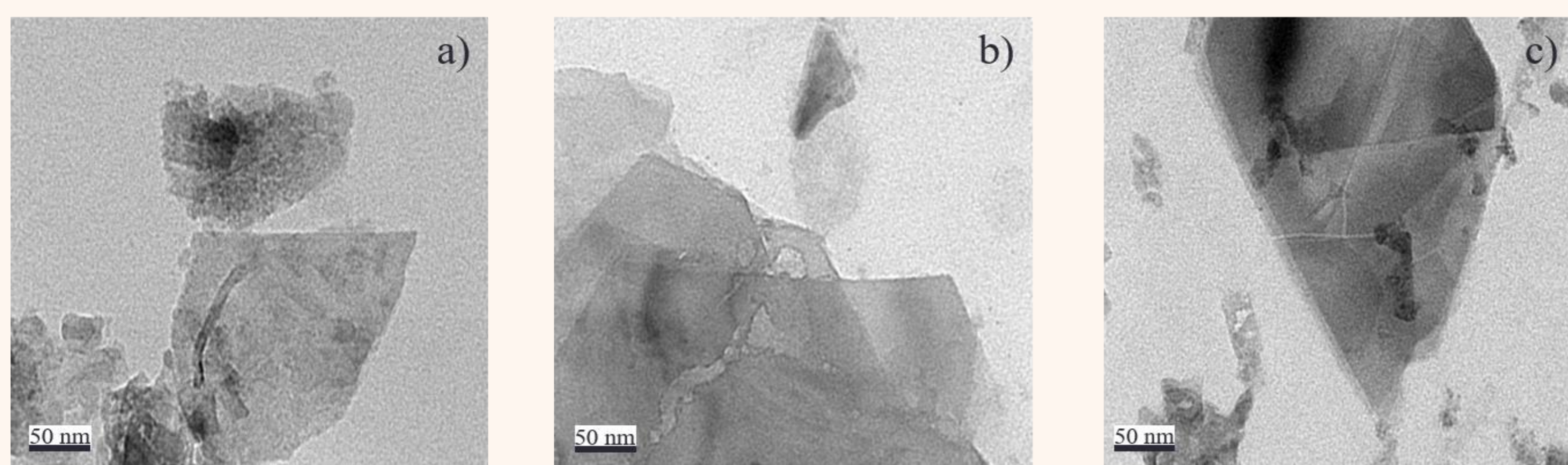


Figure 1. TEM characterization of the exfoliated (a) MoS₂ (b) WS₂ (c) MoS₂/WS₂.

