

多策略表面增強拉曼基板之設計與效能研究

材四甲 吳昱蓁 (U11187005)、材四甲 陳柏瑋 (U11187021)、材四甲 葉士賢 (U11187032)

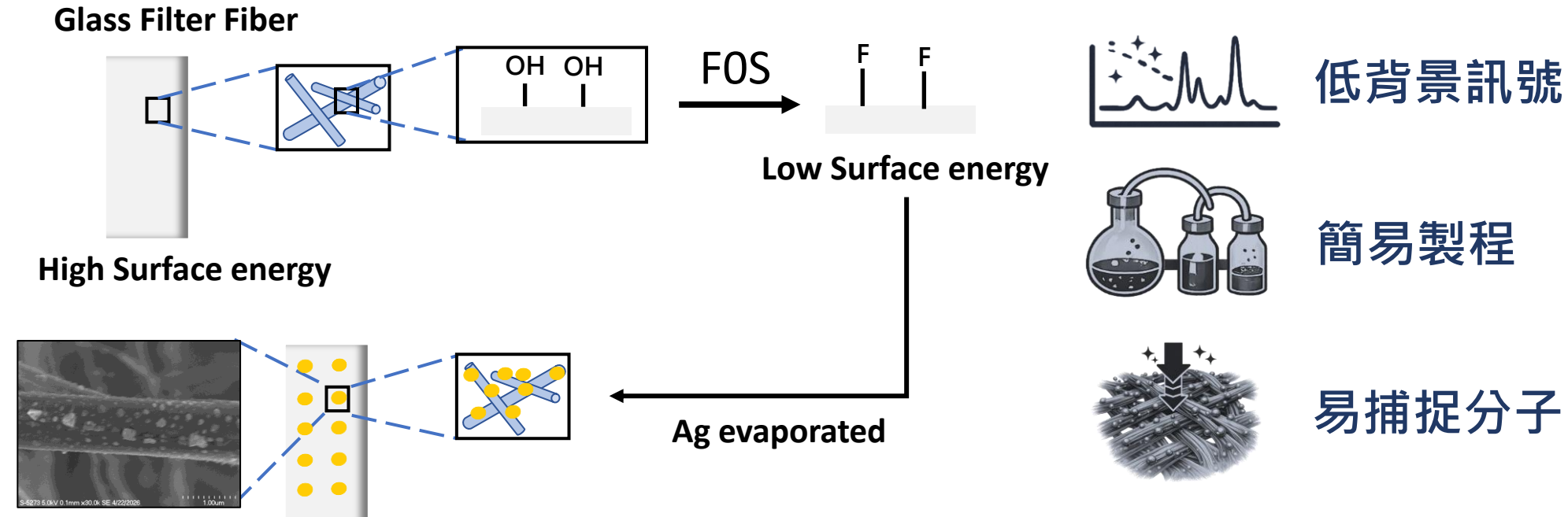
明志科大材料工程系
Department of Materials Engineering, MCUT

