

圖目錄

圖 2-1 多壁奈米碳管各種可能的層狀結構示意圖.....	5
圖 2-2 奈米碳管的對稱性.....	5
圖 2-3 由上而下分別為奈米碳管的(a)扶手椅型奈米碳管(b)鋸齒 型奈米碳管(c)對掌型奈米碳管.....	6
圖 2-4 奈米碳管之成長機制.....	7
圖 2-5 雷利與拉曼散射的能階簡圖.....	14
圖 2-6 二氧化碳的拉曼與紅外光之振動模式(a)對稱(b)不對稱....	16
圖 2-7 上下分別為拉曼與螢光的分子能階簡圖.....	17
圖 2-8 拉曼活性振動模式.....	19
圖 2-9 多壁奈米碳管、石墨粉和高定向石墨的拉曼圖譜.....	20
圖 2-10 多壁奈米碳管的圖譜使用波長 $\lambda=676\text{nm}$ 的雷射(a)合成 後(b)純化後.....	20
圖 2-11 為 SERS 增強效應的簡圖.....	25
圖 2-12 為一連串的銀半圓柱置於銀之厚片上，其厚度為 t ， $t=2R=30\text{nm}$ ，而 R 為半圓柱之半徑；圓柱中心與 圓柱中心的間距為 d	26
圖 2-13 為圖 2-12 銀半圓柱的表面增強效應之平均值， $t=$ $2R=30\text{nm}$ ，圓柱中心與圓柱中心的間距為 d ， d 值由	

4R 到 2R.....	27
圖 2-14 為當 $d=2R$ ，能量為 2.7eV 時，造成最大增強效應條件 下，其電場的分歧情形，白色為正電價，黑色為負電價	27
圖 2-15 為圖 2-12 銀半圓柱的表面增強效應之平均值， $t=2R$ $=30\text{nm}$ ，圓柱中心與圓柱中心的間距為 d ， d 值由 $2R$ 到 $1.2R$	28
圖 2-1 包 6 為‘分子-金屬系統’之典型能階圖,顯示共振的拉曼過 程含分子狀態（路徑 (a)）與分子和金屬狀態（路徑 (b)）， (c)	29
圖 2-17 利用近紅外線雷射光源來做單一分子 SERS 的實驗之簡 圖.....	31
圖 2-18 為單一血紅素分子在銀奈米顆粒雙聚物上的 SERS 量 測實例，使用波長為 514.5nm 的雷射激發光譜量測時 間 200s	32
圖 2-19 膠體溶液中 SERS 偵測兩種神經傳送素之圖譜.....	33
圖 2-20 利用兩種 SERS 標定的免疫分析系統簡圖.....	34
圖 2-21 DNA 雜交反應使用 SERS 標定物之簡單示意圖.....	35
圖 2-22 使用 SERS 快速判讀 DNA 序列之簡圖.....	36

圖 3-1 Rhodamine 6G 的分子結構式.....	38
圖 3-2 實驗流程圖.....	39
圖 3-3 實驗步驟簡圖.....	40
圖 3-4 微波電漿化學氣相沉積裝置.....	41
圖 3-5 離子束濺鍍沈積裝置.....	42
圖 3-6 掃描式電子顯微鏡儀器原理示意圖.....	43
圖 3-7 穿透式電子顯微鏡儀器原理示意圖.....	44
圖 3-8 拉曼光譜儀裝置.....	45
圖 4-1 組別(A)之成長情形.....	49
圖 4-2 組別(B)之成長情形.....	50
圖 4-3 組別(C)之成長情形.....	51
圖 4-4 組別(C)之多壁碳管 TEM 影像.....	53
圖 4-5 多壁奈米碳管的拉曼光譜.....	54
圖 4-6 (a~d)分別為濺鍍銀奈米顆粒 (a) 3 分鐘 (b)5 分鐘 (c) 8 分鐘 (d)10 分鐘的放大 100000 倍.....	56
圖 4-7(a~d)分別為濺鍍銀奈米顆粒 (a) 3 分鐘 (b)5 分鐘 (c) 8 分鐘 (d)10 分鐘的放大 300000 倍.....	58
圖 4-8 矽與多壁奈米碳管均鍍奈米銀顆粒 5 分鐘後,浸置濃度 1×10^{-5} M Rhodamine 6G,在拉曼光譜下的分析.....	60