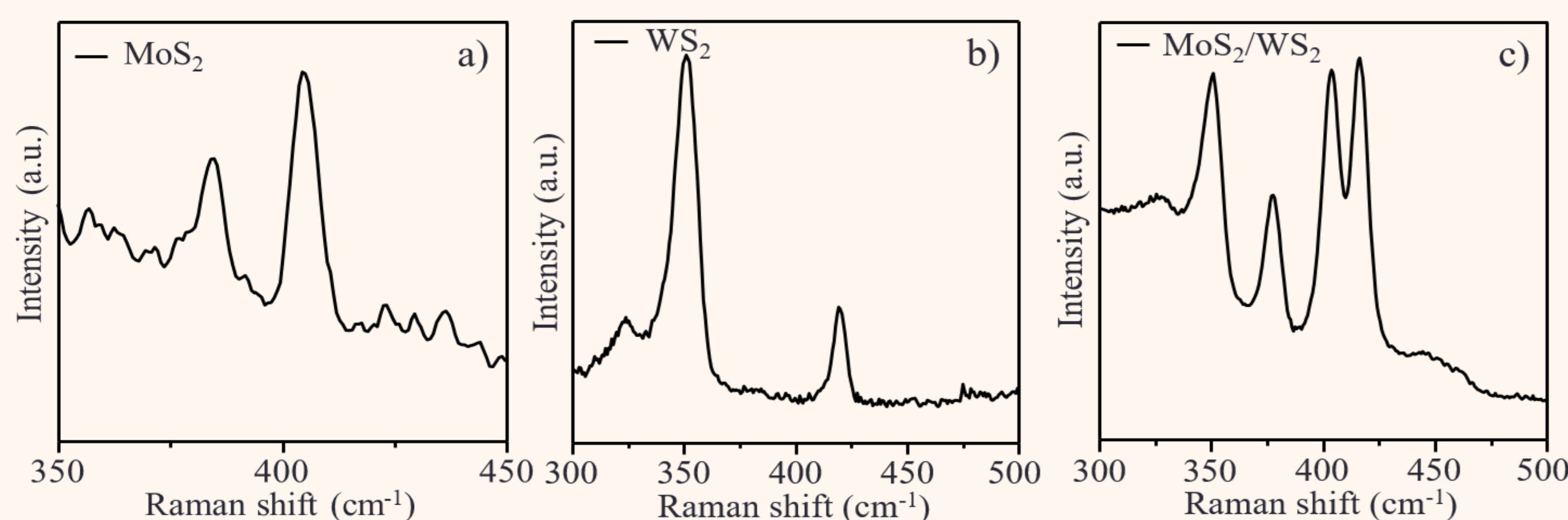


Figure 2. Raman characterization of the exfoliated (a) MoS₂ (b) WS₂ (c) MoS₂/WS₂.