指導老師：劉定宇教授

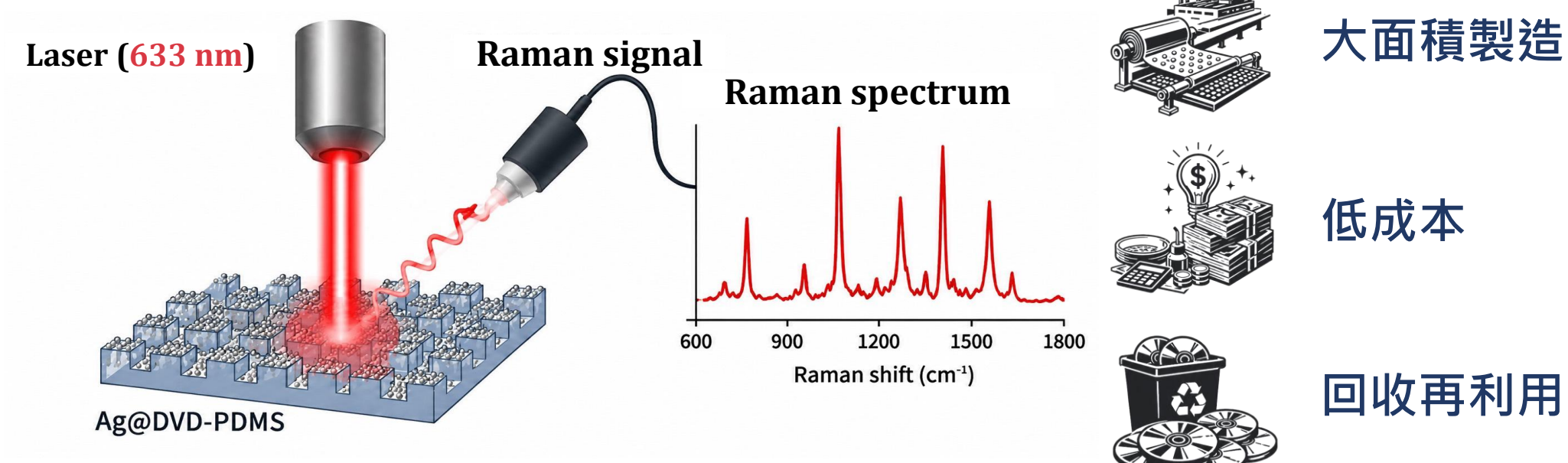
NANO BIO LAB

多策略SERS基板增強機制

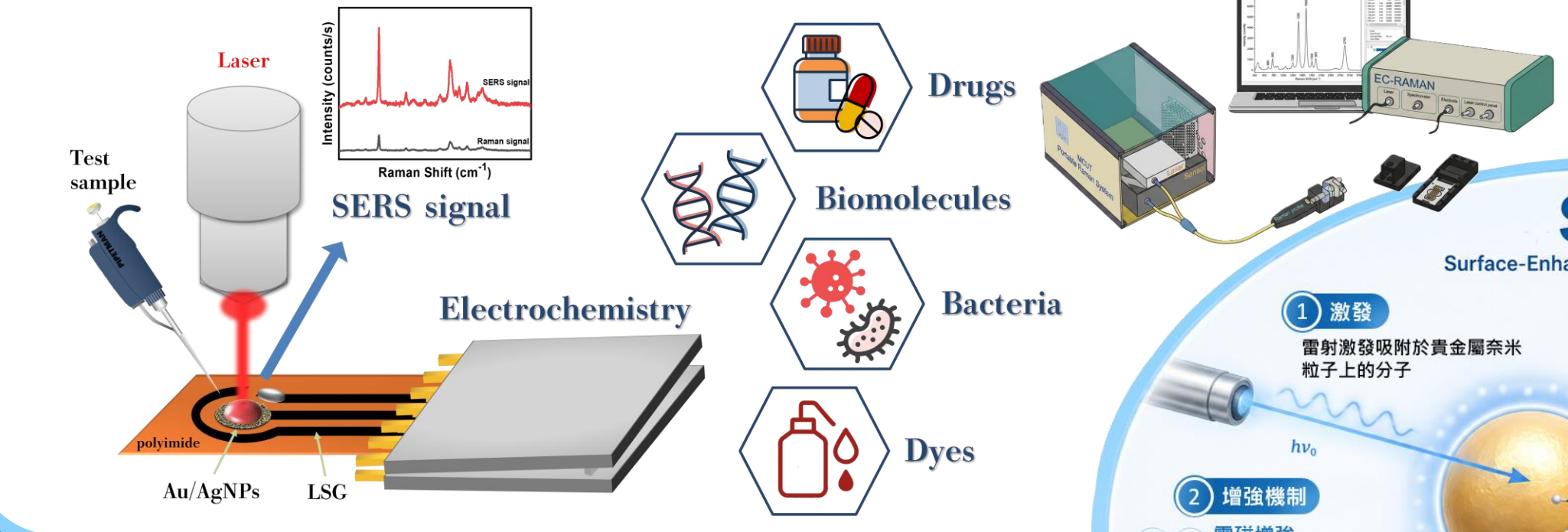
