

第五章結論

1.由矽與奈米碳材(多壁奈米碳管與海草狀奈米碳片)為基質均鍍上奈米級的銀顆粒，用表面增強拉曼散射光譜儀(SERS)去分析 Rhodamine 6G，發現只用矽的基質其 Rhodamine 6G 之訊號峰無法出現，由此可證明奈米碳材(多壁奈米碳管與海草狀奈米碳片)增加了大量的表面積可吸附更多的銀奈米顆粒與 Rhodamine 6G,這項特質幫助了表面增強拉曼散射(SERS)的分析。

2.使用離子濺鍍(Ion beam sputtering deposition, IBSD)的方式，鍍上奈米級的銀顆粒作為表面增強拉曼散射(SERS)的活化位置(active-sites)，這個方法有易控制其分散性且均勻度佳的優點；且不會像用化學溶液法(如:硝酸銀溶液， $\text{AgNO}_3(\text{aq})$)去製造奈米級的銀顆粒分散性且均勻度較差且會有雜質(如:還原劑:檸檬酸，citrate)而造成分析時其他波峰的干擾。

3.使用表面增強拉曼散射(SERS)的方法來偵測生物單一染色分子 Rhodamine 6G，在我們的實驗中其最低可達濃度 $1 \times 10^{-7} \text{M} \sim 1 \times 10^{-8} \text{M}$ ，這樣少量的體積就可以將其定性,同理其應可以應用於其他單分子，如:血紅素(Hemoglobin, Hb)或酵素免疫分析法常用的染色劑溴化乙錠(Ethidium Bromide).....等生物單一分子，這樣的新方法可與傳統的偵測這些生物單一分子的螢光分析法(Fluorescence, FI)為互補對照。

因為傳統的螢光分析法(Fluorescence, FI)是用寬帶光譜定量與不同顏色來區分;若能配上表面增強拉曼散射(SERS)的方法作為定性，用圖譜來判定單一分子的結構，這樣分析將更完善。

4.利用試片的正反兩面(正面:海草狀奈米碳片，CNFs 與背面:多壁奈米碳管，MWCNTs)進行表面增強拉曼散射(SERS)的量測，正面因為是片狀，銀奈米顆粒分散性與均勻性較佳更易產生表面增強效應(SERS-effect)，且基質波峰(1350cm^{-1} 與 1580cm^{-1} 附近)較弱，在基質附近的被偵測出的波峰較不會被掩蓋住；不過，背面之多壁奈米碳管雖然基質波峰(1350cm^{-1} 與 1580cm^{-1} 附近)較強易掩蓋基質附近被偵測出的波峰；但是它的優點有偵測出的波峰強度較強，只要是遠離基質附近， $400\text{ cm}^{-1}\sim 1200\text{ cm}^{-1}$ 之間的波峰訊號均清晰且强度高。所以，正反兩面可互相作為對照互補。

5.一般的生物檢測器均有一個很大的缺點，會因為時間的久置其偵測能力衰退(decay)，尤其是偵測螢光的物質其衰退週期(decay-Lifetime)更短；而表面增強拉曼散射(SERS)是偵測分子的結構，且放置 40 天後其訊號依然清楚，雖然強度變弱但因其強調的為定性的分析，也就是波峰位置的固定。所以，這個新方法可突破傳統的週期性(Lifetime)問題。