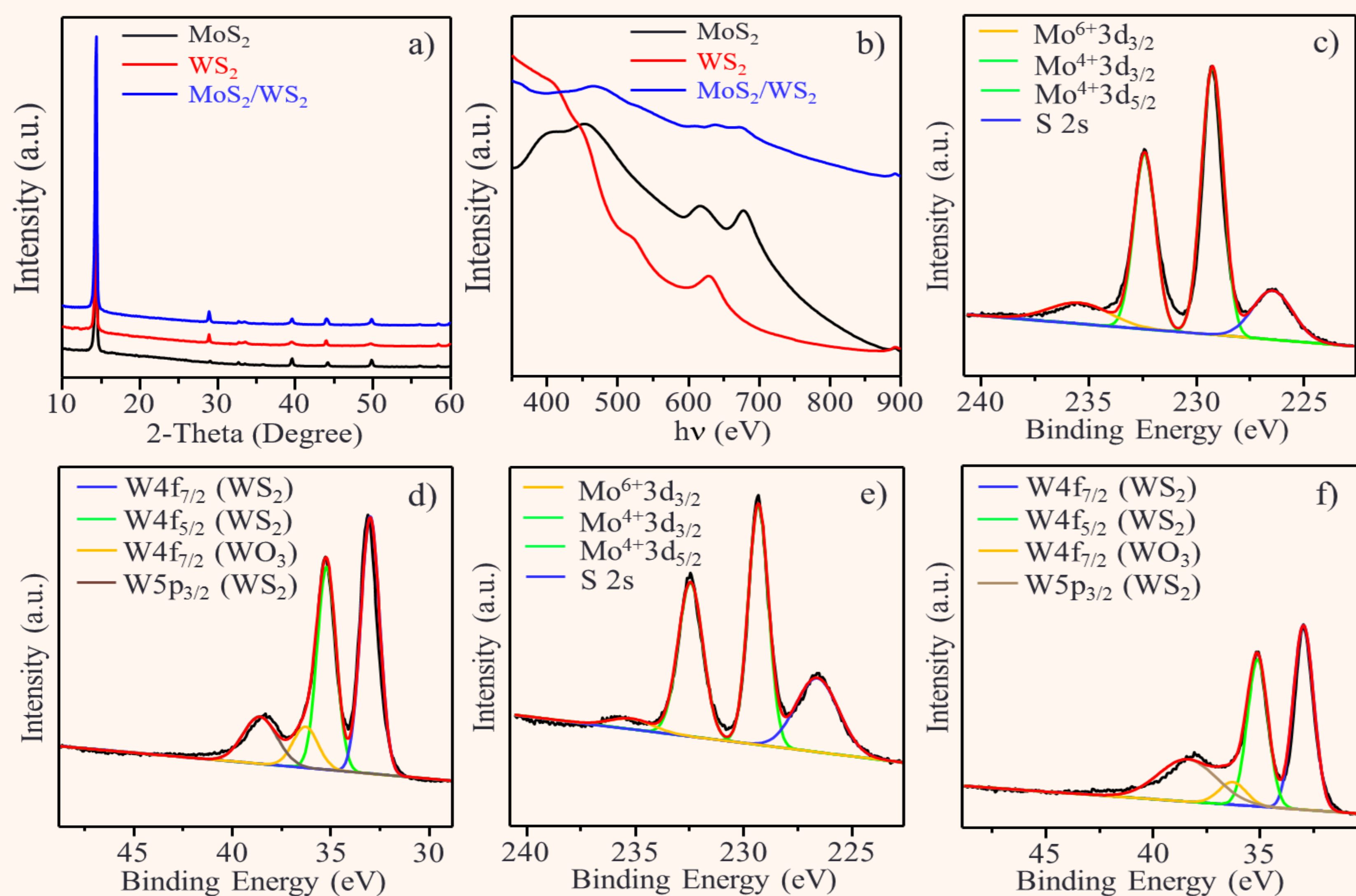


Figure 3. (a) XRD patterns of the MoS₂, WS₂ and MoS₂/WS₂. (b) UV-vis absorbance spectra of MoS₂, WS₂ and MoS₂/WS₂. (c) XPS characterization of the exfoliated MoS₂. (d) XPS characterization of the exfoliated WS₂. (e) XPS characterization of the exfoliated MoS₂/WS₂.

電化學檢測

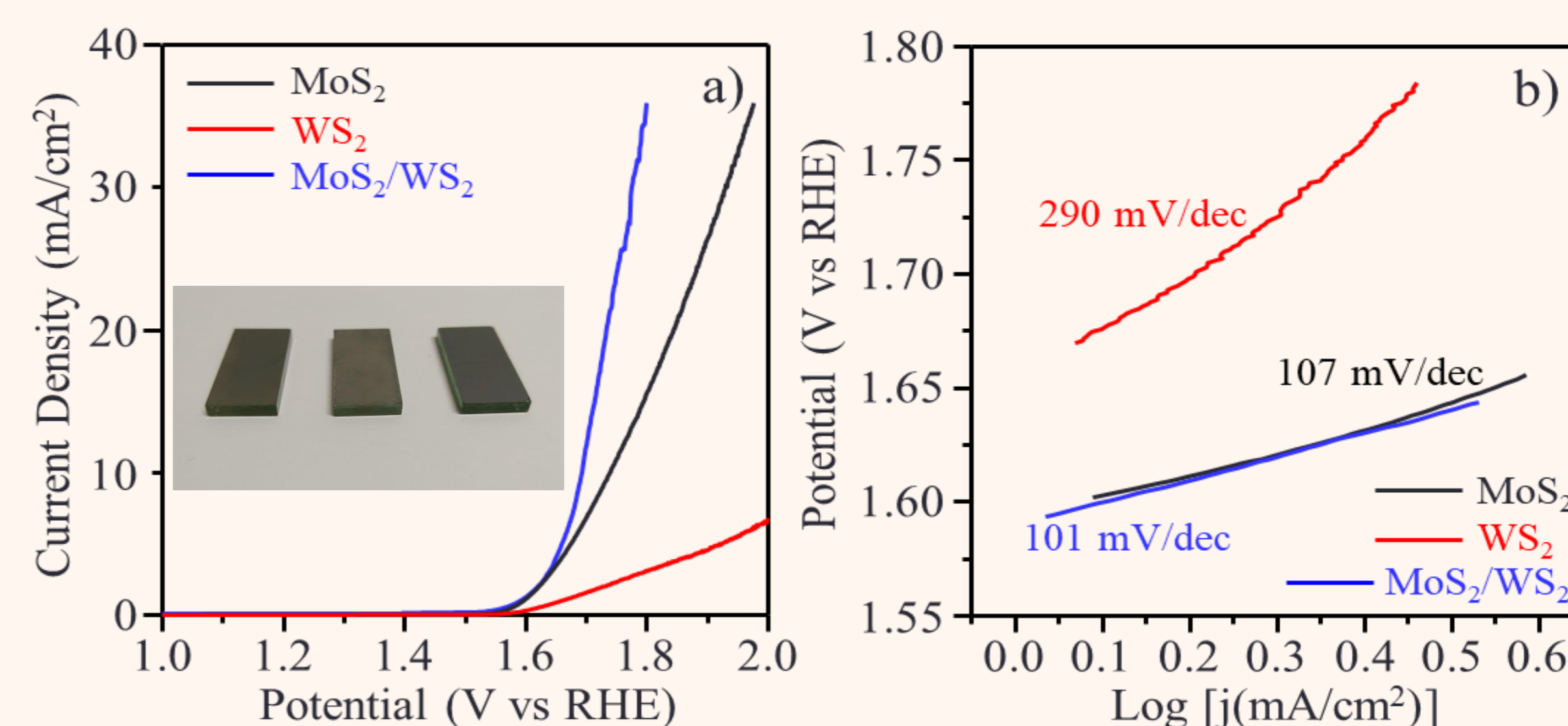


Figure 4. (a) LSV polarization plot toward the OER on FTO in 1 M KOH at a scan rate of 5 mV/s. (b) Tafel plots.