低表面能銀奈米粒子表面增強拉曼



編碼結構銀奈米島表面增強拉曼

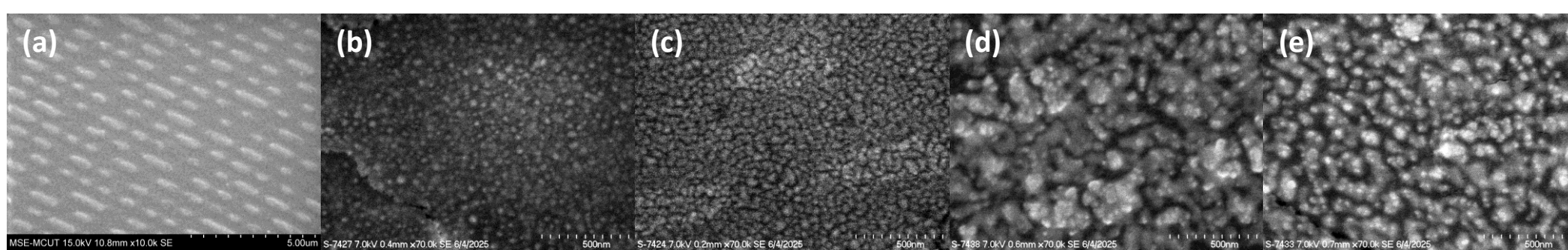
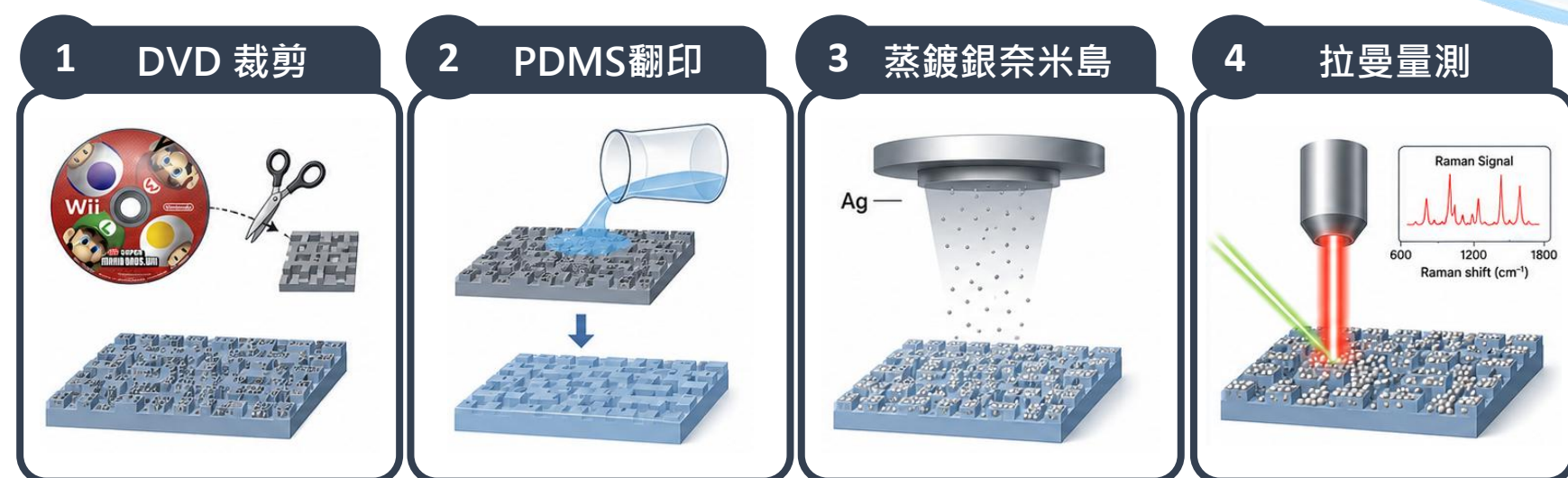