圖 4-9(a)在多壁碳管上 Rhodamine 6G 濃度為 1×10^{-5} M.....	62
圖 4-9(b)在多壁碳管上 Rhodamine 6G 濃度為 1×10^{-6} M.....	63
圖 4-9(c)在多壁碳管上 Rhodamine 6G 濃度為 1×10^{-7} M.....	64
圖 4-10(a)在多壁碳管上，固定為鍍銀奈米顆粒 5 分鐘.....	65
圖 4-10(b)在多壁碳管上，固定為鍍銀奈米顆粒 8 分鐘.....	66
圖 4-11(a)在多壁碳管上，鍍上鍍銀奈米顆粒 5 分鐘，吸附 Rhodamine 6G 濃度 1×10^{-6} M，40 天後.....	67
圖 4-11(b)在多壁碳管上,鍍上鍍銀奈米顆粒 8 分鐘，吸附 Rhodamine 6G 濃度 1×10^{-6} M，40 天後.....	68
圖 4-12 組別(A)之成長情形.....	70
圖 4-13 組別(B)之成長情形.....	71
圖 4-14 組別(C)之成長情形.....	72
圖 4-15 海草狀奈米碳片的拉曼光譜.....	73
圖 4-16(a~d)分別為濺鍍銀奈米顆粒(a) 3 分鐘 (b)5 分鐘 (c) 8 分鐘(d)10 分鐘的放大 100000 倍.....	75
圖 4-17(a~d) 分別為濺鍍銀奈米顆粒 (a) 3 分鐘 (b)5 分鐘 (c) 8 分鐘 (d)10 分鐘的放大 300000 倍.....	77
圖 4-18 矽與海草狀奈米碳片均鍍奈米銀顆粒 5 分鐘後 ，浸置濃度 1×10^{-5} M Rhodamine 6G,在拉曼光譜下	

的分析結果.....	78
圖 4-19(a)在海草狀奈米碳片上 Rhodamine 6G 濃度為 1×10^{-5} M.....	79
圖 4-19(b)在海草狀奈米碳片上 Rhodamine 6G 濃度為 1×10^{-6} M.....	80
圖 4-19(c)在海草狀奈米碳片上 Rhodamine 6G 濃度為 1×10^{-7} M.....	81
圖 4-19(d)在海草狀奈米碳片上 Rhodamine 6G 濃度為 1×10^{-8} M.....	82
圖 4-20(a)在海草狀奈米碳片上,固定為鍍銀奈米顆粒 5 分鐘...	83
圖 4-20(b)在海草狀奈米碳片上,固定為鍍銀奈米顆粒 8 分鐘...	84
圖 4-21(a)在海草狀奈米碳片上,鍍上鍍銀奈米顆粒 5 分鐘 , 吸附 Rhodamine 6G 濃度 1×10^{-6} M, 40 天後.....	85
圖 4-21(b)在海草狀奈米碳片上,鍍上鍍銀奈米顆粒 8 分鐘 , 吸附 Rhodamine 6G 濃度 1×10^{-6} M, 40 天後.....	86
圖 4-22 多壁奈米碳管與海草狀奈米碳片表面增強拉曼散射 的差異.....	87
圖 4-23 在海草狀奈米碳片上,鍍上鍍銀奈米顆粒 5 分鐘, 吸 附 Rhodamine 6G 濃度 1×10^{-6} M (a)傅立葉紅外線光譜 儀分析之結果(b)螢光光譜儀分析之結果(c)表面增強拉 曼散射光譜儀分析之結果.....	88

圖 4-24 Rhodamine 6G 的化學分子結構.....90

圖 4-25 在海草狀奈米碳片上,鍍上鍍銀奈米顆粒 5 分鐘,

吸附 Rhodamine 6G 濃度 1×10^{-6} M 的分析圖譜.....91