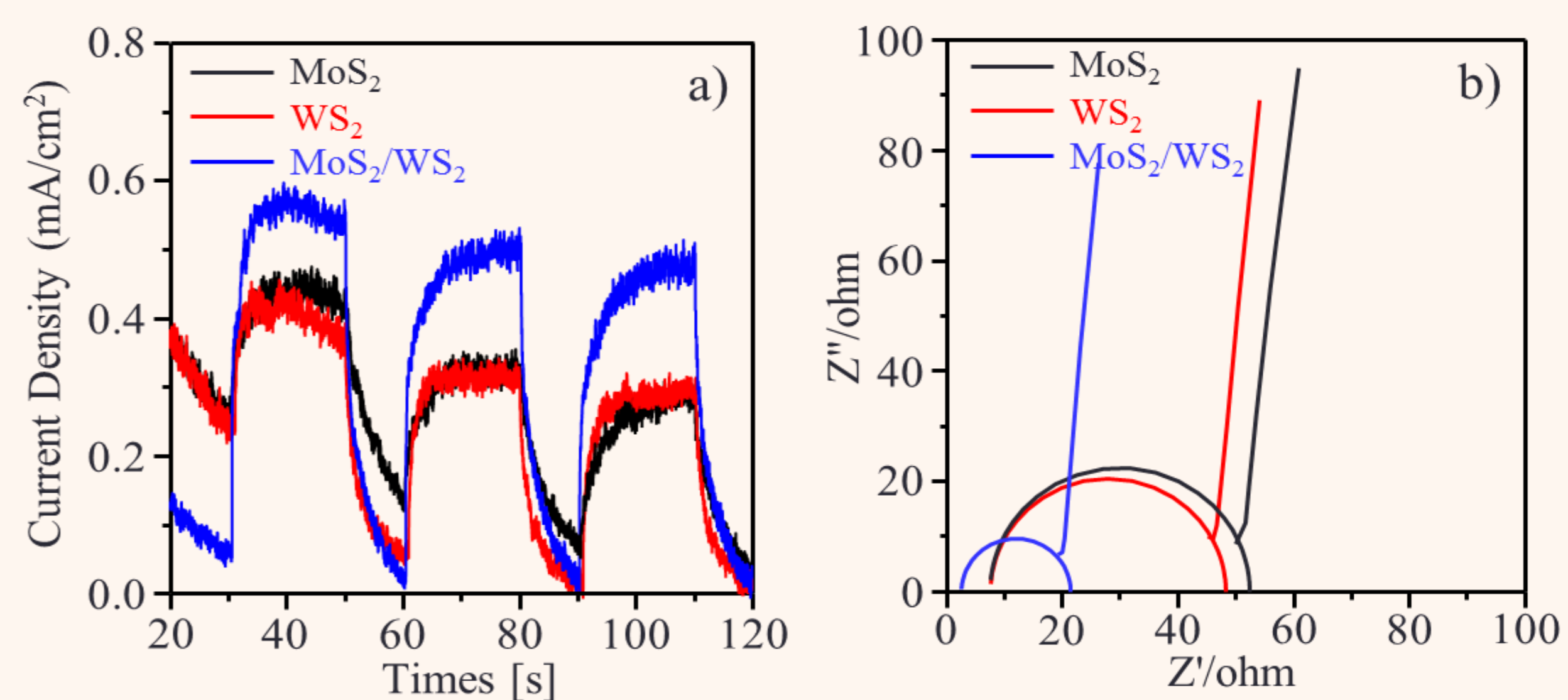


Figure 5. Chronoamperometry (+1.7 V vs RHE) (a) MoS₂ current density up to 0.2 mA/cm^2 , WS₂ current density up to 0.26 mA/cm^2 , and MoS₂/WS₂ current density up to 0.5 mA/cm^2 . (b) EIS Nyquist plots of MoS₂, WS₂ and MoS₂/WS₂.