金-銀奈米花電化學增強拉曼

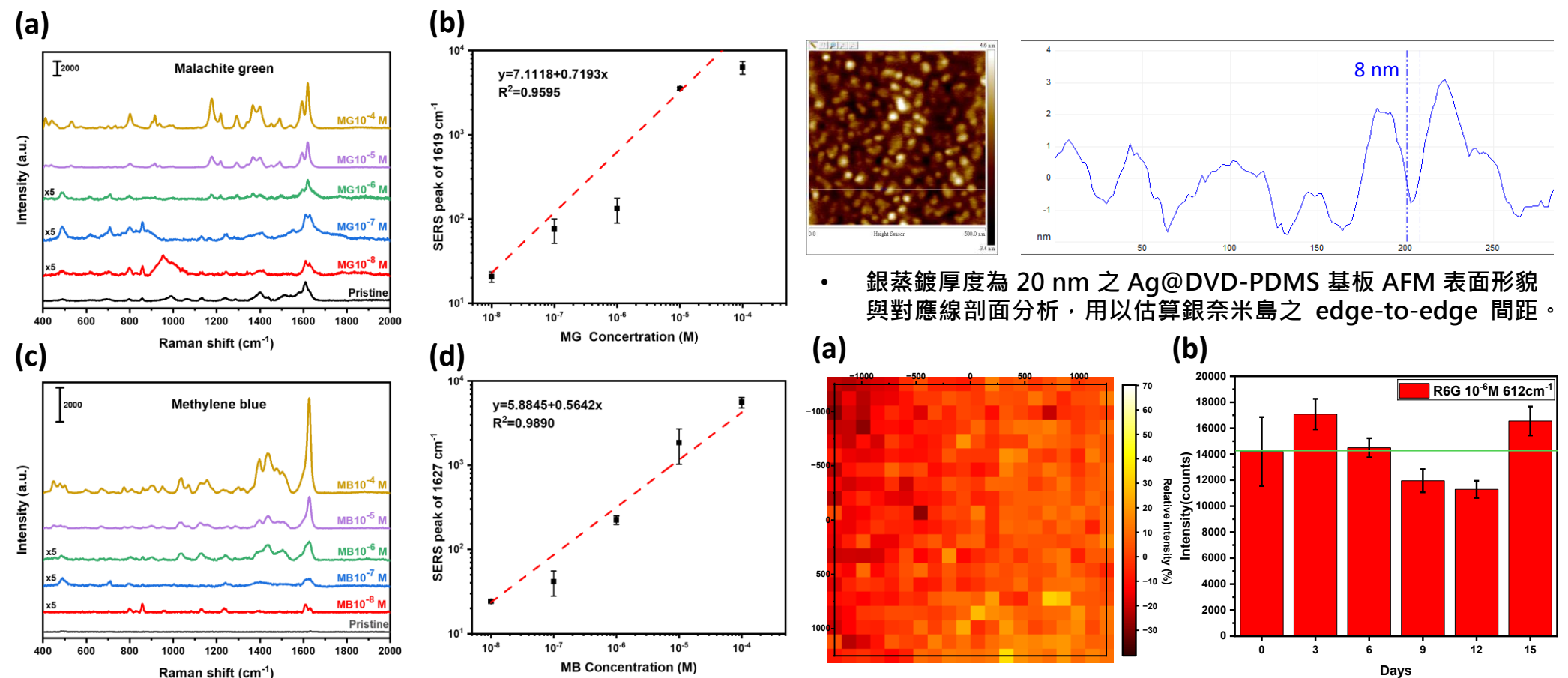


利用軟性高分子轉印光碟編碼結構 製備低成本大面積 SERS 晶片

實驗流程



(a-e) Ag@DVD-PDMS 基板於銀沉積厚度 0、10、20、30 與 40 nm 下之 SEM 影像

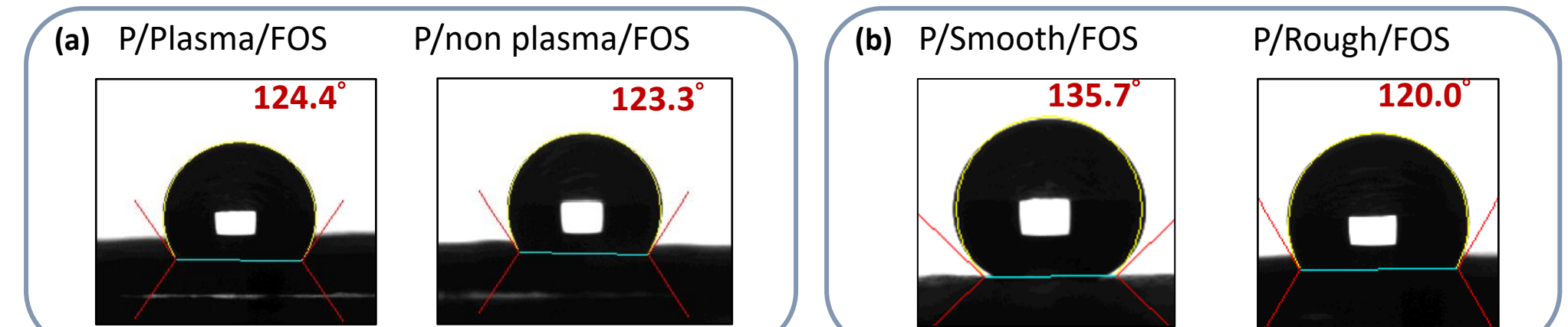