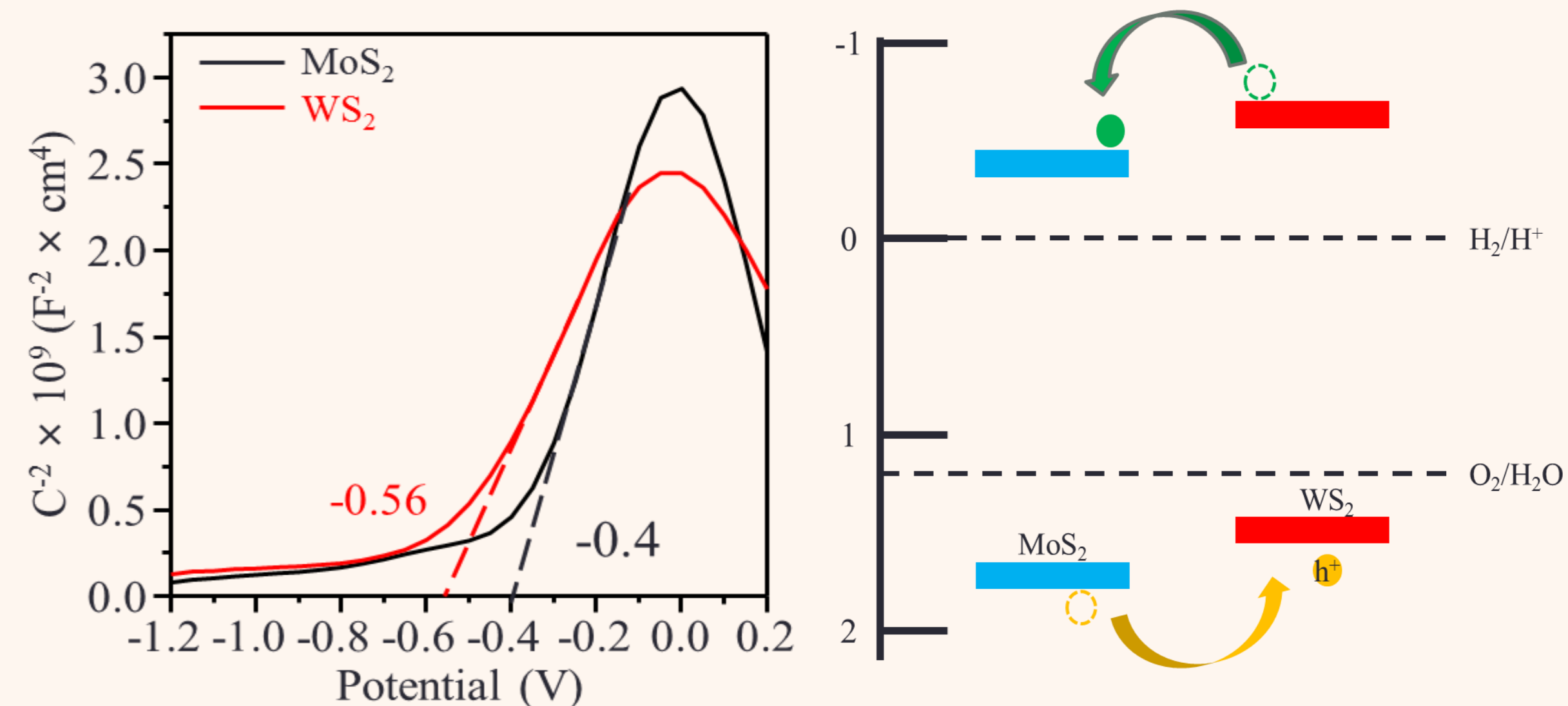


Figure 6. Mott-Schottky plots of MoS₂ and WS₂.

Conclusion

我們使用液相剝離方法成功製備出混合的 MoS₂/WS₂。在析氧反應中 MoS₂/WS₂ 的起始電位和電流密度優於單一材料。在光電化學條件下 MoS₂/WS₂ 的光電流密度為 0.5 mA/cm^2 整體提升兩倍的效果。