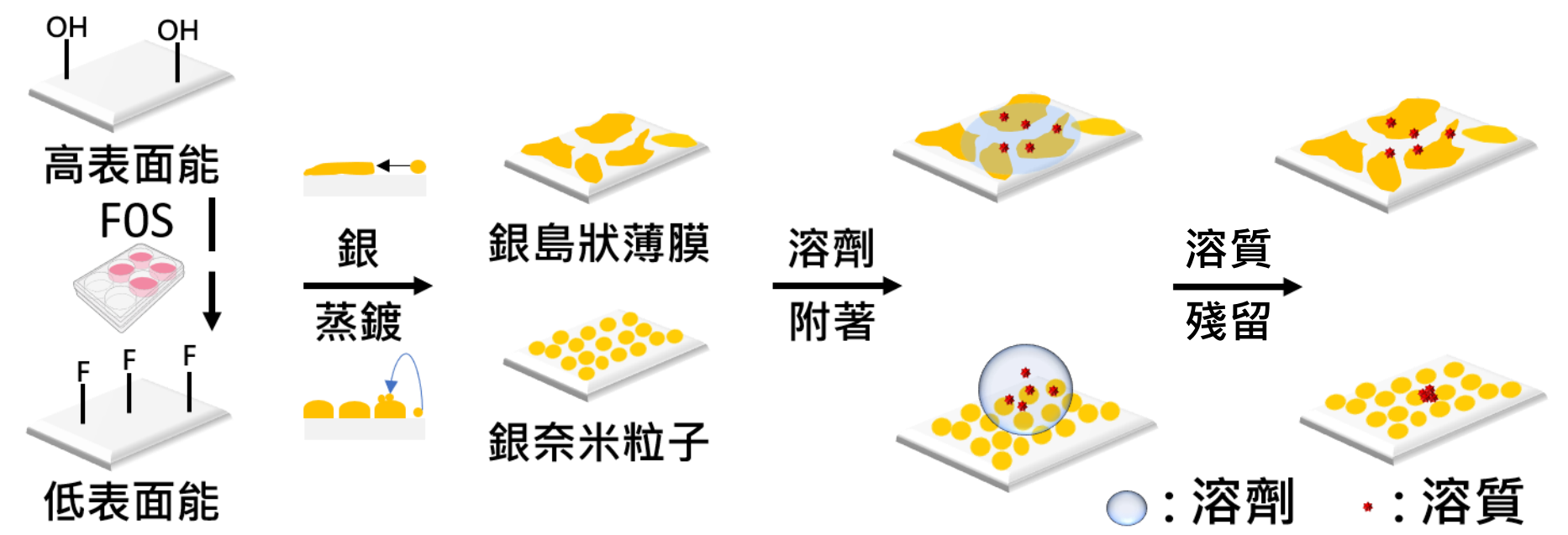


Ag@DVD-PDMS 基板對 MB 與 MG 之 SERS 檢測結果：(a,c) 不同濃度 (10^{-4} – 10^{-8} M) 之 SERS 光譜；(b,d) 拉曼特徵峰強度與濃度之線性關係。基板對 MB 與 MG 之最低檢測濃度皆可達 10^{-8} M。

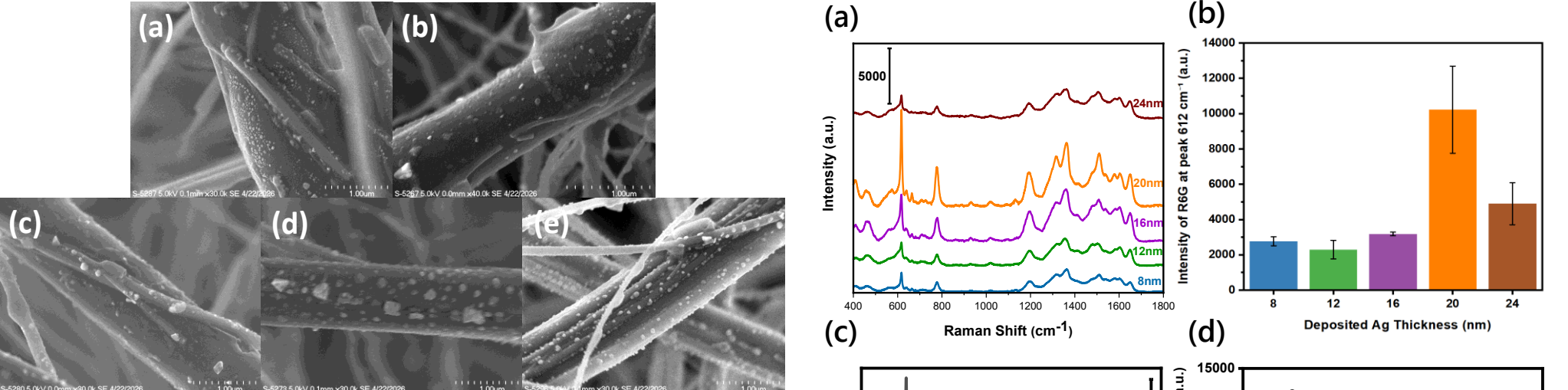
Ag@DVD-PDMS 基板之 (a) 2.5 mm × 2.5 mm 範圍內之 SERS mapping 結果，用以評估基板均勻性；(b) 不同放置天數下之 SERS 訊號變化，用以評估基板穩定性與保存壽命，皆以 R6G 612 cm^{-1} 特徵峰進行分析。

表面能改質之奈米銀玻纖即時檢測濾紙

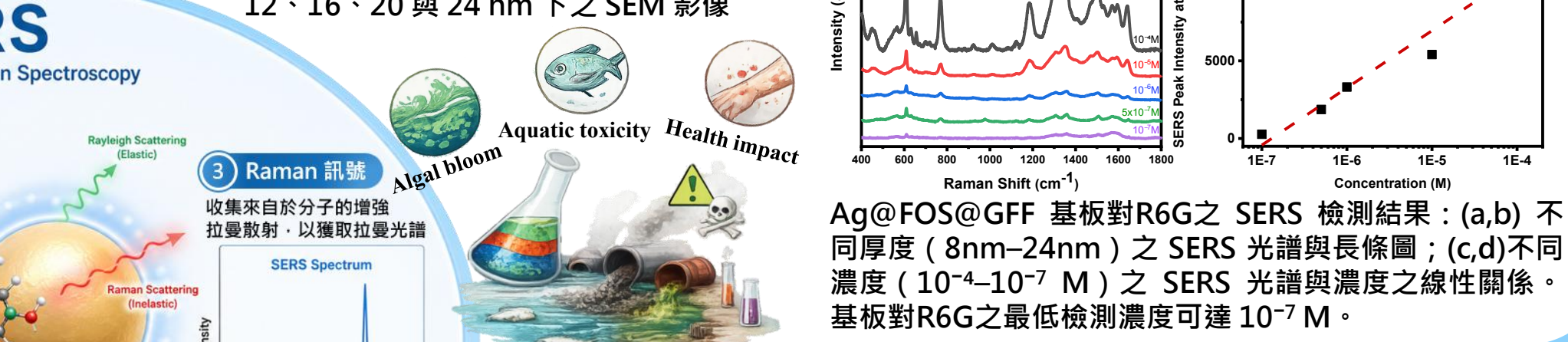
實驗流程



水接觸角證明表面能的高低。(a) 比較表面有無電漿處理之差異；(b) 正反面粗糙度對表面能之相關性比較。



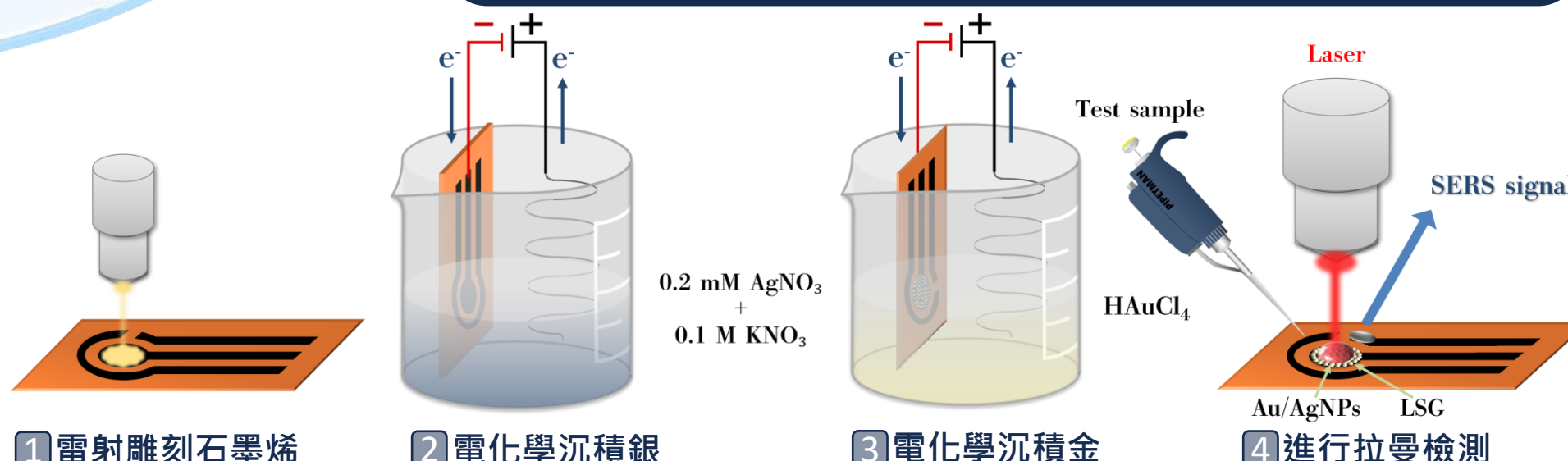
(a-e) Ag@FOS@GFF 基板於銀沉積厚度 8、12、16、20 與 24 nm 下之 SEM 影像



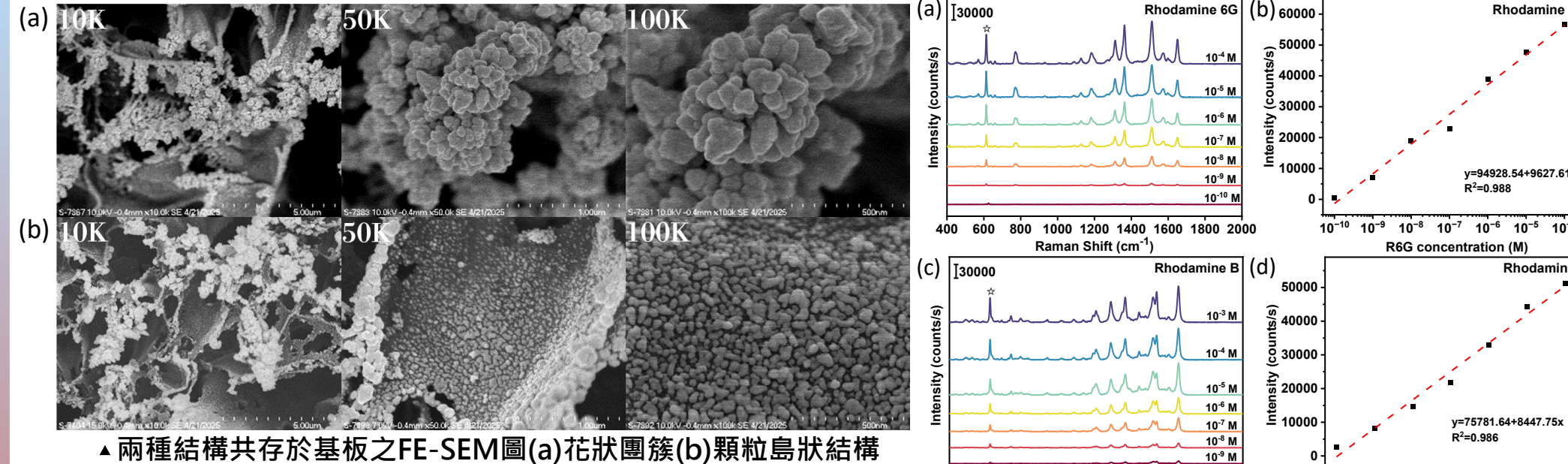
Ag@FOS@GFF 基板對 R6G 之 SERS 檢測結果：(a,b) 不同厚度 (8nm–24nm) 之 SERS 光譜與長條圖；(c,d) 不同濃度 (10^{-4} – 10^{-7} M) 之 SERS 光譜與濃度之線性關係。基板對 R6G 之最低檢測濃度可達 10^{-7} M。

金-銀雙金屬奈米粒子之電化學- 拉曼放大高靈敏即時檢測晶片

實驗流程

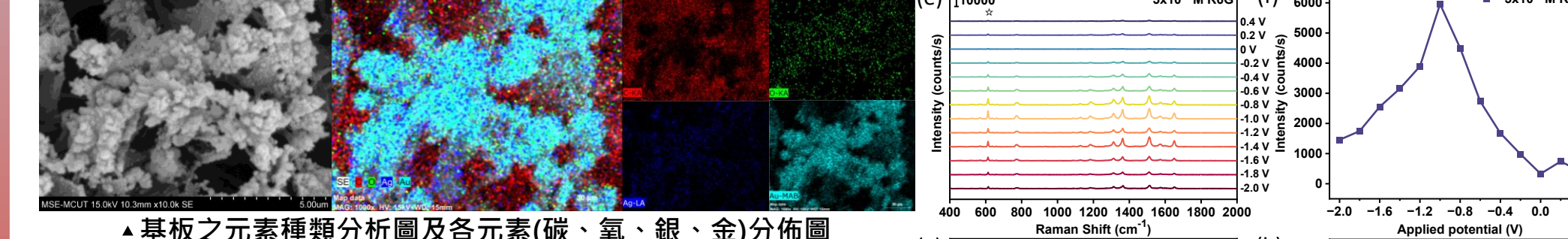


Au@Ag@LSG 表面形貌分析



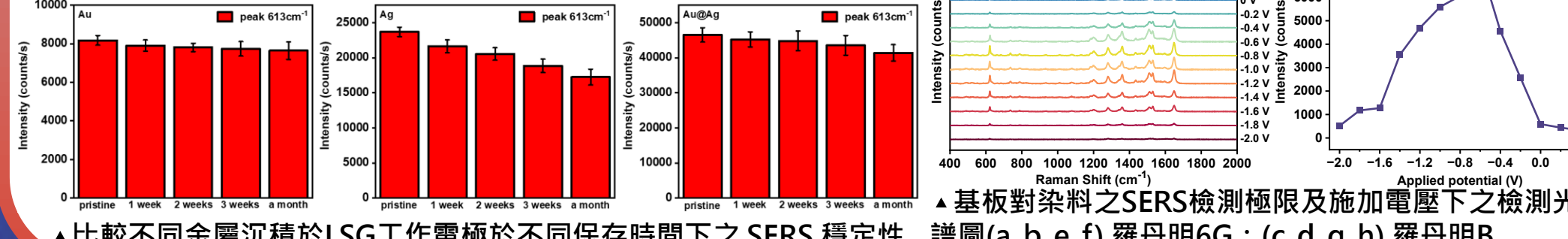
兩種結構共存於基板之 FE-SEM 圖 (a) 花狀團簇 (b) 顆粒島狀結構

Au@Ag@LSG 元素分佈分析



基板之元素種類分析圖及各元素(碳、氧、銀、金)分佈圖

Au@Ag@LSG SERS 性能分析



比較不同金屬沉積於 LSG 工作電極於不同保存時間下之 SERS 穩定性

圖 (a, b, e, f) 羅丹明 6G；(c, d, g, h) 羅丹明 B

結論

- 纖維表面改質降低其表面能，促進銀奈米粒子之原位形成；藉表面疏水特性使水溶液待測物（溶質）高效沉積與局部聚集，從而降低檢測極限。
- 成功利用 PDMS 翻印 DVD 編碼結構並最佳化銀蒸鍍厚度，製備出具備高均勻性與高穩定性的可大面積製造檢測晶片。
- 在石墨烯電極上沉積金-銀雙金屬奈米花與島狀共存結構，結合電化學施加電壓大幅放大拉曼訊號，達到高靈敏度即時感測。